

Уважаемые коллеги!

В последние годы отчетливо обозначились основные тенденции в развитии технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. Значительно увеличилось пространственное разрешение космических изображений, повысилась производительность съемки, появились принципиально новые космические аппараты (в том числе радарные) или группировки из них, предназначенные для решения специальных задач, включая мониторинг и картографирование. Все это непосредственным образом сказывается на структуре и объеме рынка данных ДЗЗ. Наряду с улучшением качества продукции, предлагаемой потребителям, снижается ее стоимость за счет появления на орбите большего числа спутников и усиления конкуренции. Количество архивных космических снимков постоянно увеличивается, в том числе на территорию России и стран СНГ.

Существенно расширяются сферы применения данных ДЗЗ. Особенно привлекает возможность использования космических снимков для создания и обновления крупномасштабных топографических карт. Это обусловлено появлением на орбите спутников WorldView-1 и GeoEye-1 с оптико-электронными системами сверхвысокого разрешения нового поколения и космического аппарата ALOS, оснащенного картографической стереокамерой PRISM. Созданный компанией «Совзонд» на основе ортотрансформированных снимков ALOS/PRISM новый продукт ОРТОРЕГИОН, по независимым оценкам, показал высокую геометрическую точность и качество, что позволяет рекомендовать его как основу для обновления топографических карт вплоть до масштаба 1:25 000.

С принятием в последние годы Федеральных законов РФ «О государственном кадастре недвижимости» и «О навигационной деятельности», а также Градостроительного кодекса РФ повысился интерес к технологиям ДЗЗ. Космический мониторинг существенно облегчает задачу инвентаризации объектов недвижимости и проведение кадастровых работ. Также он открывает новые перспективы при градостроительном проектировании и создании схем территориального планирования, обеспечивая актуальность и наглядность пространственной информации при анализе и моделировании.

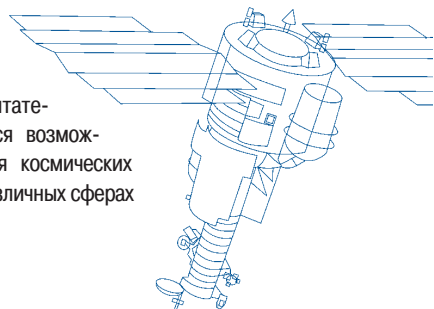
Использование космических снимков высокого и сверхвысокого разрешения при подготовке информационных баз навигационных систем позволяет регулярно добавлять в них точную и достоверную пространственную информацию.

Следует отметить, что растущий объем архивных данных ДЗЗ со спутников и увеличение числа пользователей обусловили разработку принципиально новых сервисов. Так, компания DigitalGlobe предложила сервис ImageConnect, обеспечивающий мультипользовательский доступ к архивным космическим снимкам высокого разрешения.

Особое значение приобретают задачи обработки и анализа данных ДЗЗ, автоматизации процесса подготовки на их основе картографических материалов. За последние несколько лет возможности современных программных средств для решения этих задач существенно улучшились.

Важным средством наиболее эффективного представления пространственной информации являются 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.

Мы надеемся, что статьи и материалы данного выпуска журнала «ГЕОМАТИКА», освещающие в той или иной мере обозначенные выше темы, будут интересны и полезны широкому кругу читателей, интересующихся возможностями применения космических технологий ДЗЗ в различных сферах деятельности.



Редакционная коллегия

Содержание

Новости	4
---------------	---

Данные дистанционного зондирования

М.А. Болсуновский Перспективные направления развития дистанционного зондирования Земли из космоса	12
А.В. Беленов Спутниковая стереосъемка – доступный источник высотной информации	16

Обработка данных ДЗЗ

М.А. Болсуновский Уровни обработки данных ДЗЗ сверхвысокого разрешения	20
О.Н. Колесникова, Н.Б. Ялдыгина Новая версия программного комплекса ENVI	24
М.В. Лютивинская Программный комплекс INPHO – передовые решения в области фотограмметрии	30
А.В. Гормаш, Т.В. Дорофеева, И.В. Оньков Влияние геометрических параметров съемки на точность ортофотопланов, создаваемых по снимкам с КА IKONOS	35
О.Н. Колесникова, Н.Б. Ялдыгина Создание лаборатории ДЗЗ в высших учебных заведениях	40
Инновационный научно-образовательный центр «СГА-Совзонд»	45

Использование данных ДЗЗ

А.В. Беленов, Б.А. Дворкин ОРТОРЕГИОН – новый продукт для создания топографических карт	47
А.В.Егоров, Ю.А.Карпинский, Е.В.Кобылинская, Л.А. Скакодуб Построение и обустройство полигона ДЗЗ для обеспечения крупномасштабного топографического картографирования на Украине	56
А.Г. Демиденко, И.В. Слива, А.В. Трубников Построение агрономической ГИС	59
А.В. Беленов, Б.А. Дворкин, Р.В. Бабкин Использование данных ДЗЗ для обновления топографической основы ГИС предприятий нефтегазодобывающего комплекса	63
О.Н. Колесникова, В.Б. Серебряков, М.В. Лютивинская Программное обеспечение компании Bentley Systems для решения кадастровых задач	66
М.В. Лютивинская, И.Г. Нейфельд Использование данных ДЗЗ сверхвысокого разрешения для целей кадастрового учета	76
Е.Ю. Колбовский, П.Н. Брагин Применение данных дистанционного зондирования Земли для территориального планирования. Старые задачи и новые возможности	83
М.Ю. Кормщикова Тематические геопорталы – оптимальный инструмент для анализа и управления пространственными данными при решении отраслевых задач	90
М.Ю. Кормщикова Новые технологии в образовании – геопорталы для образовательных учреждений	96
М.А. Элердова Новые сервисы для прямого доступа к высокоточным данным с КА QuickBird и WorldView-1	100
Д.В. Румянцев Создание высокотехнологичных комплексов на базе данных ДЗЗ для задач диспетчеризации	107

Наши конференции

III Международная конференция «Космическая съемка – на пике высоких технологий»	110
---	-----

Справочный раздел

Оценка дешифровочных свойств космических снимков со спутника ALOS для создания топографических карт масштаба 1:25 000	112
Возможность создания и обновления топографических карт и планов крупного масштаба по данным ДЗЗ	118
Словарь терминов	119

Content

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

Remote sensing data

M. Bolsunovsky Prospective lines of development of Remote Sensing from Earth.....	12
A. Belenov Stereo imagery – available source of high-altitude information.....	16

Remote sensing data processing

M. Bolsunovsky Levels of processing RS data of very high spatial resolution.....	20
O. Kolesnikova, N. Yaldigina Release of new ENVI software version.....	24
M. Lutvinskaya Photogrammetric complex INPHO – innovative solutions for processing aerial imagery and RS data.....	30
A. Gormash, T. Dorofeeva, I. Onkov Effect of imagery geometric parameters on accuracy of created orthophotomaps based on IKONOS data.....	35
O. Kolesnikova, N. Yaldigina Creation of RS laboratories in Institutions of Higher Education.....	40
«SGGA-Sovzond» – innovative scientific and educational Center.....	45

Application of Remote sensing data

A. Belenov, B. Dvorkin ORTHOREGION – new product from Sovzond for topographic maps creation.....	47
A. Egorov, U. Karpinskiy, E. Kobiliinskaya, L. Skakodub Construction and installation of RS polygon for the purpose of providing large-scale base mapping in Ukraine.....	56
A. Demidenko, I. Sliva, A. Trubnikov Formation of agronomic GIS.....	59
A. Belenov, B. Dvorkin, R. Babkin RS data application for GIS base map renewal in oil and gas organizations.....	63
O. Kolesnikova, V. Serebryakov, M. Lutvinskaya Bentley Systems software solutions for cadastral tasks.....	66
M. Lutvinskaya, I. Neyfid Very high resolution RS data application for the purposes of cadastral reporting.....	76
E. Kolbovskiy, P. Bragin Application of RS data in regional planning procedures. Old tasks and new opportunities.....	83
M. Kormshikova Thematic geoportals – optimal tool for working with spatial data when solving industry challenges.....	90
M. Kormshikova New technologies in education – geoportals for Higher Educational Institutes.....	96
M. Elerdova New access services to connect high accurate imagery form QuickBird and World-View-1 satellites.....	100
D. Rumyansev (STS Group) Creation of high-technology complexes for dispatching tasks solution on a base of RS data.....	107

Our conferences

III International Conference Remote Sensing – the Synergy of High Technologies.....	110
---	-----

References

Evaluation of interpreting properties of ALOS satellite imagery for the purpose of producing maps of 1:25 000 scale.....	112
Ability of making and updating large-scale base maps basing on RS data.....	118
Glossary.....	119



**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
06.04.2009 г.

Предпечатная подготовка
Информационное агентство «ГРОМ»

Печать
Издательство «Проспект»

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

MICROSTATION V8i – НОВАЯ ВЕРСИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПАНИИ BENTLEY SYSTEMS

MicroStation V8i – это полнофункциональное профессиональное 2D/3D графическое программное обеспечение для систем автоматизированного проектирования и разработки геоинформационных решений, предназначенное для картографов, проектировщиков, архитекторов и специалистов других сфер деятельности.

В версии MicroStation V8i добавлены новые функции, среди которых:

- поддержка различных систем координат (обширная библиотека систем координат предоставляет возможность перепроцирования любых подключаемых файлов (т.н. «референсов») в неактивном режиме во время работы с основным проектом);
- поддержка цифровых карт в формате WMS (OGC);
- поддержка растровых изображений в формате TIFF64, который является новым форматом для растров, размером более 4 Гб;
- возможность вносить изменения в файлы, находящиеся в неактивном режиме, не закрывая основной файл;

- синхронизация с устройствами GPS;
- возможность добавления в Project Explorer не только файлов DGN и DWG, моделей, файлов в неактивном режиме, файлов PDF, DOC, XLC, web-сайтов, но и ссылок, созданных другими пользователями, внешних директорий и конфигурационных переменных;
- возможность создания логических выражений (Named Expressions) для анализа структуры документа и его элементов, а также автоматизированной настройки рабочего пространства и набора инструментов пользователя (например, настройка контекстного меню в зависимости от используемого инструмента), имеется стартовая библиотека готовых выражений;
- расширены варианты выборки элементов – по стилю текста, размеру, мультилинии, прозрачности, приоритету;
- возможность изменения регистра всего слова или только его первой буквы;
- возможность создания видео в форматах AVI и WMV.



Также появилось много других функциональных возможностей для создания элементов, визуализации, печати, работы с окнами, файлами в неактивном режиме, растрами, моделями, текстом, автоматизации и упрощения рабочего процесса.

Немногие программы совмещают в себе функции графической системы и полнофункциональной геоинформационной системы. В этом смысле технологические решения компании Bentley Systems по праву занимают лидирующие позиции в мире.

Новая полнофункциональная версия программы MicroStation V8i доступна по ссылке <http://select-services.bentley.com> (бесплатно работает 30 дней). Дополнительную информацию можно получить в компании «Совзонд» по тел: +7 (495) 988-75-11, 514-83-39 или e-mail: software@sovzond.ru.

ГИС-РЕШЕНИЕ BENTLEY sisNET УСПЕШНО ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДСКИМИ ИНЖЕНЕРНЫМИ СЕТЯМИ

Для эффективного проектирования городских инженерных сетей и рационального управления ими

нужны актуальные данные об объектах и процессах на подведомственной территории. Незамени-

мым средством для работы в этой сфере безусловно являются геоинформационные системы (ГИС).

Компания Bentley Systems предлагает универсальную систему Bentley sisNET. Она является мощным мультисервисным программным геоинформационным решением, которое позволяет собирать и

использовать информацию обо всех типах городских инженерных сетей (водоснабжение, газоснабжение, канализация, электроэнергия и теплоснабжение) в рамках единого пользовательского интерфейса, на основе единой базы данных. Bentley sisNET базируется на платформе MicroStation и обеспечивает управление данными в среде Oracle.

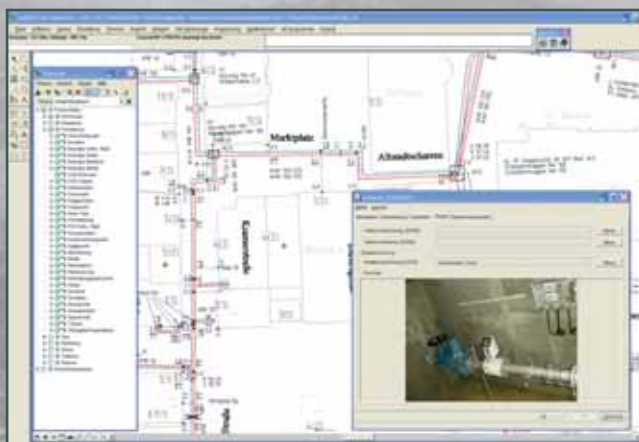
В начале 2009 г. компания Bentley Systems объявила, что ведущая в Австрии теплоснабжающая компания KELAG Wärme GmbH внедряет геоинформационный проект, базирующийся на ГИС-решении Bentley sisNET, а также на программах Bentley sisIMS, Bentley sisVIEW и Bentley sisFLOW. Новая ГИС заменит прежнюю, которая базировалась на ГИС-решениях компании Intergraph и на децентрализованных системах автоматизированного проектирования. Существовавшая до сих пор система не связывала в единое целое

пространственные и инженеринговые данные. Обмениваться данными можно было только посредством e-mail, а документация субподрядчикам отправлялась в печатном виде обычной почтой. Внедрение нового ГИС-решения позволит компании KELAG Wärme GmbH легко и эффективно обмениваться данными со своими клиентами. В результате компания ожидает увеличения эффективности и оперативности управления за счет точности получаемых данных и повышения производительности труда. Создаваемая ГИС обеспечит чрезвычайно быструю окупаемость инвестиционных вложений. Кроме того, немаловажное значение имеет возможность интеграции новой ГИС с действующими автоматизированными системами. Большие перспективы открываются для мониторинга за состоянием инженерных сетей в режиме реального времени. При проектиро-

вании новых объектов ГИС будет использоваться для моделирования и анализа.

Внедряя ГИС-решения Bentley для тепловых сетей, компания KELAG Wärme GmbH планирует сделать доступными сведения, необходимые для поддержки систем теплоснабжения, для всех пользователей из единой базы данных в режиме реального времени – от бизнес-планирования до регламентных работ, включая проектирование, строительство, эксплуатацию и обслуживание тепловых сетей. Другими словами, новый ГИС-проект станет единым надежным источником информации о тепловых сетях, действующих или планируемых, со всей текущей или перспективной информацией.

Геоинформационные решения компании Bentley Systems приобретают особое значение для городских коммунальных служб. Так, например, городская коммунальная служба города Эссена (Германия) Stadtwerke Essen, обеспечивающая работу газораспределительной системы, водохозяйственных и канализационных сетей, будет использовать программное обеспечение Bentley для модернизации своей ГИС. Новая информационная система, которая будет базироваться на ПО Bentley sisNET и включать приложения Bentley sisFLOW, Bentley sisIMS и Bentley sisVIEW, окажет значительную поддержку проектировщикам и инженерам-наладчикам городских служб, а также инспекторам контрольных органов. ГИС будет интегрирована с системой SAP's ERP, что позволит свободно обмениваться данными с управляющими компаниями.



Фрагмент плана тепловых сетей компании KELAG Wärme GmbH



Фрагмент плана зоны обслуживания коммунальной службы Stadtwerke Essen

Stadtwerke Essen ожидает получить существенную прибыль от использования новой ГИС. Следует также отметить, что Bentley Systems

предлагает выгодный способ, обеспечивающий доступ к геоинформационным решениям на базе sisNET для муниципальных служб, – присоединиться к инновационной лицензионной программе MLS (Municipal License Subscription).

Stadtwerke Essen будет использовать программное обеспечение MicroStation для проектирования и инжиниринговых решений, а Bentley sisNET – в качестве ГИС. Кроме того, будут использоваться приложение Bentley sisIMS для представления ГИС и инжиниринговых данных и в Интернет для массового пользователя и приложение Bentley sisFLOW для интеграции информации в управляющие

системы. ПО Bentley sisVIEW послужит универсальным средством наладчикам и ремонтникам для доступа к ГИС и инжиниринговым данным непосредственно в районах работ через Интернет.

Многочисленные клиенты компании Bentley Systems на практике убеждаются, что Bentley sisNET – оптимальное ГИС-решение для проектирования и управления городскими коммунальными сетями.

Более подробно о возможностях программных решений Bentley можно узнать, обратившись к специалистам компании «Совзонд» по тел: +7 (495) 514-83-39, 988-75-11 или e-mail: info@sovzond.ru.

НОВАЯ ВЕРСИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ GEO WEB PUBLISHER V8i ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГЕОПОРТАЛОВ И КАРТОГРАФИЧЕСКИХ САЙТОВ

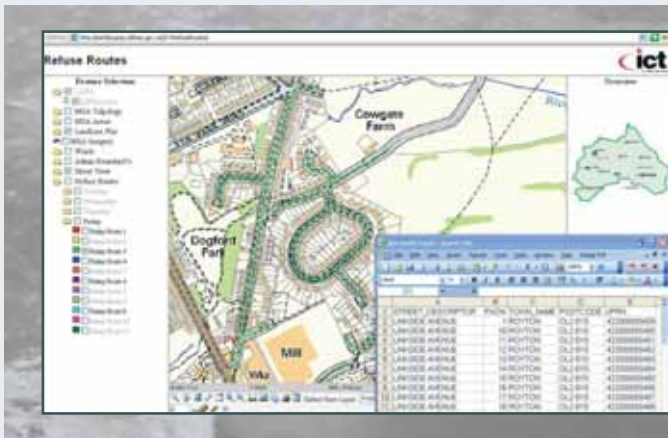
Приложение Bentley Geo Web Publisher является полномасштабным решением для предоставления геопространственной информации широкому кругу пользователей через web-интерфейс в открытой или закрытой среде (Интернет/Инtranет) с возможностью внесения необходимых поправок и комментариев, используя базовые средства ГИС.

Высокоэффективные и простые в применении инструменты Geo Web Publisher дают возможность создавать геопорталы для оперативного информационного обеспечения различных групп потребителей, удаленного сопровождения и ведения тематических про-

ектов, наглядного отображения динамики развития различных территориальных процессов, а

также поддержки принятия управленческих решений.

Geo Web Publisher позволяет совмещать отображение векторных и растровых данных из разнообразных источников, получать информацию из баз данных и сохранять ее в виде файлов в форматах PDF или Excel, осуществлять поиск объектов по раз-



личным критериям, упростить восприятие табличной информации созданием тематических карт, создавать и распечатывать нормативные документы с включенной в них картографической информацией и т. д.

Приложение отличается дружественной пользовательской средой, простое в использовании и позволяет пользователю добавлять собственные инструменты для решения различных задач.

В новую версию Geo Web Publisher V8i добавлены:

- поддержка Oracle 11g (можно публиковать векторную и атрибутивную информацию, хранящуюся в Oracle 11g). При этом осталась поддержка Oracle 10g;
- поддержка многих систем координат (имеется обширная библиотека систем координат и возможность

трансформирования данных, хранящихся в разных системах координат «на лету», исключая формат iDPR);

- возможность публикации файлов в форматах MIF/MID и TAB (в добавление к существовавшей в предыдущей версии возможности публикации SHP и DWG);
- возможность выступать в качестве сервера форматов Open Geospatial Consortium – WMS и WFS;
- возможность разграничения доступа к данным для разных групп пользователей;
- возможность создания линейных и площадных элементов в web-приложении (добавление к существовавшей в предыдущей версии возможности создания точечных элементов) с одновременным занесением их атрибутивной информации в базу данных;

- новые возможности редактирования элементов;
- возможность временно развернуть изображение (карту) на все окно;
- поддержка «плавающих» фреймов (например, их можно перетащить в другое место или развернуть на все окно);
- возможность сортировки атрибутивных данных в окне информации.

Новую полнофункциональную версию Geo Web Publisher V8i можно скачать по ссылке <ftp://195.68.177.100/Download/GeoWebPublisher.zip> (программа бесплатно работает 30 дней). Дополнительную информацию можно получить в компании «Совзонд» по тел: +7 (495) 988-75-11, 514-83-39 или e-mail: software@sovzond.ru.

СЕРВИС IMAGECONNECT ПОПОЛНИЛСЯ НОВЫМИ ДАННЫМИ



Большая библиотека космических снимков, покрывающих более 400 млн км², и разнообразные Интернет-сервисы позволяют компании DigitalGlobe удовлетворить потребности в доступных и актуальных геопривязанных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) высокого разрешения пользователям во всем мире, создающим геоинформационную и картографическую продукцию.

Предлагаемый компанией DigitalGlobe сервис ImageConnect является уникальным расширением к широко распространенным ГИС (ESRI, MapInfo, Autodesk). Он позволяет загрузить космические

изображения высокого разрешения со спутников QuickBird (разрешение 61 см) и WorldView-1 (разрешение 50 см) в ГИС-среду пользователя непосредственно из архива компании DigitalGlobe. Сервис ImageConnect дает возможность обеспечить мгновенный мультимедийный доступ к высокоточным данным ДЗЗ, существенно снизить стоимость приобретения архивных данных ДЗЗ, избежать затрат на архивирование терабайтов данных и обеспечить одновременный доступ к данным удаленных филиалов предприятия.

В настоящее время пользователям сервиса ImageConnect дос-

тупны данные из архива компании, покрывающие более 50 млн км² территории 38 стран (в конце 2008 г. стали доступны данные на Украину и Польшу). Следует отметить, что данные, имеющиеся на территорию России, уже доступны для пользователей сервиса. База данных сервиса постоянно пополняется (в месяц добавляется покрытие в тысячи квадратных километров).

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

КОМПАНИЯ «СОВЗОНД» ПОДПИСАЛА ДИСТРИБЬЮТОРСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ С КОМПАНИЕЙ RAPIDEYE AG (ГЕРМАНИЯ) ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ



Согласно соглашению, компания «Совзонд» стала единственным дистрибьютором с правами на размещение заказов на новую съемку и поставку архивных космических снимков со спутников RapidEye в России, Белоруссии, Армении, Азербайджане, Грузии, Казахстане, Таджикистане, Узбекистане, Киргизии и Туркмении. Соглашение подписали генеральный директор компании «Совзонд» В.И. Михайлов и генеральный директор компании RapidEye AG В. Бидерман (W.G. Biedermann).

«Мы с удовольствием сотрудничаем с компанией RapidEye AG, – заявил В.И. Михайлов. – Предполагается значительный объем продаж данных пяти спутников RapidEye, так как наши заказчики, работающие в различных сегментах рынка (государственное управление, сельское и лесное хозяйство, водные ресурсы, картография, управление чрезвычайными ситуациями и т. д.), давно ждут данные ДЗЗ с таким качеством и возможностью ежедневного мониторинга любых территорий».

«Компания «Совзонд» предоставляет нам прекрасную возможность для успешного

продвижения бизнеса на рынки громадного евразийского региона, – комментирует руководитель отдела маркетинга и продаж компании RapidEye AG М. Прехтель (M. Prechtel). – На этом рынке практически неограниченные потребности в космических снимках, и мы рады сотрудничеству с компанией «Совзонд», которая обладает большим опытом в области поставки данных ДЗЗ».

RapidEye – первый в Германии коммерческий гражданский проект дистанционного зондирования Земли из космоса. Маневренность, большие площади съемки и возможность ежедневного мониторинга, а также высокое пространственное разрешение делают использование данных, полученных группировкой спутников RapidEye, особенно перспективным в сельском и лесном хозяйстве; для целей мониторинга чрезвычайных ситуаций и охраны окружающей среды; для решения задач планирования и управления в нефтегазовой и транспортной сфере.

Заказы на съемку со спутников RapidEye принимаются с 4 февраля 2009 г. Образцы первых снимков можно получить в компании «Совзонд».

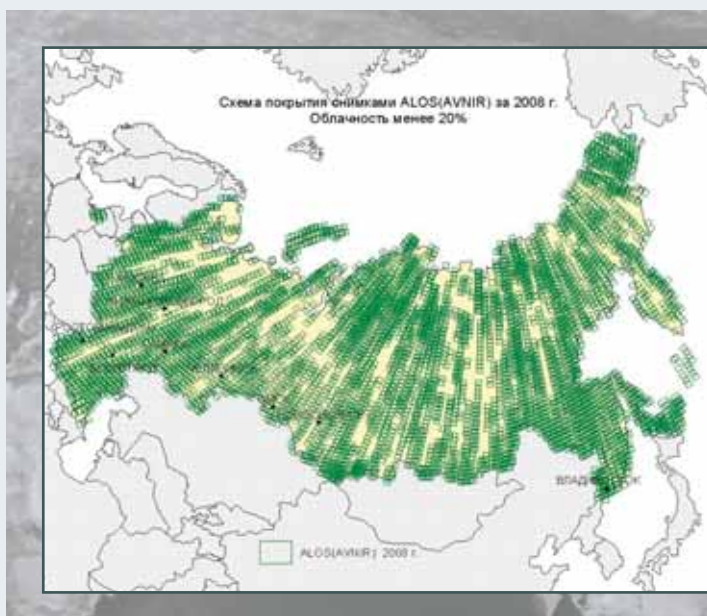
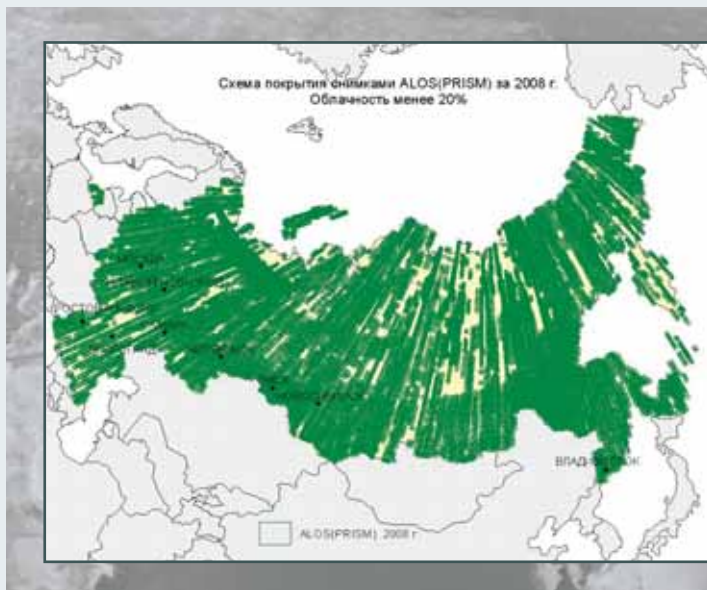
Группировка из пяти мини-спутников RapidEye была запущена с космодрома Байконур российской ракетой-носителем «Днепр» 29 августа 2008 г. Владелец космических аппаратов является компания RapidEye AG. Каждый из спутников, созданных компанией SSTL (Великобритания) и MDA (Канада), оснащен мультиспектральной оптико-электронной камерой Jena-Optronik для съемки с пространственным разрешением 6,5 м (после обработки – 5 м). Вес каждого спутника RapidEye составляет 175 кг. Спутники были выведены на околоземную солнечно-синхронную орбиту высотой 630 км. Группировка RapidEye способна обеспечивать ежедневную съемку территории земного шара площадью в 4 млн км². Периодичность съемки одного и того же района Земли – 24 часа. Съемка земной поверхности ведется в пяти каналах. Уникальным для спутников высокого разрешения является канал «длинноволновый красный», который оптимально подходит для наблюдения и анализа состояния растительного покрова (оценка содержания хлорофилла, протеина и азота). Расчетный срок пребывания спутников на орбите составляет 7 лет.

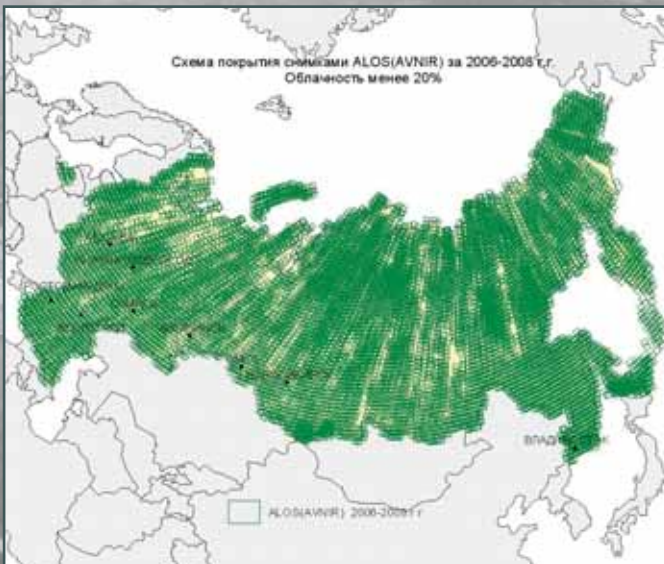
ДАНЫМИ ДЗЗ СО СПУТНИКА ALOS ПОКРЫТО БОЛЕЕ 90% ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Компания «Совзонд» провела анализ имеющихся данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) со спутника высокого разрешения ALOS (PRISM, AVNIR) на территорию Российской Федерации, полученных в 2006 – 2008 гг.

Космический аппарат ALOS был запущен 24 января 2006 г. с космодрома Танегашима (Япония). Владельцем спутника является Японское аэрокосмическое агентство JAXA. КА был выведен на солнечно-синхронную орбиту высотой 691,65 км. КА ALOS оснащен картографической стереокамерой (PRISM), позволяющей получать снимки с разрешением до 2,5 м, мультиспектральной камерой (AVNIR-2), для получения цветных снимков с разрешением 10 м, а также радаром L-диапазона (PALSAR), предназначенным для круглосуточного и всепогодного наблюдения земной поверхности.

Камера PRISM состоит из трех объективов для визирования вперед, в нади́р и назад. Она обеспечивает не только высокую разрешающую способность, но также и значительную ширину полосы съемки до 70 км. Камера AVNIR-2 является наследником ADEOS/AVNIR (JAXA, 2004). В AVNIR-2 в отличие от ее предшественника AVNIR заменены датчики и соответствующие электронные системы. Эти изменения обеспечивают достижение пространственного разре-





шения в 10 м. Другое отличие от AVNIR заключается в возможности менять угол визирования в диапазоне $\pm 44^\circ$ относительно надира поперек траектории полета. С помощью такого гибкого наведения можно реализовать более частые наблюдения одних и тех же участков земной поверхности, например, каждые 48 часов, в области более высоких широт. Расчетный срок пребывания спутника на орбите составляет не менее 5 лет.

В течение сезона 2008 г. камерой PRISM отснято 13 380 тыс. км² территории Российской Федерации (при общей площади страны – 17 098,2 тыс. км²; т.е. 78,2%), а камерой AVNIR – 12 200 тыс. км² (71,4%) (см. схемы покрытия космическими снимками).

В целом за три сезона работы КА ALOS на орбите (2006-2008 гг.) камерой PRISM отснято 15 610 тыс. км² территории Российской Федерации (91,3%), а камерой AVNIR – 15 430 тыс. км² (90,2%) (см. схемы покрытия космическими снимками).

КА ALOS успешно продолжает работу на орбите. В настоящее время заказчики могут активнее участвовать в планировании съемок. По сведениям оператора ресурс спутника позволит ему продуктивно и качественно работать на орбите еще не менее двух лет.

По вопросам возможности поставки данных со спутника ALOS можно проконсультироваться со специалистами компании «Совзонд» по тел: +7 (495) 514-83-39 или e-mail: info@sovzond.ru.

КОМПАНИЯ «СОВЗОНД» ОКАЗАЛА ПОДДЕРЖКУ В ПРОВЕДЕНИИ ВСЕРОССИЙСКИХ ЮНОШЕСКИХ НАУЧНЫХ ЧТЕНИЙ ИМ. С.П. КОРОЛЕВА

В Москве 21-23 января 2009 г. прошли III Всероссийские юношеские научные чтения им. С.П. Королева, которые были посвящены 50-й годовщине начала исследований Луны при помощи космических аппаратов. Организатором мероприятия явился Всероссийский детский и молодежный центр аэрокосмического образования им. С.П. Королева Мемориального музея космонавтики при поддержке Федерального агентства по образованию РФ, Комитета общественных связей мэрии Москвы и других ведомств, а также компании «Совзонд» и КБ «Панорама».

В работе приняли участие 340 человек – школьники, студенты и педагоги из 15 регионов и субъектов Российской Федерации, а также из Белоруссии. На торжественном открытии чтений присутствовали и выступили: летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза В.В. Горбатко, летчик-космонавт, Герой Советского Союза и Герой России С.К. Крикалев и летчик-космонавт, Герой России А.И. Лазуткин.

В ходе чтений, на одном из пленарных заседаний, выступил заместитель генерального директора компании «Совзонд» М.А. Болсуновский. Он рассказал о современном состоянии технологий съемки Земли из космоса и ознакомил участников со специальными программами компании «Совзонд» для вузов. Особое внимание в выступлении было



уделено концепции создания образовательных геопорталов, которые позволяют наиболее полно обеспечить доступ учащимся и студентам, а также преподавателям к современным информационным ресурсам и пространственным данным, дают элементарные навыки работы с материалами космической съемки.

Для участников и гостей чтений работала образовательная выставка, фотовыставка, посвященная 50-летию начала исследований Луны космическими аппаратами из фондов Мемориального музея космонавтики, стенд компании «Совзонд» и др.

На своем стенде специалисты компании «Совзонд» представили образцы новых решений в области создания геопорталов и тематических ГИС, продемонстрировали работу современных программных комплексов для обра-

ботки геопрограммной информации. Посетители могли ознакомиться с планами семинаров Консалтингового центра компании «Совзонд» на 2009 г., первым номером журналом «Геоматика». Вызвала большой интерес подробная информация о предстоящей III Международной конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий» (15-17 апреля 2009 г., подмосковный комплекс «Атлас Парк-Отель»), организатором которой является компания «Совзонд».

Оргкомитет III Всероссийских юношеских научных чтений им. С.П. Королева выразил особую благодарность компании «Совзонд» и заместителю генерального директора компании М.А. Болсуновскому за поддержку и помощь в организации III Всероссийских юношеских научных чтений им. С.П. Королева.

М.А. Болсуновский

В 1990 г. окончил Киевское высшее инженерное радиотехническое училище. С 2004 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время – заместитель генерального директора.

Перспективные направления развития дистанционного зондирования Земли из космоса

В современном стремительно меняющемся мире мы становимся свидетелями непрерывных революционных технологических изменений. Если XX век уже стал веком цифровых технологий, то XXI век можно смело назвать веком космических цифровых технологий.

Значительное место в космических технологиях все больше занимает дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса. Данные ДЗЗ стали важным источником для решения практических задач государственного, регионального и местного управления, мониторинга природных и техногенных объектов и явлений. Растет число потребителей. Космические снимки активно используются не только в научных и производственных целях, но и в повседневной жизни людей.

Можно выделить несколько основных причин такого бурного роста интереса к ДЗЗ:

- резкое увеличение количества космических аппаратов (КА) ДЗЗ на орбите;
- развитие национальных программ ДЗЗ, появление новых компаний-поставщиков данных ДЗЗ;
- развитие систем получения, обработки и предоставления данных ДЗЗ потребителям;
- улучшение основных характеристик аппаратуры ДЗЗ и качества получаемых данных (увеличение пространственного разрешения, расширение динамического диапазона – увеличение радиометрического разрешения, расширение возможностей по стереоскопической съемки, улучшение геометрических характеристик изображения, расширение

мультиспектральных возможностей, повышение точности пространственной привязки данных ДЗЗ без применения наземных опорных точек, увеличение ширины полосы съемки, совершенствование возможностей съемки больших площадей на одном маршруте и т. д.);

- появление КА ДЗЗ сверхвысокого разрешения нового поколения;
- появление радиолокационных КА ДЗЗ сверхвысокого разрешения с возможностью интерферометрической обработки;
- совершенствование технологий обработки;
- увеличение скорости передачи данных;
- сокращение времени поставки данных потребителю – развитие концепции «виртуальных станций»;
- широкое использование сетевых технологий и возможностей Интернет и т. д.

Особый интерес представляют качественные изменения в техническом оснащении отрасли ДЗЗ, которые произошли за последние 2-3 года. На орбите появились спутники с оптико-электронными системами сверхвысокого разрешения нового поколения (WorldView-1 и GeoEye-1), уникальные многофункциональные космические аппараты (ALOS), группировки спутников малого класса мониторингового назначения (RapidEye). Особо следует отметить рост группировок спутников с радиолокаторами высокого и сверхвысокого разрешения (TerraSAR-X, COSMO-SkyMed, RADARSAT-2).

КА ДЗЗ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫМИ СИСТЕМАМИ СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ: WORLDVIEW-1, GEOEYE-1 И ПЕРСПЕКТИВНЫЙ WORLDVIEW-2

Основными отличительными особенностями оптико-электронных систем нового поколения является их беспрецедентная производительность, в том числе и в режиме стереосъемки, а также возможность получения данных с пространственным разрешением не хуже 50 см и с точностью (среднеквадратическим отклонением – СКО) ортотрансформирования не хуже 5 м без применения наземных опорных точек. К таким аппаратам относятся спутники WorldView-1, WorldView-2 и GeoEye-1.

Космический аппарат WorldView-1 [1] был запущен 18 сентября 2007 г. с авиабазы Ванденберг (США). Владельцем спутника является компания DigitalGlobe (США). В проекте создания спутника приняли участие такие компании как Ball Aerospace (платформа, интеграция), Eastman Kodak (оптическая камера), ПТТ (интеграция), BAE Systems (система обработки). Спутник был выведен на околоземную солнечно-синхронную орбиту высотой 496 км, обеспечивающую ежедневную съемку поверхности Земли в 750 тыс. км², со средним периодом пролета над одной и той же территорией в 1,7 суток. WorldView-1 может выполнять съемку только в панхроматическом режиме с пространственным разрешением до 0,5 м. СКО пространственной привязки получаемых данных без применения наземных опорных точек – не хуже 5 м. По сравнению со своим предшественником – КА QuickBird [1] – на спутнике применены принципиально новые технологические решения для обеспечения высокой производительности съемки, качества и точности координатной привязки изображений (рис. 1). Спутник WorldView-1 может снимать по различным схемам: кадровая съемка, маршрутная съемка (вдоль береговых линий, дорог и других линейных объектов), площадная съемка (зоны размером 60x60 км), а также стереосъемка. Расчетный срок пребывания на орбите составляет не менее 7 лет.

Космический аппарат WorldView-2 (рис. 2) компании DigitalGlobe (США) планируется запустить в 2009 г. Он позволит получать цифровые изображения земной поверхности с пространственным разрешением 46 см в



Рис. 1
Сравнение изображений с различных КА:
а) мультиспектральное изображение с КА QuickBird
(пространственное разрешение 61 см);
б) панхроматическое изображение с КА WorldView-1
(пространственное разрешение 50 см)

панхроматическом режиме и 1,8 м в мультиспектральном режиме при съемке в надир. По сравнению с КА QuickBird и WorldView-1 кардинально улучшены возможности по получению мультиспектральных изображений за счет увеличения количества спектральных каналов до восьми. Пространственная точность получаемых данных без использования наземных опорных точек будет не хуже 5 м (СКО). Расчетный срок пребывания на орбите – не менее 7 лет.

Космический аппарат GeoEye-1 [1] был запущен 6 сентября 2008 г. Владельцем спутника является компания GeoEye (США). Он был выведен на полярную солнечно-синхронную орбиту высотой 68 км, обеспечивающую его прохождение над любым районом Земли каждые 1-3 дня (в зависимости от широты). Спутник предназначен для получения цифровых изображений земной поверхности с пространственным разрешением 41 см в панхроматическом режиме и 1,65 м в мультиспектральном режиме при съемке в надир. КА GeoEye-1 обладает высокой маневренностью, что позволяет получать большой объем данных за один виток. Отличительной особенностью аппарата является возможность получения высокоточных изображений с СКО равной 2 м без применения наземных опорных точек. Расчетный срок пребывания на орбите составляет не менее 7 лет.

Необходимо отметить, что все оптико-электронные системы сверхвысокого разрешения, несмотря на



Рис. 2.
Космический аппарат WorldView-2

конкуренцию друг с другом, занимают каждый свою нишу. У WorldView-1 ставка сделана на достижение наивысшей производительности и возможности выполнения съемки больших территорий, в том числе и в режиме стереосъемки. Данные, получаемые с КА GeoEye-1, обладают высокой пространственной точностью без привязки к наземным опорным точкам, хотя по производительности он уступает WorldView-1 и WorldView-2. В свою очередь, КА WorldView-2 будет наиболее высокопроизводительным по получению данных ДЗЗ и с возможностью съемки в большом количестве спектральных каналов, что значительно расширяет возможность использования данных для решения различных задач.

НОВЫЕ КА ДЗЗ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ALOS И RAPIDEYE

Уникальными возможностями, позволяющими использовать данные съемки для целей картографирования, мониторинга природных ресурсов, а также научных исследований, обладают данные со спутника ALOS.

Космический аппарат ALOS (Advanced Land Observation Satellite) [1, 2] был запущен 24 января 2006 г. с космодрома Танегашима (Япония) и выведен на солнечно-синхронную орбиту высотой 691,65 км.

Владельцем спутника является Японское аэрокосмическое агентство (JAXA). В составе его оборудования – радиолокатор L-диапазона (PALSAR), предназначенный для круглосуточного и всепогодного наблюдения Земли и формирующий изображения с разрешением 10-100 м; картографическая стереокамера (PRISM), позволяющая получать моно- и стереоснимки с разрешением до 2,5 м, а также мультиспектральная камера (AVNIR-2) для получения цветных снимков с разрешением 10 м.

Хорошие перспективы для мониторинга природных ресурсов у группировки из пяти мини-спутников RapidEye [1], которые были запущены 29 августа 2008 г. Владелец спутников является компания RapidEye AG (Германия). Каждый из спутников, созданных компанией SSTL (Великобритания) и MDA (Канада), оснащен мультиспектральной оптико-электронной камерой Jena-Optronik для съемки с пространственным разрешением 6,5 м (после обработки – 5 м). Спутники были выведены на околоземную солнечно-синхронную орбиту высотой 630 км. Группировка RapidEye способна обеспечивать ежедневное съемку площади земной поверхности в 4 млн км². Периодичность съемки одного и того же района Земли – 24 ч. Съемка земной поверхности ведется в пяти каналах. Уникальным для спутников высокого разрешения является канал «длинноволновый красный», который оптимально подходит для наблюдения и измерения состояния растительного покрова. Расчетный срок пребывания спутников на орбите составляет 7 лет. Маневренность аппаратов, большие площади съемки, возможность ежедневного мониторинга делают использование данных, полученных со спутников RapidEye, особенно перспективными в сельском, лесном хозяйстве и других отраслях.

КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С РАДИОЛОКАЦИОННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ ДЗЗ СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Основными отличительными особенностями радиолокационных данных сверхвысокого разрешения с КА нового поколения являются их пространственное разрешение до 1 м, возможность съемки с различной поляризацией и последующей интерферометрической обработки для получения высокоточных цифровых мо-

делей рельефа и выявления подвижек земной поверхности. К таким аппаратам относятся спутники TerraSAR-X, COSMO-SkyMed, RADARSAT-2.

Спутник TerraSAR-X [2], разработанный Немецким аэрокосмическим центром (DLR) и компанией EADS Astrium GmbH, был запущен 15 июня 2007 г. с космодрома Байконур и выведен на солнечно-синхронную полярную орбиту высотой 514 км и наклоном 97,44°. Расчетный срок пребывания на орбите КА TerraSAR-X составляет около 5 лет. Оснащение спутника новым радиолокатором с синтезированной апертурой позволяет выполнять интерферометрическую съемку земной поверхности с беспрецедентным пространственным разрешением 1 м. Радар выполняет съемку земной поверхности в X-диапазоне длин волн (3,1 см) с изменяемой поляризацией излучения (HH, VH, HV, VV) в диапазоне съемочных углов от 20° до 55°.

Серию космических аппаратов двойного назначения COSMO-SkyMed 1-4 (Constellation of Small Satellites for Mediterranean basin Observation – Созвездие малых спутников для наблюдения за Средиземноморским бассейном) [2], разрабатываемых Итальянским космическим агентством (ASI) совместно с Министерством обороны Италии, планируется полностью развернуть в 2009 г. Первые три спутника были запущены с авиабазы Вандерберг (США) соответственно 8 июня 2007 г., 9 декабря 2007 г., 24 октября 2008 г. и выведены на околоземную орбиту с высотой 619,6 км и наклоном 97,86°. Все спутники группировки оснащены радиолокаторами с синтезированной апертурой, позволяющими выполнять интерферометрическую съемку земной поверхности с беспрецедентным пространственным разрешением (лучше 1 м на местности). Радиолокатор каждого спутника будет снимать земную поверхность в X-диапазоне длин волн (3,1 см) с изменяемой поляризацией излучения (HH, VH, HV, VV) в диапазоне съемочных углов от 20° до 50°. Расчетный срок пребывания на орбите каждого КА COSMO-SkyMed 1-4 составляет около 5 лет. Оператором спутников является компания Telespazio (Италия).

Космический аппарат нового поколения RADARSAT-2 [2], разработанный Канадским космическим агентством CSA (Canadian Space Agency) и компанией MDA (MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd.), запущен 14 декабря 2007 г. с космодрома Бай-

конур на солнечно-синхронную орбиту с высотой 798 км и наклоном 98,6°, с периодом обращения 100,7 минут. Спутник оснащен радиолокатором блокового обзора с синтезированной апертурой, обладающим, как и радар спутника RADARSAT-1, уникальными возможностями изменения ширины полосы съемки и пространственным разрешением до 1 м. Съемка земной поверхности проводится в С-диапазоне длин волн (5,6 см) с изменяемой поляризацией излучения (HH, VH, HV, VV) в диапазоне съемочных углов от 10° до 60°. Расчетный срок пребывания на орбите – не менее 7 лет.

Таким образом, можно констатировать, что в последние годы отчетливо обозначились основные тенденции в развитии технологий ДЗЗ из космоса: увеличение пространственного разрешения получаемых изображений и производительности съемки с космических аппаратов, создание спутников или группировок для решения специализированных задач (картографирования, мониторинга и т. д.), более активное использование радиолокационных съемок. Все это непосредственным образом сказывается на структуре и объеме рынка данных ДЗЗ – улучшается качество представляемой потребителям продукции, и в то же время за счет увеличения на орбите количества спутников и конкуренции значительно снижается стоимость данных, постоянно расширяются архивы снимков, в том числе на территорию России и стран СНГ.

Проведенные в компании «Совзонд» исследования показывают возможность применения данных ДЗЗ из космоса для создания топографических карт и планов крупных масштабов. Обобщенные результаты этих исследований приведены в Справочном разделе (см. с. 118).

В заключение следует отметить, что дальнейший прогресс в сфере ДЗЗ будет в значительной степени связан с развитием технологий обработки и доведения до потребителя в нужном ему виде все увеличивающихся объемов данных, а также с построением комплексных систем оперативного мониторинга.

Список литературы

1. Космические аппараты с оптико-электронными системами ДЗЗ // *Геоматика*. – 2009. – № 1. – С. 84-92.
2. Космические аппараты с радиолокационными системами ДЗЗ // *Геоматика*. – 2008. – № 1. – С. 63-69.

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 ЦПГ «Терра-Спейс». В настоящее время – главный инженер компании «Совзонд».

Спутниковая стереосъемка – доступный источник высотной информации

На рынке геопространственной информации в России в последнее время появляется все больше новых предложений, качественно отличающихся от привычного создания цифровых карт и планов, как по своему содержанию, так и по возможным областям использования выходной продукции. К таким предложениям можно отнести работы по созданию цифровых моделей рельефа (ЦМР) и трехмерных цифровых моделей местности (ЦММ). Информация о рельефе местности или модель поверхности достаточно широко востребованы при реализации большого числа проектов, базирующихся на геоинформационных системах.

Основным источником данных при создании таких моделей принято считать материалы аэросъемок или данные воздушного лазерного сканирования. Безусловно, последние обладают более высоким потенциалом в плане детальности и точности создаваемых моделей. Но все-таки следует отметить, что для некоторых территорий выполнить такую съемку зачастую практически невозможно по причине ограничений, накладываемых на проведение полетов над данной территорией, да и не всегда необходима высокая точность и детальность. Естественно, определенную роль играет временной и экономической показатель.

Возможности оптико-электронной съемочной аппаратуры, установленной на борту космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), позволяют решать задачу создания трехмерных ЦММ, которые, в свою очередь, являются альтерна-

тивной привычной двумерной информации в виде планов и карт.

Большинство космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли оснащены аппаратурой, позволяющей выполнять съемку в стереоскопическом режиме с одного витка, путем уклонения оси визирования или используя дополнительные объективы, установленные под углом относительно надира (рис. 1).



Рис. 1.
Основные способы стереоскопической съемки

Съемка в стереорежиме первым способом характерна для КА, предоставляющих данные сверхвысокого разрешения, таких как IKONOS, WorldView-1 и GeoEye-1. Второй – применяется на космических аппаратах ALOS, SPOT-5, CARTOSAT-1 и ASTER, позволяющих получать данные высокого и среднего разрешения. Первый и второй тип стереосъемки называют конвергентным, он характеризуется соотношением базиса к высоте фотографирования спутника или углом конвергенции.

Неоспоримое преимущество имеют КА, которые могут изменять угол конвергенции, что позволяет выдерживать заданную точность по высоте у получаемых моделей рельефа независимо от типа местности.

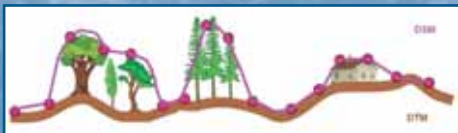


Рис. 2.
Основные виды высотной информации

В настоящее время существует некоторая терминологическая путаница в зарубежных названиях продукции, содержащей высотное представление земной поверхности, в частности, по цифровым моделям поверхности (ЦМП) и цифровым моделям рельефа (ЦМР). Англоязычными аналогами ЦМП и ЦМР принято считать DSM (Digital Surface Model) и DTM (Digital Terrain Model). Первая модель включает в себя высоты всех точек на земной поверхности, а вторая – высоты рельефа или, как дополнение, высоты отдельных объектов местности. В то же время и первая и вторая модели являются DEM (Digital Elevation Model). На рис. 2 показана разница между двумя типами высотной информации.

В зависимости от вида высотной информации, которую необходимо извлечь, используя материалы космических съемок, применяют различные подходы к обработке стереопар – от полностью автоматизированного до ручного. Безусловно, при создании модели рельефа местности в основном используются полуавтоматические и ручные методы в ходе интерактивной обработки стереопары оператором. Данный вид обработки применяют к материалам космической съемки сверхвысокого пространственного разрешения, где интерактивная работа со стереопарой выполняется на современных цифровых стереоплоттерах.

Исходя из пространственного разрешения съемочной аппаратуры, созданные на базе стереопар цифровые модели можно условно разделить на 3 типа:

- высокодетальные (расстояние (шаг) между точками на местности, высоты которых определяются – 1-5 м);
- детальные (шаг на местности – 5-10 м);
- среднетдетальные (шаг на местности – 10-20 м).

Рассмотрим виды высотной информации, которую можно извлечь из данных некоторых современных коммерчески доступных стереопар космических снимков.

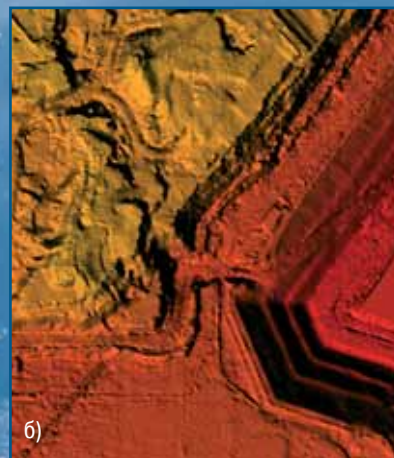


Рис. 3.
Фрагмент цифровой модели поверхности, полученной по стереопаре с КА WorldView-1 с шагом на местности 1 м:
а) опорные точки использовались;
б) опорные точки не использовались

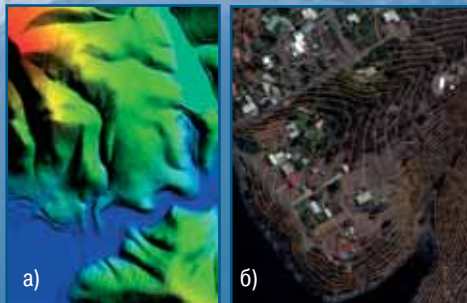


Рис. 4.
Фрагмент цифровой модели рельефа, полученной по стереопаре с КА GeoEye-1 с шагом на местности 3 м:

- а) опорные точки использовались;
- б) опорные точки не использовались

В результате стереофотограмметрической обработки изображений с КА WorldView-1 могут быть получены цифровые модели местности с шагом от 1 до 5 м, созданные как с использованием наземных опорных точек, так и без них. На рис. 3 приведен фрагмент цифровой модели поверхности, полученной по стереопаре WorldView-1 с шагом на местнос-

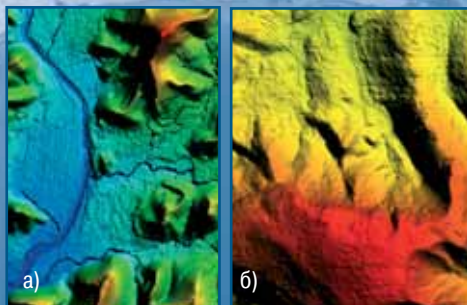


Рис. 5.
Фрагмент цифровой модели рельефа, полученной по стереопаре с КА IKONOS-1 с шагом на местности 5 м:

- а) опорные точки использовались;
- б) опорные точки не использовались

ти 1 м с использованием опорных точек и без них. В первом случае точность полученной модели в плане составила 1 м, абсолютная точность по высоте – 1 м, а относительная точность по высоте – 1 м. Во втором случае, соответственно, – 5 м, 5 м и 1 м.

При фотограмметрической обработке стереопар с КА GeoEye-1 могут быть получены цифровые модели рельефа и местности с шагом от 1 до 5 м. На рис. 4 приведена цифровая модель рельефа, полученная по стереопаре GeoEye-1 с шагом на местности 3 м с использованием опорных точек и без них. В первом случае точность полученной модели в плане составила 0,8 м, абсолютная точность по высоте – 1 м, а относительная точность по высоте – 1 м. Во втором случае, соответственно, – 5 м, 3 м и 1 м.

В качестве примера на рис. 5 приведен фрагмент цифровой модели рельефа, полученной по стереопаре с КА IKONOS-1 с шагом на местности 5 м с использованием опорных точек. Точность созданной модели рельефа местности составила в плане 2,5 м, а абсолютная и относительная точность по высоте – 2 м.

Результатом обработки стереопар изображений с КА ALOS PRISM являются цифровые модели местности с шагом от 5 до 10 м, создаваемые как с использованием наземных опорных точек, так и без них. Рассмотрим фрагмент цифровой модели поверхности, полученной

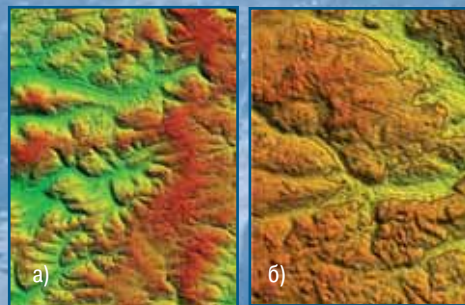


Рис. 6.
Фрагмент цифровой модели поверхности, полученной по стереопаре с КА ALOS (PRISM) с шагом на местности 10 м:

- а) опорные точки использовались;
- б) опорные точки не использовались



Рис. 7.

Фрагмент цифровой модели поверхности, полученной по стереопаре с КА SPOT-5 с шагом на местности 20 м:

- а) SPOT DEM;
- б) Reference 3D

по стереопаре с КА ALOS PRISM с шагом на местности 10 м (рис. 6). Полученная с использованием опорных точек цифровая модель рельефа имеет плановую точность 5 м, абсолютную и относительную точности по высоте 5 м. Если опорные точки не используются, то цифровая модель рельефа имеет точность в плане 10 м; абсолютную точность по высоте 8 м и относительную точность по высоте 5 м.

Компания SPOT Image предлагает готовые цифровые модели поверхности, созданные по стереопаре с КА SPOT-5 без использования опорных точек. На рис. 7 приведено два вида продукции: SPOT DEM и Reference 3D, полученной по стереопаре с КА SPOT-5 с шагом на местности 20 м. Точность этих моделей поверхности составляет:

- для SPOT DEM: 8-15 м (точность в плане), 6-12 м (абсолютная точность по высоте) и 6 м (относительная точность по высоте);
- для Reference 3D: 8 м (точность в плане), 6 м (абсолютная точность по высоте) и 6 м (относительная точность по высоте).

Высокодетальные цифровые модели рельефа обладают уникальным пространственным разрешением (шагом на местности) и значительными геометрическими характеристиками, такими как точность в плане и по высоте. Данные характеристики делают возможным применение этих моделей для построения горизонта-

лей при создании топографических карт в масштабе 1:25 000, у которых требования к точности по высоте составляют 1,6 м.

Высокая разрешающая способность стереопар космических изображений сверхвысокого пространственного разрешения как в плане, так и по высоте, позволяет создавать трехмерные модели городов, где совместно используются модель рельефа и модель объектов застройки в виде контуров крыш зданий, оцифрованных по стереопаре (рис. 8).

Детальные и среднетдетальные модели находят применение в картографических целях, в основном, при создании ортофотопланов или при генерации слоя горизонталей с сечением рельефа 20 м и более, что обусловлено методом их получения и низкой точностью по высоте, которая соизмерима с высотой большинства включенных в них высот объектов местности (зданий, растительности и т. д.).

Основное преимущество детальных и среднетдетальных моделей заключается в более высокой экономической эффективности их создания при реализации тематических проектов, так как их получение не требует интерактивной обработки стереопары в стереорежиме. Созданные в автоматическом режиме модели местности широко используются для анализа высоты растительного покрова, антропогенного воздействия на ландшафт, первичного проектировании протяженных объектов и трехмерной визуализации.



Рис. 8.

Фрагмент цифровой модели местности, созданной по стереопаре с КА IKONOS

М.А. Болсуновский (Компания «Совзонд»)

В 1990 г. окончил Киевское высшее инженерное радиотехническое училище. С 2004 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время – заместитель генерального директора.

Уровни обработки данных ДЗЗ сверхвысокого разрешения

Компании DigitalGlobe (США) и GeoEye (США), являющиеся основными поставщиками данных сверхвысокого разрешения в мире, предоставляют пользователям разные возможности для последующей геометрической коррекции изображений, особенности которых необходимо принимать во внимание при заказе данных космических съемок.

Космические данные, получаемые со спутников QuickBird и IKONOS, в настоящее время покрывают практически всю территорию Земли и доступны широкому кругу потребителей, включая Россию (рис. 1). Их разрешение составляет от 1 до 0,61 м в панхроматическом и от 4 до 2,44 м в мультиспектральном режиме. После геометрической коррекции данные сверхвысокого разрешения с этих космических аппаратов можно использовать для создания картографической продукции, удовлетворяющей требованиям масштаба 1:10 000 и мельче.

С появлением космических аппаратов сверхвысокого разрешения нового поколения (WorldView-1/2, GeoEye-1)

стало возможным достижение беспрецедентной точности, что позволяет использовать спутниковые данные ДЗЗ для создания продукции с точностью, соответствующей требованиям планов масштабов 1:2000 и 1:5000.

Компания GeoEye – оператор спутников IKONOS и GeoEye-1 – предлагает геометрическую коррекцию данных только с использованием модели камеры спутника в виде файла с коэффициентами полиномов обобщенных аппроксимирующих функций (RPC – Rational Polynomial Coefficients). При этом строгая модель камеры для широкого круга пользователей недоступна.

Обработка данных сверхвысокого разрешения с использованием файла с RPC в настоящее время является наиболее распространенной в среде специалистов, занимающихся фотограмметрической обработкой данных ДЗЗ.

В отличие от физической модели, требующей знания параметров конкретной камеры, типовая модель не зависит от типа камеры и не требует точных физических значений параметров процесса получения изображения. Для

того, чтобы использовать модель камеры спутника в виде обобщенных аппроксимирующих функций, необходима цифровая модель рельефа (ЦМР). Точность пространственного положения объектов на космических снимках после геометрической коррекции может быть повышена, если при обработке использовать одну или несколько наземных точек привязки (GCP – Ground Control Points).



Рис. 1.

Схема покрытия территории России снимками со спутников QuickBird и IKONOS (облачность менее 20%)

Таблица 1

**Значения параметров точности данных со спутников IKONOS и GeoEye-1
с различными уровнями обработки**

Уровни обработки	Пространственное разрешение 0,5 м		Пространственное разрешение 1,0 м		Пространственное разрешение 0,5 м и 1,0 м	
	Абсолютная точность		Абсолютная точность		Ортокоррекция	Доступность мозаичного покрытия
	СКО в плане, м	Приведенный масштаб	СКО в плане, м	Приведенный масштаб		
Geo ¹	3	-	8	-	Отсутствует	Отсутствует
Geo-Professional	5	1:10 000	5	1:10 000	Выполнена	Имеется
Geo-Professional Precision ^{2,3}	2	1:5000	2	1:5000	Выполнена	Имеется
GeoStereo	2,5	1:5000	7-10	1:25 000	Отсутствует	Отсутствует
GeoStereo Precision ⁴	1	1:2500	2,5	1:5000	Отсутствует	Отсутствует

Примечания:

¹ Точность без учета искажений за рельеф.

² Для достижения указанной точности требуются ЦММ и наземные точки привязки.

³ Возможно достижение более высокой точности.

⁴ Требуются наземные точки привязки.

Алгоритм обработки с использованием файла RPC поддерживается всеми стандартными программными комплексами, в том числе ENVI (Environment for Visualizing Images), разработанным компанией ИТТ VIS (США).

Компания GeoEye унифицировала уровни обработки космических данных со спутников IKONOS и GeoEye-1. Рассмотрим их более подробно.

Geo. Космические снимки с уровнем обработки Geo подвергаются геометрической коррекции в наименьшей степени. Это изображения с пространственной привязкой, приведенные в картографическую проекцию без учета влияния рельефа. В комплект поставки входит функция RPC.

GeoProfessional. Космические снимки с этим уровнем обработки являются ортотрансформированными изображениями с точностью, соответствующей средней квадратической ошибке (СКО) в плане 5 м. Ортотрансформирование осуществляется на основе грубой цифровой модели местности (ЦММ), последующие геометрические преобразования космических снимков уровня GeoProfessional невозможны.

GeoProfessional Precision. Космические снимки с этим уровнем обработки являются ортотрансформированными изображениями с СКО в плане до 1 м. В случае заказа космических снимков этого уровня требуется предоставить поставщику данных – компании GeoEye – ЦМР и опорные точки соответствующей точности.

GeoStereo. Данные космической съемки с этим уровнем обработки представляют собой стереопару, полученную с одного витка. Ориентирование снимков с уровнем обработки GeoStereo проводится по орбитальным данным. Изображения поставляются с файлом RPC для последующей фотограмметрической обработки в стандартном ПО.

GeoStereo Precision. Данные космической съемки с уровнем обработки GeoStereo Precision представляют собой стереопару, полученную с одного витка. При этом ориентирование снимков проводится по опорным точкам, предоставляемым заказчиком.

Наибольший интерес для потенциальных заказчиков представляют уровни обработки Geo, GeoProfessional и GeoStereo, для которых не требуется передача поставщи-

ку данных о рельефе, а также информации о наземных опорных точках. Следует отметить, что данные с уровнем обработки GeoProfessional обладают достаточно высокой точностью и готовы к использованию, но при самостоятельной обработке заказчиком продукции с уровнем обработки Geo и GeoStereo в стандартном программном обеспечении может быть получена гораздо более высокая точность.

В общем виде значения параметров точности данных со спутников IKONOS и GeoEye-1 с различными уровнями обработки приведены в табл. 1.

Компания DigitalGlobe, являясь собственником спутников QuickBird и WorldView-1, а также перспективного космического аппарата WorldView-2, придерживается иной политики, нежели компания GeoEye. Она предоставила модель камеры компаниям – основным разработчикам программного обеспечения – для обработки космических изображений. Модель камеры в виде файла RPC поставляется со всеми данными, а в тех случаях, когда исходное изображение имеет уровень предварительной обработки космических снимков Basic, дополнительно возможна обработка изображения с использованием строгой модели камеры, так как с космическим снимком предоставляется и вспомогательная орбитальная информация. Схема покрытия территории земного шара снимками со спутника WorldView-1 за 2008 г. приведена на рис. 2.

Компания DigitalGlobe предоставляет космические снимки со спутника QuickBird и WorldView-1 со следующими уровнями предварительной обработки:

- Basic (базовый);

- Standard (стандартный);
- Standard Ortho Ready (стандартный, подготовленный к ортотрансформированию);
- Ortho (ортотрансформированный).

Первые три уровня обработки могут использоваться для последующей геометрической коррекции, в то время как для последнего типа ортотрансформирование выполняется только специалистами компании DigitalGlobe.

Basic. Космические снимки с уровнем обработки Basic имеют наименьшую степень предварительной обработки и включают радиометрическую коррекцию и коррекцию искажений датчика. Данные этого типа можно приобрести только в виде целого кадра. Космические снимки с этим уровнем обработки поставляются вместе с файлом данных поддержки изображения (ISD – Imagery Support Data), который содержит основные метаданные изображения, пространственные параметры, эфемериды и информацию о модели камеры. Используя этот файл, можно провести ортотрансформирование изображения с применением строгой модели камеры. Кроме того, можно воспользоваться более простым методом и обработать изображение с помощью обобщенной модели камеры спутника в виде файла RPC.

Standard. Космические снимки с этим уровнем обработки представляют собой цифровые космические снимки уровня Basic, которые трансформированы на поверхность Земли и приведены к картографической проекции. В изображение внесены поправки за рельеф с использованием приближенной ЦММ. Заявленная точность определения плановых координат составляет $CE90\% = 23$ м

(плановое положение любой точки на снимке с вероятностью 90% будет находиться в круге радиусом 23 м с центром, совпадающим с истинным положением точки, исключая любые топографические смещения и угол отклонения от надира) или с СКО 14 м. Поскольку изображение было необратимо искажено применением приближенной ЦММ, оно не может быть использовано для дальнейшего точного ортотрансформирования. Снимки с уровнем обработки Standard, в первую очередь, предназначены для



Рис. 2.

Схема покрытия территории земного шара снимками со спутника WorldView-1 за 2008 г. (облачность менее 20%)

Таблица 2

**Значения параметров точности данных со спутников QuickBird и WorldView-1
с различными уровнями обработки**

Уровни обработки	Пространственное разрешение 0,5 м (WorldView-1)		Пространственное разрешение 0,6 м (QuickBird)		Пространственное разрешение 0,5 м и 0,6 м	
	Абсолютная точность		Абсолютная точность		Ортокоррекция	Доступность мозаичного покрытия
	СКО в плане, м	Приведенный масштаб	СКО в плане, м	Приведенный масштаб		
Basic ¹	4	-	14	-	Отсутствует	Отсутствует
Basic Stereo ¹	5	1:10 000	-	-	Отсутствует	Отсутствует
Standard	4	1:10 000	14	1:50 000	Выполнена	Имеется
Standard Ortho Ready ¹	4	1:10 000	14	-	Отсутствует	Отсутствует
Ortho ^{2,3}	До 2	1:5000	До 2,5	1:5000	Выполнена	Имеется

Примечания:

¹ Точность без учета искажений, вносимых сенсором, и искажений за рельеф.

² Для достижения указанной точности требуются ЦММ и наземные точки привязки.

³ Точность уровня Ortho зависит от точности ЦММ и наземных точек привязки, предоставленных заказчиком.

пользователей, которые нуждаются в пространственных данных невысокой точности, и не планируют выполнение геометрической коррекции изображений собственными силами.

Standard Ortho Ready. Космические снимки с уровнем обработки Standard Ortho Ready можно рассматривать как промежуточный уровень предварительной обработки между Basic и Standard. В исходные данные внесены те же самые исправления, что и в снимки с уровнем обработки Standard, но при геометрической коррекции не использовалась приближенная ЦММ. Поэтому эти изображения можно использовать для последующей геометрической коррекции с помощью файла RPC и детальной ЦММ. Изображения уровня Standard Ortho Ready могут поставляться в виде полигона произвольной формы.

Ortho. Космические данные с этим уровнем обработки являются ортотрансформированными изображениями со спутников QuickBird и WorldView-1. При этом заказчику необходимо предоставить наземные опорные точки и матрицу высот для достижения требуемой точности.

Наибольший интерес для потенциальных заказчиков представляют данные с уровнями обработки Basic и Standard Ortho Ready. Следует отметить, что данные с уровнем обработки Basic поставляются только полными

сценами и могут оказаться гораздо дороже по сравнению с данными уровня обработки Standard Ortho Ready, у которого возможен заказ полигонов произвольной формы. Кроме того, данные с уровнем Basic требуют серьезной дополнительной фотограмметрической обработки для достижения высокой точности, и, соответственно, специализированного программного обеспечения и профессиональных навыков. Наибольшее распространение получили данные с уровнем обработки Standard Ortho Ready, благодаря возможности геометрической коррекции космических снимков в стандартном программном обеспечении методами на основе файла RPC.

В обобщенном виде параметры точности космических данных со спутников QuickBird и WorldView-1 для различных уровней обработки представлены в табл. 2.

Выбор метода обработки зависит от необходимой точности, доступного программного обеспечения для обработки, характера рельефа местности и размеров обрабатываемой области, а также качества вспомогательных данных. Наиболее простым выбором для российских заказчиков остаются космические данные с уровнями обработки Geo для данных со спутников IKONOS и GeoEye-1 и Standard Ortho Ready для данных со спутников QuickBird и WorldView-1.

О.Н. Колесникова (Компания «Совзонд»)

В 2001 г. окончила Московский государственный университет природообустройства. После окончания университета работает в компании «Совзонд», в настоящее время – руководитель отдела программного обеспечения.

Н.Б. Ялдыгина (Компания «Совзонд»)

В 2005 г. окончила механико-математический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. В настоящее время – специалист отдела программного обеспечения компании «Совзонд».

Новая версия программного комплекса ENVI

Программный комплекс (ПК) ENVI предназначен для обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. Функциональные возможности ENVI достаточно обширны: это визуализация и коррекция изображений, географическая (пространственная) привязка и ортотрансформирование, работа с рельефом, анализ растительности, классификация изображений и многое другое.

Ряд заложенных в ПК ENVI возможностей упрощает задачу интеграции результатов обработки с данными, используемыми в геоинформационных проектах. Среди таких возможностей – чтение и редактирование данных в различных векторных форматах, преобразование векторных данных в растровые и обратно. ПК ENVI также интегрирован с ГИС компании ESRI, в частности, возможен обмен данными между ArcGIS ESRI и ENVI через геоинформационную базу данных.

Разработчик программного комплекса ENVI компания ITT Visual Information Solutions (США) постоянно совершенствует набор функций, включенных в ENVI, предоставляя пользователям возможность обновлять текущую версию программы.

Новая версия ENVI 4.6 вышла в феврале 2009 г. (рис. 1). Наиболее значительным изменением стало появление дополнительного модуля Orthorectification Module, предназначенного для ортотрансформирования изображений. Добавились возможности в существующих модулях: модуле атмосферной коррекции ACM и модуле объектно-ориентированной классификации изображений Fx. Кроме того, хотелось бы отметить стремление разработчиков ENVI максимально автоматизировать процессы обработки и анализа данных, сделать их максимально доступными и понятными даже для начинающих пользователей.



Рис. 1.
Программный комплекс ENVI 4.6

Рассмотрим более подробно новые возможности и особенности ПК ENVI 4.6.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ ВЕРСИИ ENVI 4.6

Новый модуль Orthorectification Module

Дополнительный модуль Orthorectification Module, появившийся в версии ENVI 4.6, предназначен для ортотрансформирования изображений с использованием

строгих методов. Такие методы позволяют получать более точные результаты, чем это было возможно при ортотрансформировании с использованием RPC-коэффициентов. В этот модуль включены следующие возможности:

- полная поддержка распространенных форматов растровых данных и данных ДЗЗ со спутников высокого разрешения;
- предварительная оценка точности ортотрансформирования;
- работа одновременно с несколькими изображениями, цифровыми моделями рельефа (ЦМР), изображениями, полученными различными космическими системами ДЗЗ;
- визуализация на дисплее границ сцен, векторных элементов, а также опорных и связующих точек и векторов ошибок на них, что позволяет наглядно оценить качество работы и скорректировать ее на любом из этапов (рис. 2);
- блочное уравнивание с использованием опорных и связующих точек;

- создание линий «сшивок» для подготовки мозаик из изображений, а также цветовое выравнивание снимков;

- добавление параметров новых КА.

Модуль Orthorectification Module позволяет выполнять геометрическую коррекцию изображений на профессиональном уровне, но при этом является достаточно простым в использовании.

Поддержка новых форматов данных ДЗЗ

В программном комплексе ENVI оперативно обеспечивается поддержка форматов данных новых космических аппаратов, появляющихся на орбите. В версию ENVI 4.6 включена поддержка данных со спутников KOMPSAT-2 и GeoEye-1.

Следует отметить, что оптико-электронная система космического аппарата GeoEye-1 позволяет получать изображения с беспрецедентно высоким пространственным разрешением – 41 см в панхроматическом режиме. При ортотрансформировании снимков со спутников нового поколения GeoEye-1 и WorldView-1 в ПК ENVI даже без использования наземных опорных точек пользователь получает точность ортофотоплана не хуже 3 м.

Модуль Atmospheric Correction Module (QUAC и FLAASH)

В предыдущих версиях ПК ENVI инструменты атмосферной коррекции изображений содержались в дополнительном модуле FLAASH. В новой версии программного комплекса пользователям стал доступен набор инструментов атмосферной коррекции QUAC (Quick Atmospheric Correction). В отличие от модуля FLAASH, QUAC не требует уточнения модели атмосферы и позволяет вычислять параметры коррекции изображения, только исходя из информации, содержащейся на снимке (рис. 3). В основе ра-

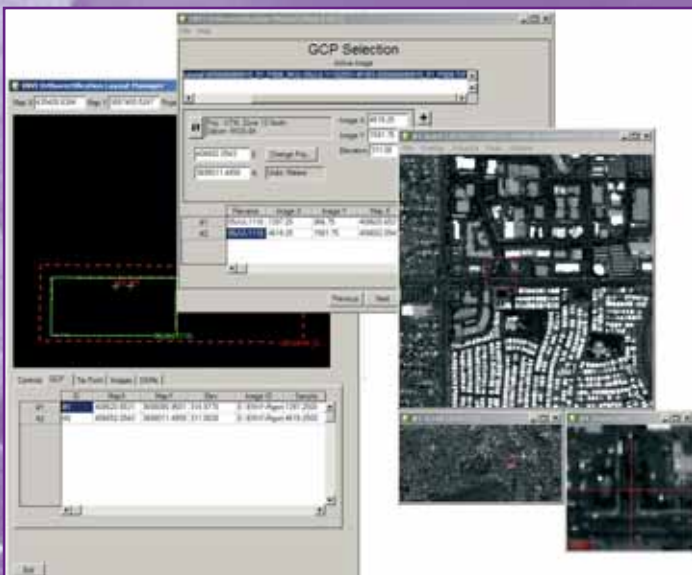


Рис. 2.
Интерфейс модуля ENVI Orthorectification Module



Рис. 3.
Атмосферная коррекция изображений с помощью инструмента QUAC

боты QUAC лежит улучшенная модель атмосферы, реализованная в программе MODTRAN. Инструменты FLAASH и QUAC теперь объединены в новый дополнительный модуль, называемый Atmospheric Correction Module.

Модуль Fx (ENVI Feature Extraction Module)

Этот модуль предназначен для объектно-ориентированного анализа изображений. Модуль Fx позволяет автоматически выделять на изображении объекты, основываясь одновременно на спектральной информации, текстурном рисунке и пространственных характеристиках (форма, площадь и др.) (рис. 4).

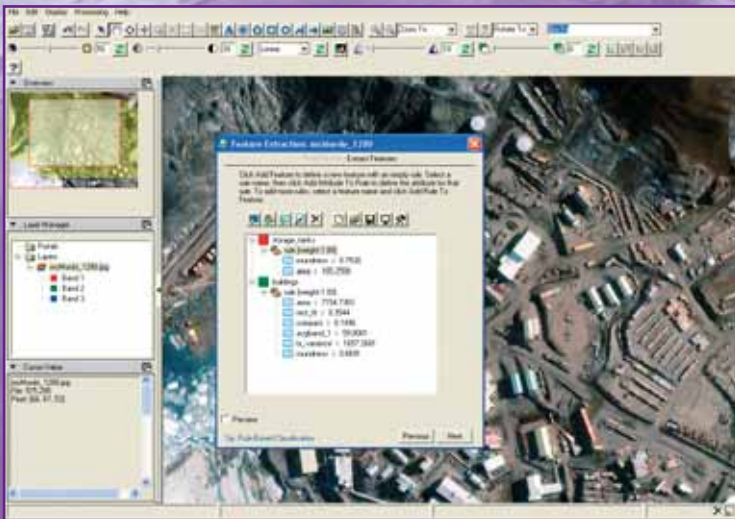


Рис. 4.
Классификация в модуле Fx

В новой версии ENVI Fx стали доступны следующие функции:

- использование масок и иных вспомогательных данных при классификации ЦМР;
- выбор отдельных каналов в качестве основы для сегментирования изображений;
- импорт данных наземных наблюдений для ввода обучающих выборок;
- экспорт атрибутивной информации об объектах, выделенных при классификации, в DBF-файл, ассоциированный с векторным Shape-файлом объектов;
- сохранение в виде раstra изображения, показывающего достоверность, с которой каждый объект принадлежит заданному классу объектов (чем выше яркость объекта, тем выше достоверность).

Кроме того, усовершенствована процедура ENVI_FX_DOIT, предназначенная для программирования процесса классификации изображений в модуле Fx.

Модули SARscape

SARscape – ряд дополнительных модулей ПК ENVI, предназначенных для обработки материалов радиолокационных съемок, выполненных радиолокаторами

с синтезированной апертурой (SAR). SARscape включает в себя разнообразные функции по обработке радиолокационных данных, в том числе ортотрансформирование, создание мозаик, обработку интерферометрических данных (построение цифровой модели местности (ЦММ) и определение величин вертикальных смещений), инструментарий по работе с поляриметрическими данными и т. д. Разработчиком SARscape является компания Sarmap s.a. (Швейцария).

Недавно появившаяся версия SARscape 4.1.001 является совместимой с ПК ENVI 4.6. В данной версии произошли следующие изменения:

- корегистрация данных теперь может выполняться только на основе орбитальных параметров;
- улучшена процедура Interferogram Flattening (устранение набега фазы) для случаев обработки данных с недостаточно точными орбитальными параметрами;
- добавлен новый фильтр Goldstein (фильтрация интерферограммы и сопутствующих продуктов);
- существенно расширены возможности модуля Persistent Scatterers, позволяющего выполнять мониторинг вертикальных смещений с миллиметровой точностью;
- дополнительно реализована поддержка данных со спутников TerraSAR-X (рис. 5), COSMO-SkyMed, ALOS/PALSAR, RADARSAT.

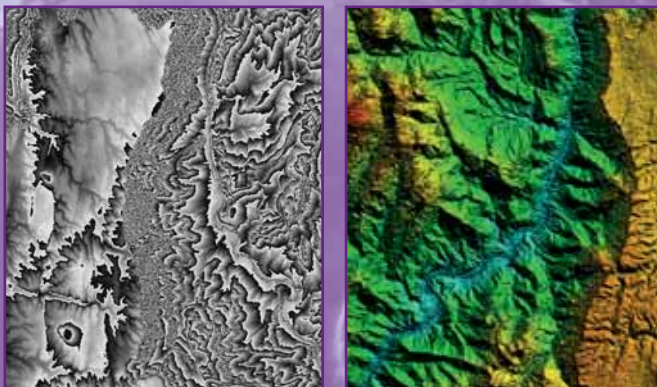


Рис. 5. Пример обработки в модуле SARscape 4.1.001 пары изображений со спутника TerraSAR-X (слева – интерферограмма, справа – ЦММ)

Интерфейс ENVI Zoom

ENVI Zoom – один из интерфейсов ПК ENVI с расширенными возможностями по визуализации изображений. Он включает удобную панель инструментов для интерактивного улучшения изображений (рис. 6).

В версии ENVI 4.6 в интерфейсе Zoom произошли следующие изменения:

- добавлена возможность создания новых и редактирования существующих слоев аннотации. Пользователь может рисовать символы, полигоны, полилинии, прямоугольники, эллипсы, стрелки; добавлять текст и картинки;
- появился инструмент Feature Counting, позволяющий отмечать объекты на растровых и векторных слоях, добавлять описания, просматривать отчеты по выбранным объектам, разделять объекты на категории.

Кроме того, ENVI Zoom теперь поддерживает дополнительный модуль TFRD Module, предназначенный для

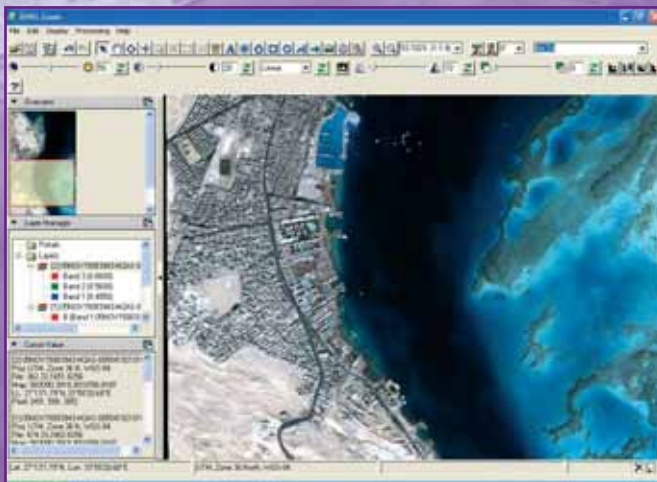


Рис. 6. Интерфейс ENVI Zoom

работы с данными формата TFRD (Tape Format Requirements Document). В предыдущей версии данный модуль был доступен только через классический интерфейс ПК ENVI.

Новый инструмент обнаружения объектов (Target Detection Wizard)

Инструмент предназначен для поиска на мультиспектральных и гиперспектральных изображениях объектов интереса, не заметных при визуальном дешифрировании. Поиск объектов осуществляется на основе заданных пользователем сигнатур с использованием одного из шести выбранных алгоритмов поиска.

Изменения в инструментарию SPEAR Tools

В ПК ENVI инструменты SPEAR Tools (Spectral Processing Exploitation and Analysis Resource) представлены в виде мастера подсказок и позволяют автоматизировать и упростить обработку и анализ изображений (рис. 7). В новой версии произошли следующие изменения:

- улучшены процедуры Change Detection (выявление изменений);
- добавлена процедура ортотрансформирования с использованием ЦМР;
- добавлена процедура привязки изображения Image-to-map (снимок к карте);
- появился новый браузер для доступа к метаданным.

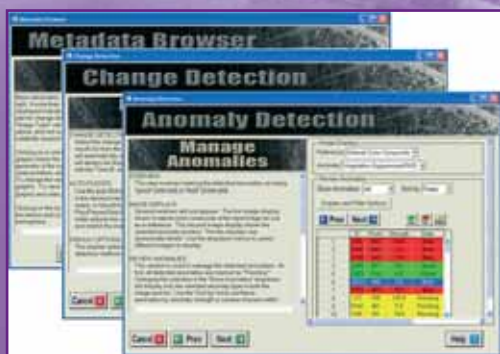


Рис. 7.
Инструменты SPEAR Tools

Изменения и дополнения в справочной системе (Help)

Существенные изменения были внесены в справочные системы ENVI и ENVI Zoom (рис. 8). Помимо нового интерфейса, Help теперь включает улучшенные возможности поиска.



Рис. 8.
Справочная система ENVI Zoom

УСЛОВИЯ ПОСТАВКИ ENVI 4.6 ДЛЯ ВУЗОВ

Компания ИТТ VIS стремится оказывать поддержку высшим учебным заведениям в вопросах подготовки специалистов по обработке данных ДЗЗ и предлагает выгодные условия приобретения своих программных продуктов. Одно из предложений компаний ИТТ VIS – специальная бессрочная лицензия Teaching License для оборудования учебного класса. За цену, сравнимую со стоимостью одной коммерческой лицензии, высшие учебные заведения получают возможность использовать сетевую (плавающую) лицензию, обеспечивающую одновременную работу десяти компьютеров сети. Лицензия Teaching License предусмотрена для программного комплекса ENVI 4.6 и всех дополнительных модулей. Также вузы могут приобрести фиксированную или плавающую лицензию ПК ENVI и всех дополнительных модулей на одно рабочее место со скидкой 50% от цен коммерческого прайс-листа.

УСЛОВИЯ ОБНОВЛЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ENVI И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В РОССИИ И СТРАНАХ СНГ

Компания «Совзонд» является эксклюзивным дистрибьютором программного комплекса ENVI на территории России и стран СНГ. Помимо поставки программных комплексов, компания «Совзонд» также осуществляет техническую поддержку пользователей ПК ENVI, проводит консультации и обучение.

Для быстрого и эффективного освоения ПК ENVI компания «Совзонд» предлагает пройти обучение по теме «Использование ПК ENVI для анализа и обработки данных ДЗЗ» в Консалтинговом центре компании «Совзонд» (рис. 9).

Обучение проводят ведущие специалисты компании, специализирующиеся на обработке космических снимков высокого разрешения, картографии, спектральном анализе, классификации изображений, сертифицированные на проведение курсов корпорацией ИТТ VIS. По окончании обучения слушателям выдаются сертификаты международного образца компании ИТТ VIS.

Хорошим подспорьем при изучении ПК ENVI послужат руководства пользователя на русском языке, разработанные специалистами компании «Совзонд». Руководства содержат описание основных функций ENVI и дополнительных модулей, примеры решения практических задач (рис. 10). Руководства пользователя предоставляются при приобретении программы или прохождении обучения в компании «Совзонд».

Все пользователи ПК ENVI могут обратиться в компанию «Совзонд» для обновления предыдущих версий ENVI на ENVI 4.6, а также получить необходимые консультации по работе в программном обеспечении.



Рис. 9.
Консалтинговый центр компании «Совзонд»



Рис. 10.
Руководства пользователя ENVI, IDL, SARscape

М.В. Лютивинская (Компания «Совзонд»)

В 1996 г. окончила факультет фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания института работала в ФГУП «Госземкадастръемка» – ВИСХАГИ, в НПП «Центр прикладной геодинамики». С 2005 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время – старший инженер.

Программный комплекс INPHO – передовые решения в области фотограмметрии

Разработки компании INPHO (Германия) по праву считаются одними из лучших среди многообразия фотограмметрических приложений. Пользователями программного комплекса (ПК) INPHO являются около 1000 компаний, специализирующихся в области фотограмметрии и обработки данных воздушного лазерного сканирования, в более чем 100 странах мира. Благодаря гибкой модульной структуре, ПК INPHO наиболее полно соответствует задачам цифровой фотограмметрии, обработки данных воздушного лазерного сканирования и работе с цифровыми моделями рельефа (ЦМР) разных форматов. Программные решения, реализованные в ПК INPHO, позволяют выполнять все технологические процессы фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), включая аэротриангуляцию, построение стереоизображений, моделирование рельефа, создание ортофотопланов и сканирование аэрофотоснимков. Кроме того, в ПК INPHO реализованы инновационные решения для обработки ЦМР, включая передовые технологии фильтрации и редактирования данных воздушного лазерного сканирования.

Программный комплекс INPHO – это полнофункциональная фотограмметрическая система для решения стандартных задач в цифровом фотограмметрическом проекте, включая геокодирование, создание ЦМР, ортотрансформирование и стереоскопическую оцифровку. Модули системы могут использоваться как идеально сбалансированные самостоятельные программы

или как гибко настраиваемые компоненты, которые легко встраиваются в фотограмметрический технологический процесс.

Система поддерживает широкий спектр цифровых данных, таких как растры отсканированных аэрофотоснимков, изображения, получаемые как с помощью цифровых авиационных камер, включая современные цифровые камеры DMC, DSS, UltraCam, ADS40, так и с различных космических аппаратов ДЗЗ.

Основным преимуществом фотограмметрической системы INPHO является строгое математическое моделирование для достижения высокой точности обработки, а также четко выстроенный рабочий процесс и высокая степень автоматизации для обеспечения максимальной производительности.

МОДУЛИ ПК INPHO ДЛЯ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Ядром фотограмметрической системы INPHO является ApplicationsMaster (рис. 1), который содержит расширенный набор средств для формирования проекта. Он включает следующие возможности:

- работу в любой системе координат и картографической проекции (имеется набор из более чем сотни уже заданных картографических проекций, а также интуитивно понятный инструмент для создания новых);

- работу с различными видами фотограмметрических камер, обширные библиотеки различных съемочных устройств и их параметров, возможность редактирования параметров съемочной аппаратуры, задания новых видов камер;
- экспорт и импорт проектов других фотограмметрических систем, таких как DAT/EM Summit Evolution, BAE Socet Set, Z/I project, а также элементов ориентирования снимков из форматов PATB, Bluh, Bingo, Orima, Aerosys и экспорт данных с GPS и IMU-систем Applanix POS/AV/POSEO, IGI AEROControl;
- создание пирамид, обеспечивающих быструю и точную работу с растрами;
- радиометрическую коррекцию и улучшение визуальных качеств изображения;
- объединение, конвертирование и деление на фрагменты цифровых моделей местности (ЦММ) в различных форматах средствами DTM Toolkit;
- создание матриц рельефа, используя комбинации форматов различных типов, таких как DTMs, TIN, растровые форматы представления рельефа, «облака точек», трехмерные векторные данные: SCOP DTM,

AutoCAD DXF или DXF-TIN, ArcGIS SHP-TIN, а также VRML, VRML-TIN, GeoTIFF, BIL, FLT, Winput, XYZ;

- конвертирование из проекции в проекцию как отдельных изображений, так и целых проектов.

ApplicationsMaster является ядром, на котором выстраивается технологическая цепочка из модулей, необходимых заказчику. В зависимости от решаемых задач из ниспадающего меню доступны те или иные модули системы.

MATCH-AT – модуль для полностью автоматического процесса аэротриангуляции всех типов кадровой съемки, полученной с помощью как аналоговых, так и цифровых камер. Он не имеет ограничений ни на количество снимков в блоке, ни на форму блока, ни на размер перекрытия между снимками. Автоматический сбор точек происходит по определенному шаблону, обеспечивающему создание надежных связей в блоке. Можно задать шаблон для работы с блоками нестандартной конфигурации. Высокая степень корреляции связующих точек достигается за счет комбинации объектно-ориентированного метода и метода наименьших квадратов в процессе мультипоточковой обработки дан-

ных. С помощью такого подхода обеспечивается высокая степень надежности автоматически набранных связующих точек даже в таких районах, где мало контуров (лесные массивы и т. п.). Для надежной работы данных алгоритмов в горных районах существует возможность использования приближенной модели рельефа. Качество связующих точек проверяется на каждом уровне обработки. Кроме того, программа имеет удобный инструмент для интерактивного контроля измерений. В модуле присутствует возможность измерения, редактирования и контроля точек всех типов в стереорежиме, поддерживаются как анаглифический режим, так и режимы с кадровой и построчной разверткой, а также режим поляризационного стерео. Модуль позволяет проводить калибровку аэрофотосъемочных систем.

MATCH-T – модуль для автоматического построения высокоточных ЦМР и ЦММ по данным аэро- или космической

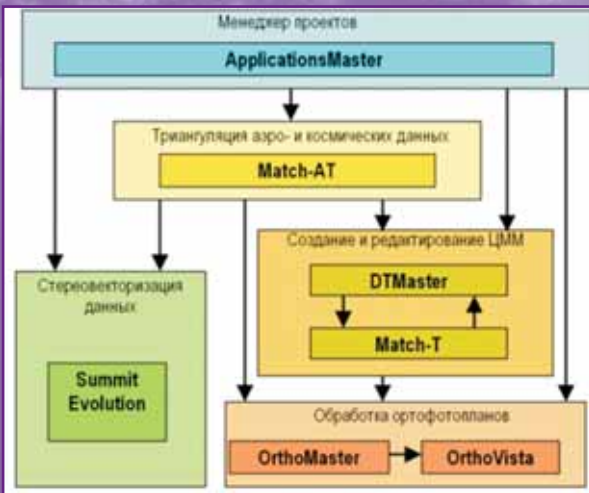


Рис. 1. Модули ПК INPHO для фотограмметрической обработки изображений

съемки. Имеется функция построения общей ЦМР с помощью разных алгоритмов на территории различных типов. Отличительной особенностью этого модуля является возможность использования в качестве дополнительной информации структурных линий как на этапе подготовки данных для автоматического извлечения ЦМР, так и на этапе редактирования и контроля построенной модели, а также передовой подход в фильтрации данных, позволяющий определять точки, описывающие рельеф местности и высотные объекты. В новой версии модуля MATCH-T DSM v 5.1 появился новый инструмент DSM generation, благодаря которому можно извлекать точные высокодетальные модели местности. Следует отметить, что плотность точек в этих моделях можно сравнить с плотностью «облаков точек», полученных при воздушном лазерном сканировании (рис. 2).

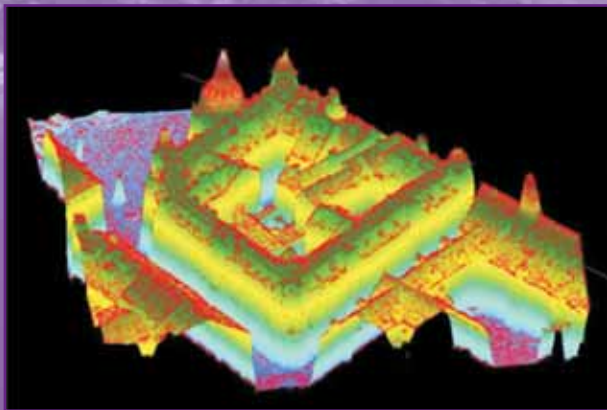


Рис. 2.
«Облако точек», полученное с помощью модуля MATCH-T

DTMaster – эффективный модуль контроля качества и редактирования точек ЦМР. Приложение позволяет работать с огромными массивами данных, количество точек может достигать нескольких сотен миллионов. Модуль работает как в моно-, так и в стереорежиме. В программу включены разнообразные фильтры, позволяющие в автоматическом и полуавтоматическом режиме редактировать ЦММ. С помощью настраиваемых фильт-

ров происходит классификация точек цифровой модели на точки, отображающие непосредственно землю, строения или растительность, что позволяет получать не только точные ЦМР, но и модели растительности или модели высотных препятствий. Кроме того, DTMaster оснащен передовой системой визуализации цифровых моделей, а также удобными инструментами для их редактирования. Высотная информация может быть представлена в виде точек, горизонталей, отмывки и т. п., а также в виде трехмерной поверхности или «облака точек». В данном модуле можно работать не только с ЦММ, полученными после обработки аэро- и космических снимков, но и с «облаками точек» по результатам воздушного лазерного сканирования.

OrthoMaster – профессиональное программное обеспечение для ортотрансформирования цифровых изображений. Это приложение позволяет выполнять

строгое ортотрансформирование аэро- и космических снимков, используя в качестве исходной информации элементы ориентирования снимков и ЦМР. Отличительной особенностью программы является ее возможность работать с информацией о рельефе практически в любом формате или с их комбинацией. Алгоритм строгого ортотрансформирования, заложенный в алгоритме программы, также позволяет получать такую высокотехнологичную продукцию, как True-Orthophoto (истинное ортофото). Сочетание OrthoMaster с модулем MATCH-T дает возможность значительно сократить трудоемкость создания подобной продукции.

OrthoVista – одно из наиболее мощных профессиональных программных средств для создания мозаик. Модуль использует передовые технологии обработки изображений, позволяющие максимально автоматизировать процесс получения высококачественных бесшовных мозаик из любых ортоизображений (рис. 3). OrthoVista позволяет автоматически генерировать линии шивки изображений даже на урбанизированные территории, используя современные алгоритмы распознавания объектов. Приложение обладает эффективными средствами радиометрической коррекции изображений, позволяющими компенсировать визуальные дефекты изображений и выравнивать яркост-

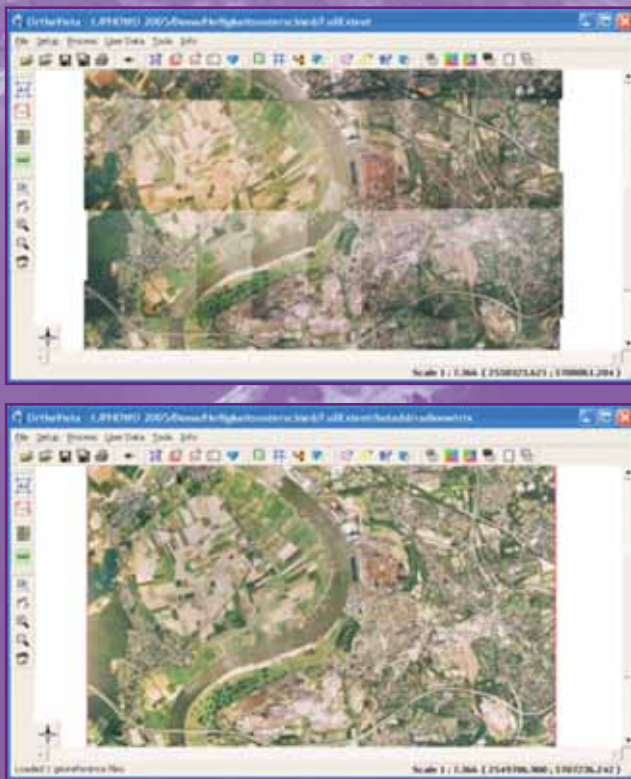


Рис. 3.
Создание мозаики в модуле OrthoVista:
— до обработки (вверху);
— после обработки (внизу)

ные и цветовые характеристики сшиваемых изображений. Благодаря высокой степени автоматизации процесс создания мозаик даже на большие территории становится менее трудоемким.

Summit Evolution является простым в использовании, усовершенствованным цифровым стереоплоттером для векторизации объектов местности по стереопарам аэро- и космических снимков непосредственно в среде AutoCAD, MicroStation или ArcGIS. Широкий набор инструментов собран в DAT/EM Capture и Stereo Capture для ArcGIS, которые являются неотъемлемой частью Summit Evolution и позволяют эффективно выполнять стереоизмерения. Подготавливаемые с по-

мощью Summit Evolution векторные данные, а также данные, импортированные из ГИС или систем автоматизированного проектирования, позволяют создавать и поддерживать в актуальном состоянии векторные карты и ГИС-проекты. Приложение Summit Evolution может работать в сочетании с другими модулями ПК INPHO, дополняя их удобными и простыми средствами создания трехмерных контуров.

Используя технологии компании INPHO, можно значительно повысить производительность и эффективность обработки изображений. При работе с большими проектами, содержащими несколько десятков тысяч снимков, используя серверные системы, обработку данных могут параллельно выполнять несколько исполнителей. Такой подход позволяет обрабатывать данные одного проекта одновременно на нескольких компьютерах, уменьшая, таким образом, время выполнения задачи.

Для наиболее эффективной работы с приложениями компании INPHO рекомендуется использовать дополнительное оборудование, такое как функциональная клавиатура DAT/EM Keypad для модуля Summit Evolution, 3D-контроллер Stealth

Mouse S2-E, высококонтрастная стереосистема Planar StereoMirror, состоящая из двух специализированных двадцатидюймовых жидкокристаллических мониторов с разрешением 1600x1200.

РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ INPHO ДЛЯ РАБОТЫ С ДАННЫМИ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Кроме программных модулей, выполняющих фотограмметрическую обработку изображений, компания INPHO предлагает решения для работы с данными воздушного лазерного сканирования.

SCOP++ – решение, хорошо зарекомендовавшее себя при построении трехмерных моделей местности. Это приложение эффективно при работе с проектами ЦММ любых размеров, данными воздушной лазерной съемки, обработке стереоизображений или любого другого источника. SCOP++ имеет широкие возможности по обработке и анализу трехмерных данных, в том числе по их редактированию, фильтрации и визуализации. Все модули SCOP++ позволяют обрабатывать многомиллионные «облака точек», что дает возможность работать над проектами на значительные территории, вплоть до общенациональных. Эффективность SCOP++ обусловлена работой с гибридными данными – данными разной структуры (GRID, TIN, структурные линии и т. д.) и передовыми методами их объединения. Это гарантирует создание высокоточной ЦММ, а также квалифицированную фильтрацию данных. Полнофункциональным решением для работы с ЦММ, в том числе и лидарными данными, является LIDAR Box, которое состоит из следующих модулей: SCOP++ Kernel, SCOP++ LIDAR и DTMaster.

Как и все разработки компании INPHO, ПО SCOP++ является модульным, что позволяет легко подобрать конфигурацию программного решения, оптимально подходящую для решения конкретных задач заказчика. SCOP++ включает в себя следующие модули: Kernel, LIDAR, Visualizer, Analyzer и TopDM.

Рассмотрим более подробно каждый из них.

SCOP++ Kernel является ядром SCOP++ и содержит основные средства для работы с высотной информацией, такие как:

- точная интерполяция ЦММ как с применением фильтров, так и без них;
- создание ЦММ, состоящей из миллиарда точек;
- создание горизонталей картографического качества;
- профилирование;
- гибкие средства отображения моделей;
- объединение растровой и векторной информации;
- 3D-визуализация с использованием геокодированных карт и снимков;
- поддержка широкого круга форматов, таких как, например, DXF, XYZ, ArcInfo, LAS (ASPRS Lidar data exchange format), HPGL, TIFF, JPEG, PDF, SCOP DTM, ArcInfo Grid, DTED, VRML и многих других.

SCOP++ LIDAR – специальное программное обеспечение, позволяющее максимально автоматизировать

работу с данными лазерного сканирования. Оно включает:

- фильтрацию бортовых лазерных данных для автоматической классификации сырого облака точек на наземные точки и точки на высотных объектах, для извлечения ЦМР;
- эффективные методы интерполяции с адаптацией к типу рельефа и покрытия;
- контроль любого этапа работы;
- устранение грубых ошибок в данных любого вида.

SCOP++ Visualizer предоставляет дополнительные возможности для визуализации цифровых моделей:

- перспективное отображение ЦММ в виде раstra, созданного в модуле SCOP++ Kernel;
- панорамное представление с подписью географических объектов.

SCOP++ Analyzer – приложение, позволяющее проводить расчеты по трехмерной информации:

- объединение ЦММ данных различного типа (DTM-алгебра);
- расчет объемов;
- создание разрезов, профилей;
- построение мозаики ЦММ.

SCOP++ TopDM (Topographic Data Management) создано для хранения, управления и архивирования ЦММ, в том числе на значительные территории. Оно позволяет выполнять:

- геокодирование относительных высотных моделей;
- строгую обработку геокодированных данных (работа с картографическим проекциями, датумами и уровнями поверхностями, принятыми в различных странах, возможность внедрения собственных картографических систем);
- управление ЦММ, редактирование, экспорт, импорт, объединение и т. п.;
- создание связей с базой данных ORACLE (при необходимости).

С 2008 г. компания «Совзонд» является официальным дистрибьютором программных решений компании INPHO на территории России и предлагает потребителям как отдельные приложения, так и комплексные решения в соответствии с задачами заказчика. На базе консалтингового центра компании «Совзонд» проводится обучение работе в программных модулях INPHO.

А.В. Гормаш (ООО «Тримм», Пермь)

В 2000 г. окончил Пермский ГТУ по специальности «инженер-геодезист». В настоящее время – директор ООО «Тримм».

Т.В. Дорофеева (ООО «Тримм», Пермь)

В 2006 г. окончила Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК) по специальности «прикладная геодезия». В настоящее время – ведущий специалист ООО «Тримм».

И.В. Оньков (ООО «Тримм», Пермь)

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

Влияние геометрических параметров съемки на точность ортофотопланов, создаваемых по снимкам с КА IKONOS

Точность цифровых ортофотопланов, созданных по космическим снимкам, играет определяющую роль при оценке возможности их использования для решения задач топографического и кадастрового картографирования, составления и обновления карт и планов. Исследованию различных аспектов данной проблемы, особенно после ввода в эксплуатацию космических съемочных систем высокого разрешения (IKONOS, QuickBird и пр.), обеспечивающих возможность картографирования в крупных масштабах (1:2000-1:5000), уделяется достаточно большое внимание [1-5].

Одним из основных факторов, влияющих на точность создания ортофотопланов по космическим снимкам, является геометрия съемки и, в первую очередь, угол наклона оптической оси камеры к снимаемой поверхности. Экспериментальная оценка влияния этого фактора на примере двух снимков IKONOS с большим ($43,1^\circ$) и малым ($10,6^\circ$) углом наклона камеры по 40 контрольным точкам, выполненная в работе [6], подтверждает этот факт и необходимость дальнейшего исследования этой проблемы с привлечением большего объема экспериментальных данных для получения более надежных статистических оценок.

В данной работе на основе созданных ортофотопланов территории города Перми по космическим снимкам IKONOS (Geo Ortho Kit) выполнены эксперимен-

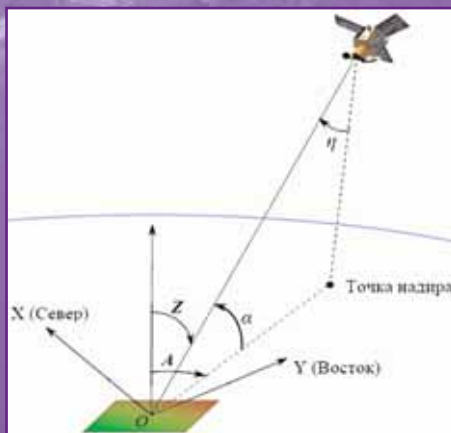


Рис. 1.
Геометрия космической съемки

тальные исследования точности ортофотоплана в зависимости от геометрических параметров съемки – угла отклонения от зенита Z и азимута направления на спутник A (рис. 1). Для исследования было использовано 12 снимков, полученных с 7 маршрутов в широком диапазоне углов зенитного отклонения от $1,6^\circ$ до $29,2^\circ$.

Как известно, процесс ортотрансформирования включает в себя процедуру вычисления поправок за рельеф местности на основе данных о геометрии съемки (в виде элементов внешнего ориентирования камеры) и данных о высоте снимаемых точек местности над некоторой, условно принятой поверхностью относимости. Эти данные хранятся в виде цифровой модели рельефа (ЦМР). В любом случае высоты точек ЦМР содержат неизбежные ошибки, так как они получены в результате измерений и некоторых математических преобразований, вносящих ошибки, например, операции интерполирования. В свою очередь, ошибка вертикальной составляющей цифровой модели рельефа Δh в некоторой точке P приводит к ошибке положения этой точки на ортофотоплане на величину Δr , пропорциональную котангенсу угла возвышения спутника α или тангенсу угла отклонения от зенита Z , т. е.:

$$\Delta r = \Delta h \cdot \operatorname{ctg} \alpha = \Delta h \cdot \operatorname{tg} Z,$$

причем направление смещения совпадает с азимутом направления на спутник A и знаком ошибки Δh .

Особенностью оптико-электронных систем космической съемки является малый угол поля зрения камеры

(IKONOS – $0,93^\circ$), вследствие чего при оценке точности можно считать значения углов α и A для всех точек одного снимка одинаковыми. В этом случае направления ошибок точек ортофотоплана, вызванные ошибками ЦМР, будут коллинеарны направлению на спутник, т. е. азимуты этих направлений будут совпадать.

Геометрия съемки также сказывается на разрешающей способности ортоизображения. С увеличением угла зенитного отклонения увеличивается расстояние S до спутника, что приводит к увеличению размера площади, покрываемой одним пикселем на поверхности Земли, – поперек направления на спутник пропорционально отношению S/H , вдоль направления – пропорционально отношению $S/(H \cdot \sin \alpha)$.

Для ортотрансформирования снимков г. Перми использовалась ЦМР, созданная путем оцифровки топографических карт масштаба 1:25 000 с высотой сечения рельефа 5 м. Средние квадратические ошибки высот ЦМР, по независимым оценкам, составили 1,0–2,5 м.

Фотограмметрическая обработка снимков и создание ортофотопланов выполнялось в программе «Талка 3.5» с использованием коэффициентов рациональных полиномов (RPC) и данных GPS-измерений координат и высот опознаков. Были определены координаты 176 опознаков, из которых 163 использовались как опорные при уравнивании блочной фототриангуляции, а 13 – в качестве контрольных.

Оценка точности ортофотопланов осуществлялась по отклонениям прямоугольных координат контрольных точек, измеренных на ортофотоизображении, от координат этих же точек, снятых с оцифрованных планшетов наземной топографической съемки масштаба 1:500 и цифровых планов масштаба 1:1000, созданных по материалам аэрофотосъемки, а также материалов геодезических измерений при координировании углов зданий. В качестве контрольных точек брались углы многоэтажных зданий, достаточно уверенно опознаваемые на фотоизображении (рис. 2). В общей сложности было измерено более полутора тысяч точек, покрывающих большую часть города с многоэтажной застройкой, на которую имелись материалы топографических съемок и геодезических измерений (рис. 3).



Рис. 2.
Пример выбора контрольных точек на ортофотоплане и цифровом топоплане масштаба 1:500



Рис. 3.
Распределение контрольных точек по территории г. Перми

Измерения группировались по признаку пространственной близости так, чтобы в каждой группе (выборке) было не менее 50 точек. Окончательно в обработку были приняты измерения на 1373 контрольных точках, сводные данные о которых приведены в табл. 1.

Статистическая обработка данных выполнялась в соответствии с предположением, что измеренные разности координат контрольных точек ΔX , ΔY являются суммами трех независимых ошибок: случайных погрешностей измерения ε_x , ε_y , систематических ошибок ξ_x , ξ_y , зависящих от координат контрольной точки, и

погрешностей δX , δY , вызванных погрешностями высот ЦМР, т. е.:

$$\Delta X = \varepsilon_x + \xi_x + \delta_x;$$

$$\Delta Y = \varepsilon_y + \xi_y + \delta_y.$$

Случайные погрешности разностей координат возникают вследствие ошибок опознавания контрольных точек на фотоизображении, ошибок дискретизации раstra, случайных погрешностей контуров на топографическом плане и т. д.

Причиной возникновения систематических ошибок, зависящих от координат контрольных точки, является, в основном, неоднородность топографических планов города, которые создавались на протяжении десятилетий различными организациями, использующими геодезические основы, часто не связанные между собой.

Для исключения систематических ошибок из измеренных разностей координат использовалась аффинная модель, коэффициенты которой оценивались из решения систем уравнений в каждой группе измерений по методу наименьших квадратов.

Остаточные отклонения координат V_x и V_y после выполнения процедуры аффинного преобразования рассматривались как случайные погрешности, зависящие только от случайных погрешностей измерений и цифровой модели рельефа.

В табл. 2 приведены основные статистические характеристики погрешностей измерений, полученные в результате описанной выше обработки.

Таблица 1

Число измерений по группам и маршрутам

Номер маршрута	Угол зенитного отклонения, °	Азимут направления на ИСЗ, °	Число групп на маршруте	Число измерений в маршруте
3336	1,6	16,5	3	215
7401	6,5	36,3	2	122
3337	10,8	13,2	4	268
7400	14,5	22,4	4	268
7399	22,6	18,5	3	168
3063	28,4	297,7	2	145
7398	29,2	289,6	2	187
Всего			20	1373

Основные статистические характеристики погрешностей измерений

№ группы	Z, °	A, °	n	a ₉₅ , м	b ₉₅ , м	θ, °	CE95, м
1	1,6	16,5	68	1,45	1,41	6,7	1,73
2			57	1,88	1,80	34,7	1,84
3			90	1,94	1,44	327,5	1,43
4	6,5	36,3	72	2,11	1,72	271,8	1,68
5			50	1,79	1,57	273,5	1,93
6	10,8	13,2	72	1,90	1,54	30,4	2,17
7			57	2,20	1,47	18,1	1,90
8			73	2,19	1,47	18,9	1,91
9			66	2,55	1,50	19,6	1,74
10	14,5	22,4	83	2,43	1,57	41,6	2,48
11			61	2,26	1,71	31,6	2,28
12			67	2,55	1,91	33,0	2,02
13			57	2,77	2,09	36,1	2,10
14	22,6	18,5	57	2,87	1,47	20,6	2,72
15			53	2,59	1,79	38,7	2,27
16	28,4	297,7	58	3,19	1,94	19,8	2,40
17			69	2,53	1,55	299,7	2,17
18	29,2	289,6	76	2,53	1,58	297,2	2,16
19			72	3,29	1,71	285,6	2,72
20			115	3,20	1,90	284,4	2,75

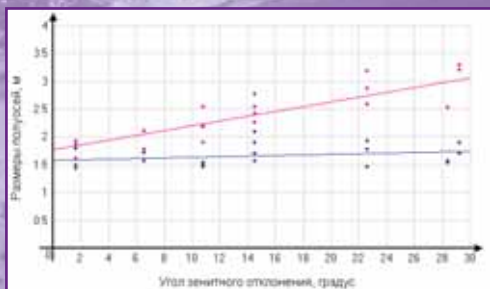


Рис. 4.
Зависимость большой и малой полуосей 95% эллипса ошибок от угла отклонения спутника от зенита

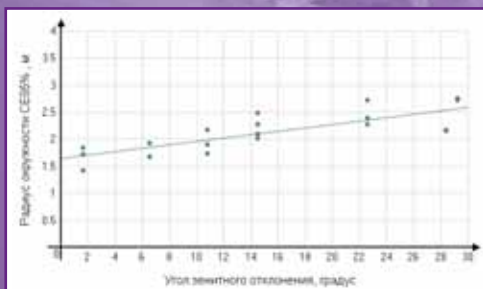


Рис. 5.
Зависимость круговой ошибки CE95 от угла отклонения спутника от зенита

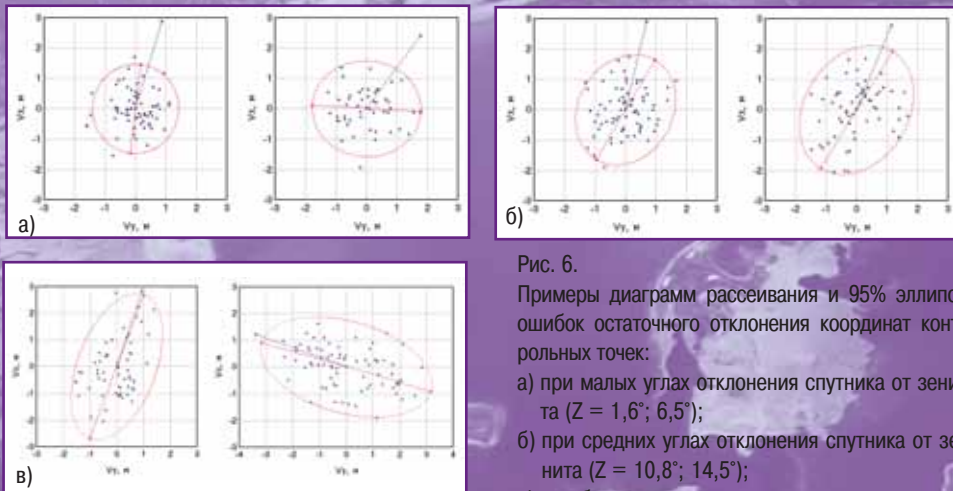


Рис. 6.

Примеры диаграмм рассеивания и 95% эллипса ошибок остаточного отклонения координат контрольных точек:

- а) при малых углах отклонения спутника от зенита ($Z = 1,6^\circ; 6,5^\circ$);
- б) при средних углах отклонения спутника от зенита ($Z = 10,8^\circ; 14,5^\circ$);
- в) при больших углах отклонения спутника от зенита ($Z = 22,6^\circ; 29,2^\circ$)

Полученные оценки статистических характеристик погрешностей с достаточной для практики точностью в диапазоне отклонений спутника от зенита от 0° до 30° могут быть аппроксимированы следующими линейными выражениями (рис. 4 и 5):

$$a_{95}(Z) \approx (1,81 + 0,041 \cdot Z) \text{ м};$$

$$b_{95}(Z) \approx \text{const} \approx 1,6 \text{ м};$$

$$CE_{95} \approx (1,65 + 0,031 \cdot Z) \text{ м}.$$

На рис. 6 приведены эллипсы ошибок при малых, средних и больших углах отклонения спутника от зенита, на которых отчетливо прослеживается зависимость направления большой полуоси эллипса ошибок от направления на спутник при больших углах отклонения спутника от зенита (направление на спутник показано синей линией).

Полученные в работе численные оценки и зависимости могут быть использованы как для установления требований к максимальному углу отклонения космической съемки от надира (на этапе заказа), так и для обоснования допусков к точности высот ЦМР при создании ортофотопланов по космическим снимкам IKONOS.

Полученные в работе численные оценки и зависимости могут быть использованы как для установления требований к максимальному углу отклонения космической съемки от надира (на этапе заказа), так и для обоснования допусков к точности высот ЦМР при создании ортофотопланов по космическим снимкам IKONOS.

Список литературы

1. Адров В.Н., Карионов Ю.А., Титаров П.С., Громов М.О., Харитонов В.Г. О точности создания ортофотопланов по снимкам QuickBird // Геопрофи. – 2005. – № 6. – С. 21-24.
2. Grodecki J., Gene D. IKONOS Geometric Accuracy. Proceedings of Joint Workshop of ISPRS Working Groups I/2, I/5 and IV/7 on High Resolution Mapping from Space 2001, Hannover, 2001.
3. Jacobsen K., Passini R. Accuracy of digital orthophotos from high resolution Space imagery. Proceedings of the Workshop High Resolution Mapping from Space 2003, Hannover 2003.

4. Amato R., Dardanelli G., Emmolo D., Franco V., Midulla P., Orlando P., Villa B. Digital orthophotos at a scale of 1:5000 from high resolution satellite images. <http://www.image-info.com/isprs2004/comm4/papers/431.pdf>.
5. Ganas A., Lagios E., Tzannetos N. An investigation into the spatial accuracy of the IKONOS 2 orthoimagery within an urban environment. National Observatory of Athens, Institute of Geodynamics. <http://www.pcigeomatics.com/tech-papers/ganas2002ijrs.pdf>.
6. Wolniewicz W. Geometrical capacity of the VHRS images collected with significant off nadir angle. <http://www.ipi.uni-hannover.de/fileadmin/institut/pdf/138-wolniewicz.pdf>.

О.Н. Колесникова (Компания «Совзонд»)

В 2001 г. окончила Московский государственный университет природообустройства. После окончания университета работает в компании «Совзонд», в настоящее время – руководитель отдела программного обеспечения.

Н.Б. Ялдыгина (Компания «Совзонд»)

В 2005 г. окончила механико-математический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. В настоящее время – специалист отдела программного обеспечения компании «Совзонд».

Создание лаборатории ДЗЗ в высших учебных заведениях

По мере развития технологий дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационных технологий, их активного использования при решении различных прикладных задач растет спрос на специалистов, имеющих соответствующую подготовку в данной области. Вузы, осуществляющие обучение по направлениям: ДЗЗ и геоинформационные системы (ГИС), фотограмметрия и кадастр, становятся объектами пристального внимания организаций, внедряющих или уже использующих результаты космической съемки и ГИС-технологии как основу в своей деятельности.

В связи с этим перед вузами встает важная задача: подготовить специалистов, имеющих представление о последних достижениях в области ДЗЗ и ГИС, обладающих опытом решения практических задач с использованием современных программных средств. Учитывая финансовые возможности вузов, это становится непременной задачей.

Для решения данной проблемы компания «Совзонд» предлагает создание лаборатории ДЗЗ, в основе которой лежит недорогое, но при этом современное и широко известное в мире программное обеспечение.

ЧТО ТАКОЕ ЛАБОРАТОРИЯ ДЗЗ?

Лаборатория ДЗЗ – это комплекс программных, аппаратных средств и технологий, предназначенных для получения, обработки и анализа данных ДЗЗ.

Основными задачами лаборатории ДЗЗ являются следующие.

1. Получение данных ДЗЗ (космических снимков).

Компания «Совзонд», являясь официальным дистрибьютором ведущих мировых операторов спутниковых данных – НЦ ОМЗ, DigitalGlobe, GeoEye, SpotImage, RESTEC, Infoterra и др., предлагает организациям, осуществляющим подготовку специалистов, данные ДЗЗ со спутников «Ресурс-ДК1», WorldView-1, QuickBird, IKONOS, GeoEye-1, OrbView-3, RapidEye, ALOS, ERS, ENVISAT и др. по специальной программе.

Другой путь получения материалов ДЗЗ – это подключение лаборатории к многопользовательской системе распределенного доступа к геопространственной информации, предлагаемой ведущими операторами спутниковых данных. Примером такой системы является сервис ImageConnect, разработанный компанией DigitalGlobe.

2. Первичная обработка космических снимков.

Первичная обработка данных ДЗЗ состоит из следующих этапов:

- создание проекта, импорт снимков, внутреннее ориентирование снимков;
- измерение опорных точек, триангуляция, внешнее ориентирование, уравнивание;
- построение цифровой модели рельефа (ЦМР);
- построение ортофотопланов;
- создание мозаики.

Результаты обработки позволяют подготовить космические снимки к автоматизированному и интерактивному дешифрированию, а также визуальному представлению.

3. Глубокий автоматизированный анализ данных ДЗЗ.

Такой анализ ДЗЗ включает:

- тематическую обработку данных ДЗЗ;
- спектральный анализ, тематическое дешифрирование и классификацию изображений;
- постклассификационную обработку;
- атмосферную коррекцию;
- проведение автоматизированного тематического дешифрирования;
- векторизацию данных, создание геоинформационной системы

Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы для подготовки широкого спектра аналитических картографических материалов по различной тематике, определения разнообразных статистических параметров.

4. Подготовка аналитических отчетов, презентационных материалов.

Эта задача предполагает создание качественных отчетных информационных материалов на основе данных космической съемки, содержащих результаты обработки и анализа и сопровождающихся необходимыми иллюстрациями, пояснениями и т. д.

ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ

В зависимости от профиля вуза и специфики решаемых задач технологии обработки данных в лаборатории ДЗЗ могут значительно различаться. Однако принципы обработки данных в любом случае едины. В связи с этим, вне зависимости от спектра стоящих перед лабораторией ДЗЗ задач, технология обработки данных состоит из следующих участков:

1. Ввод, первичная обработка информации.
2. Ведение базы геоданных.
3. Окончательная обработка и анализ информации.

На **первом участке** на основе разнородных геоространственных и атрибутивных данных создается новая информация, включающая:

- оптические и радиолокационные данные ДЗЗ и их характеристики;
- картографические данные, в том числе отсканированные с бумажных носителей;
- данные полевых наблюдений, полученные с помощью спутниковых приемников ГЛОНАСС/GPS;

- дополнительную атрибутивную информацию, необходимую для решения задач, стоящих перед лабораторией ДЗЗ.

Второй участок предназначен для ведения различных баз данных. Используя базы данных с разнородной информацией и данные, полученные по результатам тематической обработки на третьем участке, разрабатываются базы данных, включающие картографическую, космическую и иную информацию, а также данные наземных наблюдений. Информация из этих баз данных должна быть использована при формировании конечного результата, получаемого при работе третьего участка (аналитический отчет, результирующие тематические карты и пр.)

В рамках **третьего участка** проводится окончательная обработка и глубокий анализ данных, что позволяет обеспечить выход информации разного уровня обработки и аналитических материалов. Используя данные после первичной обработки, создается продукция, отвечающая задачам конкретного высшего учебного заведения. Она может быть следующей:

- серии оперативных тематических векторных, растровых электронных или бумажных карт, отображающих состояние экологически значимых параметров среды, таких как деградация растительности, заболачивание или опустынивание ландшафтов, развитие овражной эрозии и т. д.; а также кондиции объектов городской, сельской, транспортной и др. инфраструктур, в частности, состояние лесозащитных полос, развитие очагов лесных пожаров;
- результирующие тематические карты, отображающие состояние вышеперечисленных и многих других параметров за длительный промежуток времени, существующие и прогнозируемые тенденции;
- специализированные электронные карты или навигационные системы, готовые к загрузке в КПК или приемники GPS для поддержки выполнения функций управления объектами транспортной инфраструктуры;
- геоинформационные системы, включающие любые слои электронных карт, космические снимки на исследуемые территории, а также интерфейсы быстрого доступа к данным, позволяющие легко получить доступ к любой геоинформации;
- статистические выкладки, экспликации, инвентаризационные списки, графические статистические материалы (графики, диаграммы), а также экологичес-

кие оценки, оценки рисков и т. п. по необходимым территориям;

- текстовые отчеты-описания состояния наблюдаемых и изучаемых объектов и параметров;
- практические рекомендации для использования в качестве базы при принятии управленческих решений.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ КОМПАНИИ «СОВЗОНД» ПО ОСНАЩЕНИЮ ЛАБОРАТОРИИ ДЗЗ

Для реализации технологии обработки данных ДЗЗ необходим комплекс современных программных и аппаратных средств. Учитывая стоящую перед вузом задачу – без больших финансовых вложений предоставить студентам возможность использовать современ-

ные программные и аппаратные средства, компания «Совзонд» рекомендует доступные решения с широким спектром функциональных возможностей.

Успешная работа лаборатории ДЗЗ может быть обеспечена за счет использования разнообразного программного обеспечения и сервисов (рис. 1, 2). В таблице приведен перечень программных средств и сервисов, предлагаемых компанией «Совзонд» для оснащения лаборатории ДЗЗ, их назначение, объем и условия поставки.

В зависимости от состава программного обеспечения, масштабов решаемых задач, объемов обрабатываемых данных и количества пользователей определяются и соответствующие требования к аппаратному обеспечению лаборатории ДЗЗ. Лаборато-



Рис. 1.
Комплекс программных средств для лаборатории ДЗЗ

**Сервисы и программное обеспечение, предлагаемые компанией «Совзонд»
для оснащения лаборатории ДЗЗ**




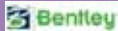
Наименование сервиса или программного обеспечения и компании – разработчика	Специальное предложение для вузов	Тип лицензии	Количество рабочих мест
Назначение			
 Сервис ImageConnect (DigitalGlobe, США)	ImageConnect	Фиксированная, ежегодно возобновляемая	1; 2-10; 11 и более
ImageConnect – плагин к ГИС ESRI (ArcGIS 8.x и 9.x), MapInfo (MapInfo Professional), Autodesk (Map 3D, Land Desktop, Raster Design, Civil 3D, и AutoCAD), позволяющий загружать космические изображения со спутников QuickBird и WorldView-1 в программную среду пользователя непосредственно из архива компании DigitalGlobe			
 Фотограмметрическая система INPHO (INPHO GmbH, Германия):	INPHO Education Package	Фиксированная или плавающая, бессрочная	10
- ApplicationsMaster; - MATCH-AT; - DTM Box (MATCH-T + DTMaster stereo); - OrthoBox (OrthoMaster + OrthoVista); - Summit Evolution	Лицензия на одно рабочее место со скидкой 50% от цен коммерческого прайс-листа		1
Решение стандартных задач в цифровом фотограмметрическом проекте, включая геокодирование, создание ЦМР, ортотрансформирование и стереоскопическую оцифровку			
 Программный комплекс ENVI (ITT Visual Information Solutions, США) и дополнительные модули:	Teaching License	Плавающая, бессрочная	10
- DEM; - ACM; - Fx; - SARscape; - Orthorectification	Лицензия на одно рабочее место со скидкой 50% от цен коммерческого прайс-листа	Фиксированная или плавающая, бессрочная	1
Визуализация и обработка данных ДЗЗ, проведение полного цикла обработки данных от ортотрансформирования и пространственной привязки изображения до получения необходимой информации и ее интеграции с данными ГИС			
 Специализированное программное обеспечение MicroStation и дополнительные приложения Bentley Map, Bentley Descartes, Bentley InRoads и др.; Bentley Geospatial Server ; Bentley Geo Web Publisher (Bentley Systems, США)	Bentley Academic SELECT – более 45 наименований ПО	Фиксированная или плавающая, ежегодно возобновляемая	10 и более
Организация хранения, архивирования и доступа к геопространственным данным, создание прикладных ГИС, разработка геопорталов с возможностью доступа к ним из локальной сети лаборатории			



Рис. 2.
Сервис ImageConnect позволяет загрузить данные ДЗЗ в ГИС пользователя



Рис. 3.
Аппаратное обеспечение лаборатории ДЗЗ

рия ДЗЗ может состоять из одного или нескольких автоматизированных рабочих мест (рис. 3) или являться крупным информационно-вычислительным центром с серверным и клиентским оборудованием. Компания «Совзонд» может порекомендовать необходимую комплектацию аппаратных средств с учетом специфики создаваемой лаборатории ДЗЗ и осуществить их поставку.

ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Предлагаемая лаборатория ДЗЗ представляет собой высокопроизводительный комплекс программно-аппаратных средств, который позволяет получать и обрабатывать данные с современных космических аппаратов ДЗЗ, в том числе радиолокационных. Она является масштабируемой и легко может быть доукомплектована при возникновении новых задач.

Создание такой лаборатории ДЗЗ в высшем учебном заведении позволит:

- решить основные проблемы подготовки специалистов в вузах: студенты получат возможность ознакомиться с полным циклом процесса обработки данных ДЗЗ, выполняемого при решении прикладных задач;
- у кафедр и факультетов вузов появится необходимая программно-аппаратная база для проведения исследовательских и лабораторных работ по основным направлениям обработки данных ДЗЗ;
- организации, принимающая на работу выпускника вуза, будут иметь дело с квалифицированным специалистом, обладающим опытом обработки и анализа данных ДЗЗ.

Инновационный научно-образовательный центр «СГГА-Совзонд»

Для успешной обработки аэрокосмических снимков необходимо иметь не только практические навыки работы с конкретным программным обеспечением, но и теоретические знания определенного уровня, позволяющие правильно применять процедуры обработки и оценивать результат. Недостаток теоретических знаний может привести к неправильным подходам при обработке изображений, некорректной оценке полученных результатов и созданию некачественной продукции.

С одной стороны специалисты, принимаемые на работу, должны владеть новыми технологиями, с другой – руководители предприятий должны понимать, что темпы развития современных цифровых технологий требуют постоянных вложений на целевую подготовку как молодых, так и имеющих производственный опыт сотрудников. Эти средства не только принесут выгоду и прибыль в долгосрочной перспективе, но и достаточно быстро окупятся.

Осознание этой проблемы, в первую очередь, производственными предприятиями разных форм собственности как раз и позволит обеспечить инновационное развитие страны.

В 2007 г. в Новосибирске на базе Сибирской государственной геодезической академии (СГГА) создан Инновационный научно-образовательный центр «СГГА-Совзонд». Основными задачами центра являются научные исследования

свойств мульти- и гиперспектральных космических снимков, разработка методик и технологий их применения для решения различных задач в области мониторинга территорий и отдельных объектов, создания топографических и специальных карт, а также подготовки и переподготовки специалистов по цифровым методам и технологиям обработки аэрокосмической информации.

Инновационный научно-образовательный центр «СГГА-Совзонд» предлагает ряд учебных программ, рассчитанный на широкий контингент слушателей, имеющих различную подготовку в области фотограмметрии и дистанционного зондирования.

Учитывая многолетний опыт кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования СГГА в обучении



Учебный класс Инновационного научно-образовательного центра «СГГА-Совзонд»

студентов различных специальностей и специализаций: фотограмметрия, дистанционное зондирование, аэрофотосъемка, дешифрирование снимков, цифровая обработка изображений и цифровая фотограмметрия, были разработаны учебные курсы, рассчитанные на различные уровни знания обучаемых и различные конечные цели обучения.

Программы учебных курсов включают следующие направления обучения:

- общее знакомство с методами дистанционного

зондирования и космическими съемками, основными операциями программных комплексов ENVI и SDS (цифровой стереоплоттер, разработанный на кафедре фотограмметрии СГГА);

- основы методов дистанционного зондирования, современные космические съемочные системы, технологии создания фотопланов и ортофотопланов по космическим снимкам с использованием комплекса ENVI;
- основы теории автоматизированного дешифрирования мультиспектральных снимков и реализация

технологии дешифрирования с использованием комплекса ENVI;

- автоматизированные технологии мониторинга природных объектов с использованием космических изображений и аэрофотоснимков на основе программных комплексов ENVI и SDS;

- основы аэрокосмического мониторинга объектов нефтегазодобывающей отрасли;

- оперативная обработка аэрофотоснимков для создания фотопланов и ортофотопланов с использованием программного комплекса MonoSDS.

Для работы в центре привлекаются квалифицированные специалисты кафедры фотограмметрии и дистанционного зондирования СГГА, а также специалисты из институтов Сибирского отделения РАН и ведущих производственных предприятий в области фотограмметрии, дистанционного зондирования и мониторинга.

Эффективность подготовки кадров в центре во многом зависит от взаимодействия центра с производственными предприятиями как с технической, так и с финансовой точек зрения.

(Л.Г. Евстратова, СГГА)



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 ЦПГ «Терра-Спейс». В настоящее время – главный инженер компании «Совзонд».

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.

ОРТОРЕГИОН – новый продукт для создания топографических карт*

Специалисты компании «Совзонд» завершили работу по созданию региональных ортомозаик на значительную часть территории Российской Федерации с разрешением 2,5 м – ОРТОРЕГИОН.

В основе этого продукта лежат ортотрансформированные панхроматические снимки, полученные съемочной системой PRISM, установленной на борту спутника ДЗЗ ALOS (Япония). Ортотрансформирование сцен выполнялось с помощью коэффициентов рациональных полиномов (RPC) без применения наземных опорных точек (GSP), а в качестве информации о рельефе местности использовалась открытая общедоступная цифровая модель местности SRTM.

Отдельные ортотрансформированные сцены «сшивались» в единое растровое поле с выравнением тона и последующей «нарезкой» на отдельные фрагменты, покрывающие административные районы или регионы РФ.

ОРТОРЕГИОН имеет следующие основные характеристики:

- пространственное разрешение – 2,5 м;
- цвет изображения – черно-белый;
- актуальность – 2006-2008 гг.;
- облачность – не выше 20%;
- динамический диапазон – 8 бит;

- пространственная привязка – мировая геодезическая система WGS-84;
- абсолютная точность – 10 м.

Продукт ОРТОРЕГИОН (рис. 1) является дополнением к серии региональных ортомозаик РФ, создаваемых в компании «Совзонд» с использованием космических изображений с пространственным разрешением 0,5-1 м и 10 м.



Рис. 1. Образец продукта ОРТОРЕГИОН (ортотомозаика на Рузский район Московской области)

* Статья подготовлена с использованием материалов, предоставленных Е.А. Кобзевой (ФГУП «Уралгеоинформ»), И.В. Оньковым (ООО «Тримм») и Н.Д. Фоменко (АО «Казгеокосмос»).

Высокое качество продукта ОРТОРЕГИОН объясняется беспрецедентно высокой точностью значе- ний RPC, сопровождающих каждую сцену съемки ALOS/PRISM (The Geometric Accuracy Evaluation Results of RPC (Ver.1.3), RESTEC), а также использо- ванием в мозаике, в основном, снимков с уклоне- нием от надира в пределах $1,5^\circ$ (PRISM NADIR).

Компания «Совзонд» обратилось к своим партне- рам – ФГУП «Уралгеоинформ» (Екатеринбург), ООО «Тримм» (Пермь) и АО «Казгеокосмос» (Казахстан, Алма-Ата) с просьбой оценить фактическую точ- ность созданной ортомозаики и ее изобразительные качества.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ФГУП «УРАЛГЕОИНФОРМ»

Различные подразделения «Уралгеоинформ» бо- лее пяти лет активно используют космические сним- ки для обновления и создания топографических и тематических карт всего масштабного ряда. Поэто- му, приступая к тестированию, специалисты пред- приятия настороженно отнеслись к продукту ОРТОРЕ- ГИОН, созданному без опорных точек и подробной информации о рельефе местности.

Для тестирования был выбран фрагмент ОРТОРЕ- ГИОН на территорию Свердловской области пло-

щадью 4000 км^2 . Он был составлен из двух ортос- нимков ALOS/PRISM от 7 сентября 2007 г. и 26 июля 2008 г., т. е. снимков, полученных с интервалом в один год, с разных орбит и с разными значениями RPC (рис. 2). Треть территории выбранного участка занята населенными пунктами, сельскохозяйствен- ными угодьями и дорогами различных классов. Ост- альная часть покрыта лесом, озерами и мелкими реками, частично заболочена. Местность всхолм- ленная, с перепадом высот от 90 до 250 м.

Оценка ортомозаики проводилась по ее геомет- рической точности и изобразительному качеству в соответствии с нормативными требованиями, предъявляемыми к фотопланам масштаба $1:25\,000$, изложенными в Инструкции по фотограмметриче- ским работам при создании цифровых топографиче- ских карт и планов (ГКИНП (ГНТА)-02-036-02).

Геометрическая точность проверялась по ее откло- нениям планового положения контрольных точек на снимках и местности и по расхождениям контуров на смежных снимках.

На местности в качестве контрольных точек были выбраны углы домов и других строений, отдельно стоящие деревья, которые надежно дешифривова- лись на ортомозаике фрагмента ОРТОРЕГИОН. Всего было выбрано 19 контрольных точек, плановые коор- динаты которых были определены на местности с по-

мощью двухчастотного спутникового приемника GPS с точностью в плане 1 м и измерены на ортомозаике. В результате оценки среднее отклоне- ние планового положения контроль- ных точек составило $4,91 \text{ м}$, а макси- мальное – $7,8 \text{ м}$. Наблюдался систе- матический сдвиг изображения на ортомозаике на $+3,4 \text{ м}$ в направлении на север и $-2,0 \text{ м}$ – на восток (рис. 2). Полученные значения отклонений в контрольных точках удовлетворяют требованиям, установленным в инструкции ГКИНП (ГНТА)-02-036-02, согласно которой они должна быть не более $12,5 \text{ м}$ ($0,5 \text{ мм}$ в масштабе фо- топлана $1:25\,000$).

Для оценки планового расхожде- ния контуров на смежных снимках



Рис. 2.
Схема расположения контрольных точек и вектора невязок

использовались ортотрансформированные, но еще не объединенные в мозаику, снимки ALOS/PRISM. На левом и правом снимках в зоне перекрытия выбирались одноименные точки на четких контурах: углы

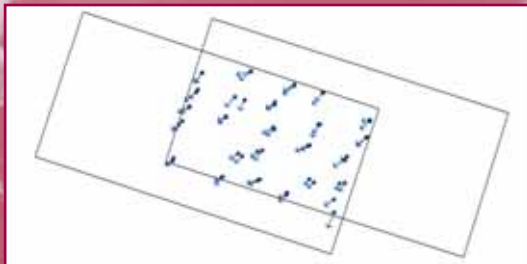


Рис. 3.
Схема расположения одноименных точек и вектора невязки

зданий, пересечения небольших асфальтовых дорожек, отдельные деревья. Всего было выбрано 50 точек (рис. 3), координаты которых измерялись и сравнивались между собой. Среднее квадратическое отклонение координат составило 9,1 м, максимальное – 13,2 м, а систематический сдвиг оказался равным -5,5 м в направлении на север и -6,6 м – на восток. Эти значения не превышают допустимых значений, установленных инструкцией ГКИНП (ГНТА)-02-036-02 – 17,5 м (0,7 мм в масштабе 1:25 000 для равнинных и всхолмленных районов). На рис. 4 приведена иллюстрация смещения контуров на левом и правом ортотрансформированных снимках ALOS до создания мозаики.

Оценка изобразительных качеств продукта ОРТОРЕГИОН осуществлялась визуально. Проведенные исследования показали, что мозаика воспринимается единым изображением одинаковой тональности, стыки смежных снимков не заметны (рис. 4). Кроме того, практически отсутствуют вертикальные полосы от соседних элементов линеек ПЗС съемочной камеры PRISM, что явно читалось на ранних снимках ALOS/PRISM в 2006 г.

На основании полученных результатов специалисты «Уралгеоинформ» сделали следующий вывод. Продукт ОРТОРЕГИОН можно рекомендовать в качестве фотоосновы для обновления топографических карт и изготовления другой картографической продукции масштаба 1:25 000 на равнинные и всхолмленные районы. Вопрос о его пригодности для картографирования горных районов требует дополнительных исследований. Ввиду автоматической и практически бесконтрольной технологии изготовления мозаики, для выявления случайных ошибок обработки космических снимков обязательна проверка качества ортомозаики по нескольким контрольным точкам и по расхождениям контуров на смежных снимках. Такая проверка может являться заключительным этапом при изготовлении ортомозаики либо входным контролем при покупке продукта ОРТОРЕГИОН различными организациями.



Рис. 4.
Согласование контуров на ортотрансформированных снимках ALOS до создания ортомозаики

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ООО «ТРИММ»

Из снимков, которые использовались для создания ОРТОРЕГИОН, специалистам компании «Тримм» для исследований было предоставлено два снимка на территорию г. Перми и его окрестностей (рис. 5) с 5% поперечным перекрытием и данные для пространственной привязки снимков к системе плоских

прямоугольных координат Гаусса-Крюгера (СК-42, 10 зона).

Целью работы, выполненной специалистами компании «Тримм», являлась оценка геометрической точности ортоснимков по отклонениям координат контрольных точек на снимках и местности.

В качестве опорных и контрольных точек использовались наземные опознаки, координаты которых измерялись с помощью двухчастотных приемников GPS в режиме «быстрая статика» с опорой на 5 пунктов триангуляции 2-3 класса городской геодезической сети. В общей сложности были измерены на снимке и местности и приняты в обработку координаты 12 опознаков на левом снимке и 67 опознаков на правом снимке (рис. 6).

В качестве математической модели связи системы координат снимка и системы плоских прямоугольных координат проекции Гаусса-Крюгера была принята модель конформного преобразования плоскости, описываемая двумя параметрами сдвига, углом поворота и коэффициентом масштаба (преобразование Гельмерта).

Математическая обработка результатов измерений выполнялась в соответствии с предположением, что разности между измеренными координатами точки на снимке и ее координатами, измеренными на местности, являются суммой двух составляющих: систематической погрешности, описываемой преобразованием Гельмерта, и аддитивной случайной погрешности с двумерным нормальным законом распределения вероятностей.

Оценка геометрической точности снимков осуществлялась в трех вариантах.

Без привязки по наземным опорным точкам. Привязка исходных растров выполнялась по координатам углов, предоставленных вместе со снимками. Все измеренные на



Рис. 5.
Географическое положение ортоснимков

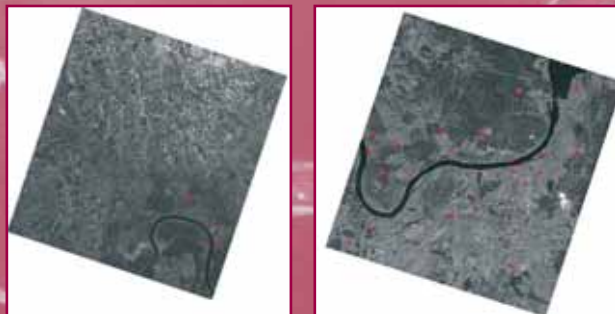


Рис. 6.
Схемы размещения опознаков на снимках



Рис. 7.
Расположение контрольных опознаков на ортомозаике (кресты голубого цвета – левый снимок, кресты красного цвета – правый снимок)

снимках опознаки рассматривались как контрольные точки. Средние погрешности положения контрольных точек составили 6,7-9,3 м, максимальная – 12,2 м. Основной вклад в ошибку вносит систематический сдвиг, вызванный неточностью пространственной привязки растров.

С привязкой по одной наземной опорной точке. Параметры систематического сдвига оценивались по координатам этой точки. Скорректированные координаты контрольных точек вычислялись с учетом найденных параметров сдвига. Средние погрешности положения контрольных точек составили 2,6-2,8 м, максимальная – 6,5 м. Число радиальных погрешностей более 5 м не превысило 5%.

С привязкой по нескольким наземным опорным точкам. По опорным опознакам оценивались четыре параметра преобразования Гельмерта и с полученными значениями параметров вычислялись координаты контрольных точек. Число наземных опорных точек (опознаков) принималось равным – 2, 4, 8 и 16. Средние погрешности положения контрольных точек, в зависимости от числа опорных точек, составили соответственно: 2,25, 2,02, 1,92 и 1,87 м.

Во всех вариантах максимальные радиальные погрешности контрольных точек не превысили 5 м. Как видно из приведенных выше данных, увеличение числа наземных опорных точек более четырех не приводит к существенному повышению точности.

Точность оценок масштаба и угла разворота преобразования Гельмерта и, следовательно, точность вычисления координат контрольных точек в значительной степени зависит от геометрии расположения наземных опорных точек на снимках. Опорные точки следует выбирать по периметру снимка и на максимальном расстоянии друг от друга.

Анализ параметров преобразования Гельмерта двух исходных ортоснимков показал, что они имеют практически одинаковый масштаб и взаимный угол разворота, близкий к нулю. Учитывая это обстоятельство, «сшивку» растров ортоснимков в единый растр ортомозаики выполнялась с учетом только взаимных сдвигов по строкам и столбцам растра, величины которых рассчитывались в двух вариантах:

- привязка углов исходных изображений в системе координат СК-42;
- по измерениям растровых координат связующих точек в зоне двойного перекрытия снимков.

В первом варианте разности геодезических координат углов левого и правого снимка преобразовывались в разности их растровых координат с использованием номинального значения размера пикселя на местности, равного 2,5 м.

Во втором варианте сдвиг левого снимка относительно правого определялся по разностям растровых координат связующих точек в зоне двойного перекрытия снимков. В качестве связующих точек выбирались четкие контуры на местности, уверенно опознающиеся на обоих снимках. В общей сложности были измерены координаты 119 точек, достаточно равномерно распределенных по площади двойного перекрытия снимков.

Оценка точности сшивки растров выполнялась по измеренным координатам двух групп опознаков

(12 на левом снимке, 15 – на правом), расположенных вблизи линии шивки (рис. 7). Средний сдвиг двух групп опознаков ортомозаики, «сшитой» по координатной привязке, составил 5,3 м, по связующим точкам – 1,9 м.

На основании выполненных исследований специалисты компании «Тримм» сделали вывод о достаточно высокой геометрической точности продукта ОРТОРЕГИОН, созданного по снимкам ALOS/PRISM на основе коэффициентов рациональных полиномов и цифровой модели рельефа SRTM.

ОРТОРЕГИОН может быть использован для составления и обновления топографических карт масштаба 1:25 000 без привлечения дополнительных данных.

Уточнение координатной привязки, масштаба и ориентировки ортоснимка даже по небольшому числу (4-8) опорных точек позволяет повысить его точность в 2-3 раза и использовать для составления и обновления топографических планов масштаба 1:10 000. Для подтверждения этого вывода на ортоснимке, откорректированном по 8 опознакам, были измерены 200 углов многоэтажных зданий с известными геодезическими координатами, снятыми с цифрового плана города масштаба 1:500. По результатам статистической обработки данных средняя квадратическая погрешность определения координат углов зданий по снимку составила 1,92 м,

средняя радиальная погрешность – 2,48 м, максимальная радиальная – 4,87 м, что вполне удовлетворяет требованиям к точности топографических планов масштаба 1:10 000.

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ АО «КАЗГЕОКОСМОС»

Оценка графической точности продукта ОРТОРЕГИОН специалистами АО «Казгеокосмос» проводилась путем вычисления разностей координат контрольных точек на ортомозаике и на карте масштаба 1:10 000. Карта была создана по материалам аэросъемки камерой Vexcel UltraCamX с разрешением пикселя растрового изображения на земле 50 см и с использованием наземных опорных точек. Карта имела точность в плане порядка 20-25 см (среднее квадратичное отклонение).

Векторные слои карты совмещались с растровым изображением ортомозаики (рис. 8) в прямоугольной системе координат UTM WGS-84 (42 зона). В качестве контрольных точек выбирались четкие контуры векторного слоя карты, однозначно дешифрируемые на ортомозаике. Были измерены координаты (X и Y) этих точек в shp-файле карты и на растровом изображении ортомозаики, вычислены разности (Δx и Δy) и смещения Δ_s (см. таблицу).

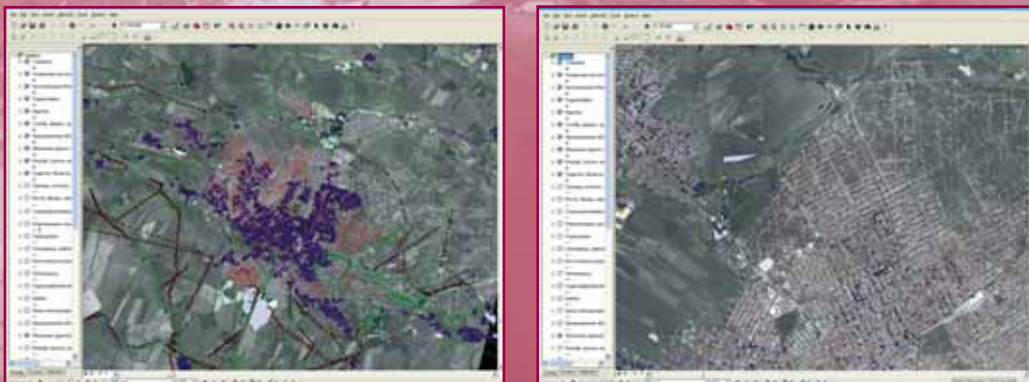


Рис. 8.
Наложение векторных слоев карты на растровое изображение ортофотомозаики

Результаты оценки точности геометрического положения контрольных точек

№ точки	Координаты в shp-файле, м		Координаты раstra ортомозаики, м		Δ, м		Δ _г , м
	X	Y	X	Y	Δ _x	Δ _y	
1	537435,85	4690877,0	537427,91	4690884,92	7,94	-7,92	11,21
2	540855,46	4689963,84	540858,11	4689975,75	-2,65	-11,91	12,2
3	550728,41	4689598,72	550715,18	4689602,68	13,23	-3,96	13,8
4	553272,38	4688872,43	553265,77	4688885,0	6,61	-12,57	14,2
5	554613,65	4689636,44	554605,71	4689643,06	7,94	-6,62	10,33
6	559631,04	4678915,61	559620,98	4678923,43	10,06	-7,82	12,74
7	552658,01	4679791,71	552649,07	4679799,53	8,94	-7,82	11,87
8	545598,92	4684658,31	545593,34	4684665,01	5,58	-6,7	8,71
9	544539,56	4684914,21	544527,27	4684919,80	12,29	-5,58	13,5
10	530933,90	4678523,32	530926,43	4678527,59	7,47	-4,27	8,6
11	531710,8	4678466,76	531704,46	4678471,03	6,34	-4,27	7,64
12	535286,19	4679689,84	535276,58	4679695,17	9,61	-5,33	10,98
13	542306,62	4678131,64	542298,08	4678139,11	8,54	-7,47	11,34
14	544388,85	4681115,7	544376,04	4681121,03	12,81	-5,33	13,87
15	535805,21	4685785,13	535794,63	4685791,74	10,58	-6,61	12,47

В результате оценки было определено среднее значение отклонения положения контрольных точек в плане, которое составило 11,14 м.

По мнению специалистов АО «Казгеокосмос» такая точность позволяет использовать ОРТОРЕГИОН при создании и обновлении карт масштабов от 1:25 000 (с использованием для ортокоррекции наземных опорных точек) до 1:100 000 (без использования для ортокоррекции наземных опорных точек), а также в качестве картографической основы при выполнении различных тематических ГИС-проектов.

Кроме того, было отмечено, что по ортомозаике уверенно дешифрируются объекты, подходящие по классификатору к масштабу 1:25 000, а детальность вполне соответствует масштабу 1:20 000.

Основываясь на результатах исследований, выполненных специалистами из организаций – партнеров компании «Совзонд», можно сделать следующую

вывод. По своим характеристикам продукт ОРТОРЕГИОН может служить основой для:

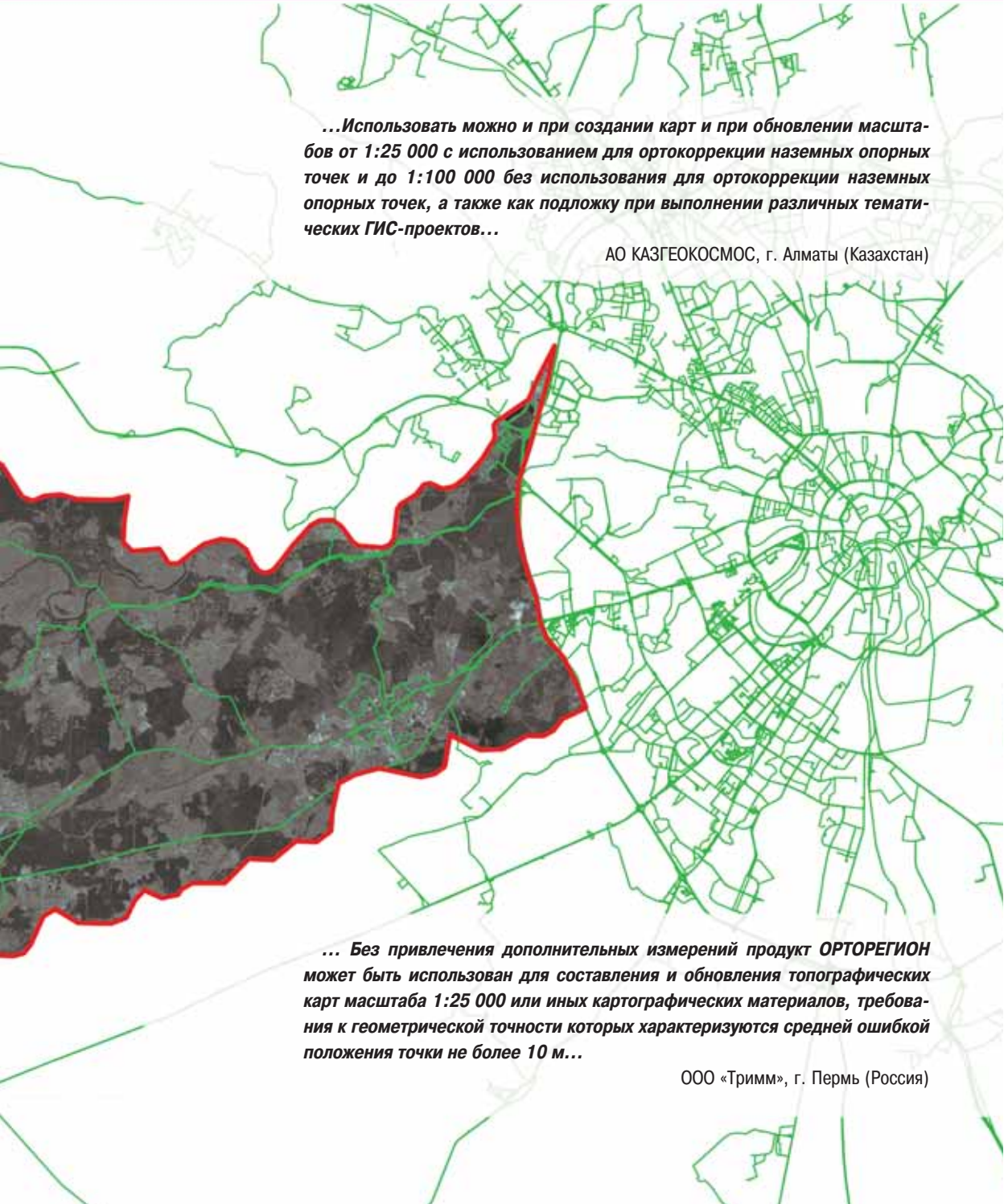
- обновления топографических карт масштаба 1:25 000-100 000;
- создания тематических и навигационных карт;
- создания web-приложений, использующих космические снимки.

В заключение отметим, что быстро развивающиеся технологии дистанционного зондирования все шире используются для решения различных прикладных задач. Реальностью стало получение точной пространственной информации без сбора наземных данных, что приводит к существенному сокращению финансовых и, что иногда более важно, временных затрат.

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



Одинцовский район, Московская область



...Использовать можно и при создании карт и при обновлении масштабов от 1:25 000 с использованием для ортокоррекции наземных опорных точек и до 1:100 000 без использования для ортокоррекции наземных опорных точек, а также как подложку при выполнении различных тематических ГИС-проектов...

АО КАЗГЕОКОСМОС, г. Алматы (Казахстан)

... Без привлечения дополнительных измерений продукт ОРТОРЕГИОН может быть использован для составления и обновления топографических карт масштаба 1:25 000 или иных картографических материалов, требования к геометрической точности которых характеризуются средней ошибкой положения точки не более 10 м...

ООО «Тримм», г. Пермь (Россия)

А.В. Егоров (НИИ геодезии и картографии, Киев, Украина)

В 2005 г. окончил факультет геоинформационных систем управления территориями Киевского национального университета строительства и архитектуры по специальности «геоинформационные системы и технологии». В настоящее время – заведующий лабораторией НИИ геодезии и картографии.

Е.В. Кобылинская (НИИ геодезии и картографии, Киев, Украина)

В 2007 г. окончила факультет геоинформационных систем управления территориями Киевского национального университета строительства и архитектуры по специальности «геоинформационные системы и технологии». В настоящее время – младший научный сотрудник НИИ геодезии и картографии.

Ю.А. Карпинский (НИИ геодезии и картографии, Киев, Украина)

В 1973 г. окончил факультет городского строительства Киевского инженерно-строительного института (в настоящее время – Киевский национальный университет строительства и архитектуры) по специальности «инженерная геодезия». В настоящее время – директор НИИ геодезии и картографии.

Л.А. Скакодуб (НИИ геодезии и картографии, Киев, Украина)

Окончил факультет фотограмметрии и военной топографии Ленинградского высшего военно-топографического командного училища по специальности «инженер аэрофотогеодезии». В настоящее время – заведующий лабораторией НИИ геодезии и картографии.

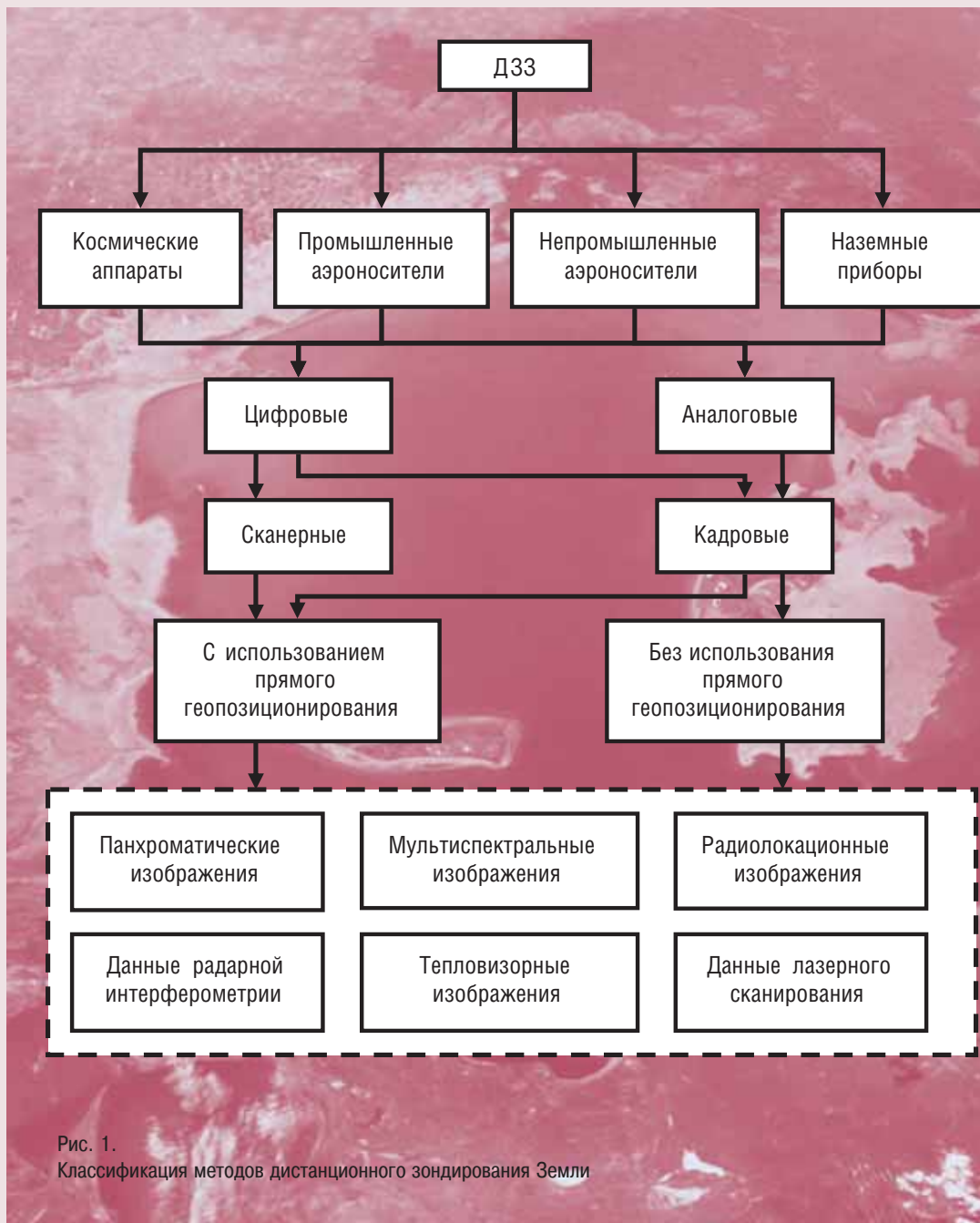
Построение и обустройство полигона ДЗЗ для обеспечения крупномасштабного топографического картографирования на Украине

Полигон дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) создается как некоммерческий проект Государственной службой геодезии, картографии и кадастра Украины для апробирования технологий создания крупномасштабных топографических карт и планов городов (включая масштаб 1:2000) по материалам аналоговых и цифровых систем дистанционного топографического картографирования. Современные средства ДЗЗ и программное обеспечение позволяют значительно повысить производительность труда и точность создания топографических основ при изготовлении картографических произведений. Уровень развития средств и методов обработки данных ДЗЗ из космоса по своим возможностям вплотную приближается к продукции, получаемой по материалам аэрофотосъемок (рис. 1).

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИГОНА ДЗЗ

Полигон ДЗЗ (рис. 2), занимающий площадь 252 км², расположен в 20 км на юго-запад от г. Винница и имеет географические координаты: 49°00′00″– 49°07′20″ северной широты и 28°18′00″– 28°32′00″ восточной долготы.

В географическом отношении полигон находится на окраине Подольской возвышенности и представляет собой грядово-волнистую поверхность, изрезанную ярами и балками с глубиной 20-40 м. Абсолютные высоты над уровнем моря колеблются в пределах 220-310 м. Местность густонаселенная, дорожная сеть развита хорошо. По территории полигона протекает р. Южный Буг, ширина берега 50-80 м. Почва распахана под сельскохозяйственные культуры. Лес занимает 10% территории.



ПОСТРОЕНИЕ И ОБУСТРОЙСТВО ПОЛИГОНА ДЗЗ

Подготовка полигона ДЗЗ состояла из комплекса топографо-геодезических работ по созданию инфраструктуры полигона, включающей:

- модель квазигеоида с сечением 0,1 м;
- систему опознавательных точек, замаркированных бетоном в виде двух лучей размером 1,0x2,0 м, геодезические координаты которых определены в международной системе координат ITRS/ETRF89 с высокой точностью;
- участки местности, выбранные в качестве «эталонных», на которых с точностью масштаба 1:500 выполнена топографическая съемка контуров на застроенной территории площадью 40 га и рельефа на незастроенной территории площадью 210 га;
- цифровую модель рельефа местности с сечением 1 м, полученную по топографической карте масштаба 1:10 000;
- материалы аэрофотосъемки, выполненные аналоговой камерой (RC30, Leica Geosystems, Швейцария) в масштабах 1:8000 и 1:15 000 и цифровой камерой (3-DAS-1, НПП «Геосистема», Украина) в масштабе 1:11 000;
- результаты космических съемок 2007-2008 гг. со спутника QuickBird, уровень обработки Standard OrthoReady.



Рис. 2
Границы полигона ДЗЗ

В дальнейшем планируется дополнить инфраструктуру полигона результатами космических съемок, которые будут получены весной 2009 г. со спутников WorldView-1, GeoEye-1, RapidEye, цифровой камерой UltraCam D Vexel и др.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Полигон ДЗЗ должен обеспечить проведение следующих исследований:

- разработка «точных» моделей измерительных свойств данных аэро- и космических съемок;
- установление взаимосвязи радиометрических характеристик изображений с дешифровочными возможностями данных ДЗЗ;
- определение фактической разрешающей способности аэрозъемочных и космических систем;
- изучение спектральных характеристик растительного покрова спектрометрическими приборами в полевых условиях;
- оценка экономической эффективности и себестоимости разнообразных технологических схем создания карт.

Результаты исследований будут содержать материалы по апробированию: аналоговых и цифровых аэрокамер; космических съемочных систем высокого (до 1 м, в том числе в режиме стерео) и среднего (2-8 м) разрешения на местности; возможностей многозональных космических

съемок для дешифрирования и интерпретации топографических и тематических объектов, а также результаты гармонизации классификатора растительного покрова на основе тестовых полигонов с европейскими системами классификации, оценку дешифровочных возможностей данных ДЗЗ и выбор оптимальных технологий обработки данных ДЗЗ.

Выполнение запланированных на полигоне работ позволит:

- обосновать выбор оптимальных технологических схем топографического дистанционного картографирования;
- разработать нормативные документы по созданию и обновлению топографических карт и планов городов по материалам ДЗЗ;
- создать центр по оценке соответствия и сертификации разнообразных аэрозъемочных и космических систем ДЗЗ.

А.Г. Демиденко (ЗАО КБ «Панорама»)

В 1989 г. окончил факультет прикладной математики Харьковского ВВКИУРВ им. Н.И. Крылова. В настоящее время – заместитель генерального директора ЗАО КБ «Панорама» по научной работе. Кандидат технических наук.

И.В. Слива (ООО «Агрокультура»)

В настоящее время – генеральный директор ООО «Агрокультура», старший преподаватель кафедры почвоведения РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

А.В. Трубников (ООО «Агрокультура»)

В настоящее время – технический директор ООО «Агрокультура», аспирант факультета почвоведения, агрохимии и экологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Построение агрономической ГИС

Для управления сельскохозяйственным предприятием, производящим продукцию растениеводства, необходима объективная информация о размерах и состоянии сельскохозяйственных угодий. Большой объем пространственно-распределенной информации о расположении сельскохозяйственных полей, их состоянии, выращиваемых культурах, агрономических мероприятиях и т. п. можно обрабатывать и анализировать только при помощи программного обеспечения, учитывающего как пространственную привязку, так и специальные сведения. Специализированные геоинформационные системы (ГИС) для сельского хозяйства в Европе и США уже давно стали необходимым компонентом комплексного управления хозяйством. В Российской Федерации ситуация несколько отличается, причем, не в лучшую сторону.

Такое состояние дел было обусловлено изменением системы информационного обеспечения сельхозпредприятий, которая действовала через сеть предприятий ВИСХАГИ, созданных для этих целей Министерством сельского хозяйства СССР. В результате продолжительного застоя в данной отрасли сложилась ситуация, при которой сельхозпроизводители не имеют в своем распоряжении качественных картографических материалов, а уровень информационной подготовки специалистов хозяйства соответствует уровню 1980-х гг.

Картографические материалы, имеющиеся в хозяйствах, обычно неполны, в значительной степени устарели и не отвечают современным требованиям, предъявляемым к ним интенсивными агротехнологиями. Находящиеся в сельхозпредприятиях картографи-

ческие материалы можно условно разделить на три группы: землеустроительные, почвенные, агрохимические. Землеустроительные материалы представлены либо планами внутрихозяйственного землеустройства советского периода, либо современными кадастровыми планами. Почвенные материалы состоят из почвенных карт, составленных чаще всего 20-30 лет назад, и карт агропроизводственных группировок почв. И те и другие, как показывает практика, отсутствуют в большинстве хозяйств. Агрохимические материалы представлены агрохимическими картограммами (содержания гумуса, подвижного фосфора, калия, pH) различной давности.

Отсутствие достоверной информации о состоянии полей не позволяет принимать выверенные решения о том, какой вид культуры следует выращивать и какую аграрную технологию целесообразно применять для ее возделывания.

Однако рыночные отношения тем и хороши, что при возникновении потребности в каком-либо виде продукции, технологии или услугах появляются организации, предлагающие все необходимое.

ООО «Агрокультура» и ЗАО КБ «Панорама» при научной поддержке специалистов РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева ведут работы по созданию сквозной технологии создания и использования агрономической ГИС. В процессе работ отлаживаются различные процессы: создание картографических материалов; заполнение атрибутивной базы данных (сведения о показателях почв, фитосанитарное состояние посевов, сведения о предлагаемых агротехнологиях и т.п.); выработка

предложений по использованию ГИС в хозяйствах; обучение специалистов сельхозпредприятий, учебных и проектных организаций разработке и использованию ГИС в растениеводстве.



Рис. 1.
Проект внутрихозяйственного землеустройства с
экспликацией полей севооборотов

В полном варианте агрономическая ГИС должна включать многослойную электронную карту хозяйства и атрибутивную базу данных истории полей, с учетом всех выполненных агротехнических мероприятий. Количество тематических слоев электронной карты зависит от сложности ландшафтно-экологических условий и уровня интенсификации агротехнологий (определяется по урожайности и количеству затрат на гектар). В общем случае электронная карта полей (рис. 1) может содержать следующие слои:

- мезорельеф (с показом мезоформ рельефа, форм склонов);
- крутизна склонов;
- экспозиция склонов (теплые, холодные, нейтральные);
- микрорельеф (с показом контуров с преобладанием тех или иных форм микрорельефа, имеющих агрономическое значение);
- микроклимат;
- уровни грунтовых вод, их минерализация и состав;
- почвообразующие и подстилающие породы;
- микроструктура почвенного покрова (почвенная карта);
- содержание гумуса в почве;
- обеспеченность подвижными формами элементов минерального питания растений и микроэлементами;

- значения pH почв;
- физические свойства почв;
- загрязнение тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсикантами;
- эродированность почв, эрозийная опасность и другие виды физической деградации (оползни, сели и т.п.);
- переувлажнение и заболоченность почв, в том числе вторичного гидроморфизма, подтопления, мочарообразования и др.
- засоленность почв (типы и степень засоления);
- солнцеватость почв;
- растительный покров с оценкой состояния естественных кормовых угодий;
- лесная растительность с оценкой состояния природных лесов и лесных насаждений;
- распределение полезных видов животных, птиц, энтомофагов, оценка их территориального влияния;
- фитосанитарное состояние посевов.

Систематизация имеющихся материалов, их интеграция с космическими снимками сельхозугодий и новыми данными, получаемыми в настоящее время все чаще с пространственной привязкой с помощью спутниковой аппаратуры (GPS/ГЛОНАСС), обработка и анализ огромного массива данных о проведении технологических операций по каждому полю приводит к необходимости использования кроме традиционной геоинформационной системы агрономической ГИС (АгроГИС) – программы, предназначенной для удобной работы с агрономической информацией. АгроГИС требует информации по каждому производственному участку для принятия управляющих решений. При создании АгроГИС было отдано предпочтение продукции КБ «Панорама»: профессиональной ГИС «Карта 2008» и специальной ГИС «Панорама-АГРО», обладающих вместе полным набором средств для решения подобного класса задач.

ГИС «Карта 2008» используется для создания карт сельскохозяйственных полей и первичного ввода информации в систему. Каждый слой электронной карты имеет связь с атрибутивной базой данных, содержащей информацию, соответствующую тематике слоя карты, по каждому контуру. Например, база данных карты микроструктур почвенного покрова включает следующую информацию: номер контура; индекс почвенной комбинации; полное название почвенной комбинации; состав почв; генетическую характеристику почвообразующих пород и их гранулометрический состав; площадь контура.



Рис. 2.

Фрагменты космических снимков с различных космических аппаратов, используемых при составлении электронной карты сельскохозяйственных полей:

- а) космический снимок с КА CARTOSAT (разрешение 2,5 м);
 б) космический снимок с КА IKONOS (разрешение 1 м)

Некачественный учет необходимых факторов, влияющих на эффективность сельскохозяйственного производства, приводит к значительным затратам, снижению урожайности и качества продукции, поломкам дорогостоящей техники. На каждом земельном участке имеются как относительно стабильные, так и динамично изменяющиеся агрономически важные факторы. К первым относятся условия рельефа, почв, гидрогеологии. Ко вторым – текущая климатическая ситуация, фитосанитарная обстановка. ГИС «Панорама-АГРО» предназначена для информационного обеспечения процесса управления земельным предприятием с учетом обоих факторов. Кроме того, данная программа имеет встроенный блок мониторинга техники хозяйства, что обеспечивает автоматизированный сбор сведений о проведенных агротехнических мероприятиях и позволяет оценить качество механизированных работ.

Агротехнологическое планирование включает следующие виды работ:

- анализ потенциальных возможностей производственной деятельности хозяйств (кадров и земельных ресурсов), их текущей и потенциальной эффективности;
- обмер полей по контуру с использованием высокоточного спутникового оборудования;
- составление структуры посевных площадей и севооборотов в формате векторной электронной карты;

- расчет потребности в технике и оборудовании;
- экономический анализ при минимальном и максимальном стабильно возможных уровнях урожайности для конкретных условий.

Электронные карты полей имеют общую картографическую проекцию и единую систему координат, благодаря чему выполняется точная пространственная привязка почвенных контуров и их совмещение с соответствующими формами рельефа. Для этих целей кроме существующих цифровых картографических материалов целесообразно использовать космические снимки высокого разрешения. Привязку следует начинать с гидрографической сети, овражно-балочного комплекса, дополняя ее дорожной сетью и другими объектами, которые хорошо выделяются на почвенной карте, картографической основе и космических снимках (рис. 2). Например, на космическом снимке на рис. 2а хорошо видны солонцовые комплексы (светлые пятна), сильно ухудшающие качество земель и требующие химической мелиорации, а на космическом снимке на рис. 2б отчетливо просматривается водно-эрозийная сеть.

Используя космические снимки, проверяют наличие элементарной почвенной структуры (ЭПС) на каждом выделенном на почвенной карте контуре. Компоненты ЭПС имеют разный тон и создают своеобразный рису-

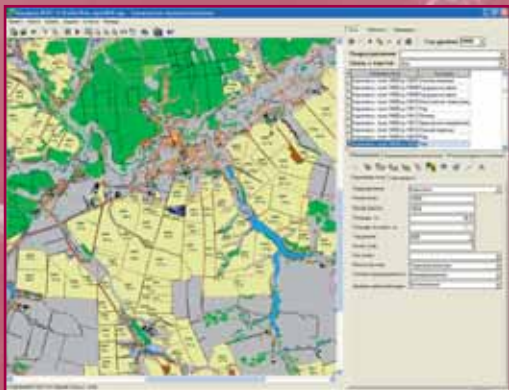


Рис. 3.
Фрагмент электронной карты полей и атрибутивной базы данных в ГИС «Панорама-АГРО»

нок изображения, по которому можно посчитать доле- вой состав компонентов. Компонентный состав определяют, исходя из принадлежности территории к конкретному почвенно-географическому району и установления причины возникновения ЭПС (эрозия, солонцеватость почв и пр.) Для этого анализируют формы, размеры компонентов ЭПС, ее приуроченность к мезорельефу, генезис почвообразующих пород и другие сведения, содержащиеся в литературных источниках и отчетах предыдущих изысканий.

Границы ЭПС корректируются по реальным границам форм и элементов рельефа. Путем взаимного наложения тематических слоев электронной карты полей формируется комплексная карта агроэкологических групп и видов земель, т. е. элементарных ареалов агроландшафта (однородных участков), каждый из которых снабжается банком данных по всем параметрам.

В результате электронная карта полей (рис. 3) содержит всю необходимую информацию для принятия проектных решений по размещению сельскохозяйственных культур, дифференциации технологий их возделывания при различных уровнях интенсификации производства, оптимальной организации территории с учетом ландшафтных связей, т. е. формирования системы земледелия и агротехнологий.

Эта информация необходима и зачастую достаточна также для решения социально-экологических задач, т. е. для разработки проекта внутрихозяйственного землеустройства (проекта сельскохозяйственного производства). Специалистам хозяйства предлагается удобный механизм не только для накопления данных, но и ведения истории полей с привязкой к году урожая. Средства анализа позволяют выполнять пространственные и логические запросы к данным, формировать выборки и отчеты. Накопление данных с привязкой к году урожая обеспечивает ретроспективный анализ информации, а средства трехмерной графики – ее наглядное представление (рис. 4).

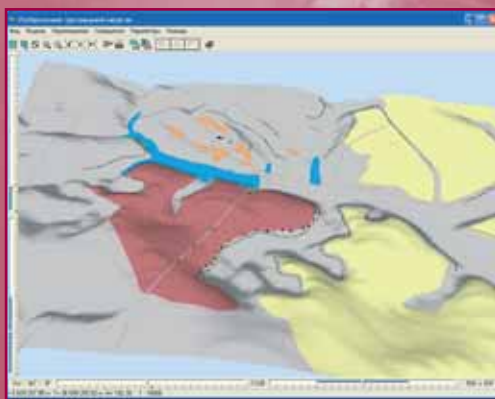
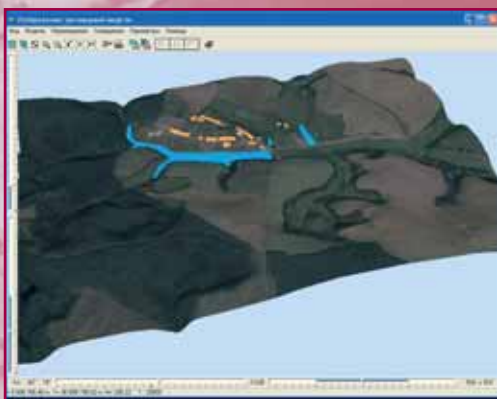


Рис. 4.
Фрагменты трехмерных моделей электронной карты полей

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 ЦПГ «Терра-Спейс». В настоящее время – главный инженер компании «Совзонд».

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 ООО «Компания Совзонд». Кандидат географических наук.

Р.В. Бабкин (ОАО «Самаранефтегаз»)

В 2004 г. окончил Уральскую государственную горно-геологическую академию по специальности «геоинформатика». В настоящее время – начальник отдела геоинформационного обеспечения ОАО «Самаранефтегаз».

Использование данных ДЗЗ для обновления топографической основы ГИС предприятий нефтегазодобывающего комплекса

Широкий круг задач, которые приходится решать предприятиям нефтегазового комплекса, требует наличия полной и достоверной пространственной информации обо всех объектах производственной деятельности. Такую полноту информации могут обеспечить данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса высокого разрешения. На космических снимках легко дешифрируются практически любые природные, промышленные объекты и их инфраструктура (дороги, мосты, вертолетные площадки и др.).

Интеграция данных ДЗЗ в геоинформационные системы (ГИС) позволяет существенно увеличить эффективность управления и успешно решать многие задачи, такие как:

- инвентаризация месторождений, существующих и строящихся объектов;
- проектно-изыскательские и геологоразведочные работы при поиске и освоении новых месторождений, строительстве и реконструкции промышленных объектов и их инфраструктуры;
- оценка будущего воздействия строящихся объектов на окружающую среду;

- мониторинг экологического состояния территорий в районах добычи, переработки и транспортировки нефти и газа;
 - оперативное определение районов аварий и изучение транспортной доступности к ним;
 - планирование развития и контроль состояния объектов добычи, транспортировки и переработки нефти и газа;
 - оперативное выявление несанкционированных врезок в магистральные трубопроводы и мониторинг появления техногенных объектов в охранных зонах и др.
- В настоящее время на многих предприятиях нефтегазодобывающего комплекса уже разрабатываются корпоративные ГИС. Разнообразные по форме и реализованные с помощью различных программно-аппаратных средств, такие ГИС являются, в основном, естественным продолжением систем предоставления картографических и других графических данных для решения производственных задач.

На предприятиях, как правило, отсутствуют специальные подразделения, занимающиеся постоянным дежурством топографической основы ГИС, либо их числен-

ность очень мала, а маркшейдерско-геодезические службы не имеют возможности вести это направление в полном объеме. Пространственные данные, используемые в таких системах в качестве базовой основы, теряют свою актуальность уже через 3-5 лет, а на некоторых участках интенсивной деятельности значительно быстрее. Вследствие этого ГИС предприятий, зачастую, не имеют должной популярности среди сотрудников, решающих производственные задачи, и руководителей, принимающих управленческие решения.

Создание и обновление топографической основы открытого пользования для предприятий – относительно дорогостоящая и бюрократически затяжная процедура. Специалисты, занимающиеся поддержанием ГИС в актуальном состоянии, вынуждены тратить на решение этих вопросов неоправданно много времени.

До недавнего времени практически единственным способом обновления топографической основы была аэрофотосъемка. Проблема оперативного обновления топографической основы (вплоть до масштаба 1:2000) была решена с появлением данных ДЗЗ высокого и сверхвысокого пространственного разрешения.

Космическая съемка во многих аспектах имеет преимущество перед аэрофотосъемкой:

- меньшая стоимость данных в расчете на 1 км²;
- для проведения космической съемки не требуется никаких согласований;
- возможность покрытия одним снимком больших площадей без необходимости последующей «сшивки» отдельных фрагментов;
- быстрота и удобство обработки цифровых данных и т. д.

Следует отметить, что сложность получения пространственно-распределенной информации в труднодоступных районах страны традиционными методами также существенно повышает значение технологий ДЗЗ из космоса.

Учитывая соотношение «цена – качество» компания «Совзонд» предложила для цели обновления топографической основы, используемой в ГИС ОАО «Самаранефтегаз», создать ортофотопланы масштаба 1:5000 по данным со спутника QuickBird (DigitalGlobe, США). КА 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 надир. Осо-

бо следует отметить «открытость» данных QuickBird, что является немаловажным фактором, учитывая различные режимные ограничения.

Основными преимуществами спутника QuickBird являются широкая полоса съемки земной поверхности (размер сцены – 16,5х16,5 км), высокая плановая точность, возможность заказа полигонов сложной формы, в том числе, протяженных объектов шириной до 5 км.

В качестве исходных данных для создания ортофотопланов на территорию Самарской области, которую определил заказчик работ, были взяты:

- панхроматическое изображение, полученное со спутника QuickBird с пространственным разрешением на местности не хуже 0,72 м, на территорию площадью 100 км²;
- мультиспектральное изображение, полученное со спутника QuickBird с пространственным разрешением на местности не хуже 2,8 м, на территорию площадью 100 км²;
- цифровая модель рельефа, созданная по картам масштаба 1:25 000;
- координаты наземных опорных точек, полученные в результате плано-высотной подготовки космической съемки.

Фотограмметрическая обработка спутниковых изображений QuickBird с целью создания ортофо-

Таблица 1

Значения расхождений координат опорных точек после уточнения значений RPC снимка

Номер опорной точки	Расхождение координат опорных точек	
	X, м	Y, м
5	-0,600	0,104
2	0,495	-0,132
1	0,223	0,403
6	0,404	0,021
4	0,167	-0,172
9	0,168	-0,027
3	-0,072	0,021
8	-0,052	0,013
7	-0,026	0,041



Рис. 1.
Схема расположения наземных опорных точек на снимке



Рис. 2.
Точка планово-высотной подготовки № 7 (Ю-В основание столба ЛЭП)

топланов масштаба 1:5000 выполнялась в программном комплексе ENVI 4.5 (ITT Visual Information Solutions, США), который содержит наиболее полный набор функций для визуализации и обработки данных ДЗЗ и их интеграции в геоинформационные системы. ENVI позволяет выполнять фотограмметрическую обработку космических снимков QuickBird с уровнем геометрической коррекции ORStandard2A методом уточнения модели снимка в виде полиномов обобщенных аппроксимирующих функций (RPC), входящих в комплект поставки снимка, по наземным опорным точкам.

Уточнение модели RPC снимка проводилось по 9 наземным опорным точкам (рис. 1), уверенно дешифрируемым на снимке. Значения расхождений координат опорных точек на местности и на снимке после уточнения модели RPC приведены в табл. 1.

Среднее квадратическое отклонение координат опорных точек, характеризующее точность уточнения значений коэффициентов полинома по наземным опорным точкам составило 0,33 м по оси X и 0,17 м по оси Y.

Ортотрансформирование космического снимка проводилось с использованием уточненной по наземным опорным точкам модели RPC снимка и цифровой модели рельефа, созданной по топографической основе масштаба 1:25 000 (рис. 2).

Оценка точности полученного ортофотоплана выполнялась в ГИС MapInfo (MapInfo Corp., США) путем измерения расстояния между изображением опорной точки на ортофотоплане и соответствующей ей точ-

кой, нанесенной в векторном виде из каталога координат опорных точек, сформированного в ходе работ по планово-высотной подготовке. Результаты оценки точности ортофотоплана приведены в табл. 2.

Средняя погрешность в плановом положении опорных точек на ортофотоплане составляет 1,39 м, что соответствует требованиям к созданию ортофотопланов масштаба 1:5000, указанным в Инструкции по фотограмметрическим работам при создании цифровых топо-

графических карт и планов (ГКИНП (ГНТА)-02-036-02) и вполне соответствует задачам, решаемым компанией ОАО «Самаранефтегаз» с помощью ГИС.

Таблица 2

Результаты оценки точности полученного ортофотоплана

Номер опорной точки	Расхождения планового положения опорных точек, м
5	2,3
2	1,7
1	2
6	1,5
4	1,2
9	0,7
3	1,2
8	1,5
7	0,5

Резюмируя вышесказанное, можно однозначно отметить, что использование данных ДЗЗ в настоящее время представляется наиболее перспективным, а главное, менее затратным методом создания и обновления топографической основы ГИС не только для предприятий нефтегазового комплекса, но и для корпоративных ГИС в целом.

О.Н. Колесникова (Компания «Совзонд»)

В 2001 г. окончила Московский государственный университет природообустройства. После окончания университета работает в компании «Совзонд», в настоящее время – руководитель отдела программного обеспечения.

В.Б. Серебряков (Компания «Совзонд»)

В 1985 г. окончил Московский авиационный институт по специальности «инженер-механик». В настоящее время – руководитель направления ГИС компании «Совзонд».

М.В. Лютивинская (Компания «Совзонд»)

В 1996 г. окончила факультет фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания института работала в ФГУП «Госземкадастръемка» – ВИСХАГИ, в НПП «Центр прикладной геодинамики». С 2005 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время – старший инженер.

Программное обеспечение компании Bentley Systems для решения кадастровых задач

НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИИ BENTLEY SYSTEMS

Компания Bentley Systems (США) является лидером в области создания комплексных программных решений для поддержки различных инженерных сооружений в течение их жизненного цикла: при проектировании, возведении и эксплуатации объектов гражданского и промышленного строительства – зданий, дорожной сети, мостов, инженерных коммуникаций, предприятий водо-, тепло-, энергоснабжения, очистки воды и т. п.

По своему назначению программное обеспечение (ПО) компании Bentley Systems можно разделить на четыре основных направления.

Plant – программные решения для моделирования и управления процессами на предприятии с использованием реальных двухмерных и трехмерных моделей.

Building – программы для проектирования, сопровождения строительства и управления зданиями и средствами их обслуживания. Эти программные решения поддерживают все фазы жизненного цикла проекта – от концептуального проектирования и строительной документации до координации и строительства, а также обслуживания и управления.

Civil – специализированные программы для проектирования мостов, железных и автомобильных дорог, транспортных магистралей, гидротехнических сооружений, а также систем управления транспортом и территориями.

GeoSpatial – программы, предназначенные для решения задач в области картографии, ГИС и кадастра.

Несмотря на разнообразие представленных программных средств, в основе всех приложений лежит программное обеспечение **MicroStation** – профессиональная система автоматизированного проектирования (САПР).

ПО MicroStation является одним из наиболее мощных средств для проектирования, позволяющим разрабатывать инженерные проекты любой степени сложности, создавать топографические карты и планы различного масштаба, проводить инженерные расчеты, а также накладывать фотореалистичные текстуры на проектируемые объекты, отображая их в реальном виде. Программное обеспечение напрямую поддерживает работу с такими системами, как Autodesk AutoCAD, AutoDesk 3D MAX, Archvision RPC, GoogleEarth и Google SketchUp.

Основными достоинствами ПО MicroStation являются следующие.

- Встроенная поддержка файлов в форматах DGN и DWG (превращает MicroStation в универсальный инструмент для проектирования, а также решает проблему обмена данными).
- Основа ПО MicroStation – **Parasolid** – ядро твердотельного геометрического моделирования, которое обеспечивает данную систему наиболее точными и надежными инструментальными средствами для трехмерного моделирования. Сочетание возможностей для каркасного моделирования, моделирования поверхностей и объемов, а также передовых методов по визуализации создаваемого проекта за счет обширных библиотек материалов и настройки освещения делают это ПО оптимальным для решения задач по созданию реалистичных трехмерных моделей местности и различных объектов (рис. 1, 2).
- Удобство работы с проектом, заключающееся в простоте операций: любое сложное действие можно совершить, не отвлекаясь на промежуточные операции и построения, к тому же параллельно оперируя видами объектов с разных сторон (инструмент **AccuDraw**). С помощью встроенных функций регистрации истории, которая позволяет проследить изменения файла проекта, а также цифровой подписи и функции управления правами можно обеспечить контроль над выполнением проекта и его защиту.
- Простая организация стилей линий: набор из стандартных стилей, которые всегда видны; отсутствие необходимости устанавливать масштаб для стиля линии; встроенная система редактирования и создания стилей. Возможность создания классификатора условных знаков при подготовке карт и планов различных масштабов и назначения.
- Возможность совместной работы над проектом нескольких исполнителей, поддержка нескольких моделей в одном проекте, подключение неограниченного количества других файлов проекта. Функции настроек позволяют не только оптимизировать интерфейс программы для каждого пользователя, но и стандартизировать основные параметры файла при работе нескольких исполнителей над одним проектом.
- Диспетчер растров дает возможность работать с несколькими растрами в рамках одного проекта и поддерживает большинство стандартных растровых форматов (в том числе аэро- и космических снимков, сканированных карт и чертежей).



Рис. 1.
Трехмерная модель здания «Газпрома» в Москве



Рис. 2.
Трехмерное моделирование промышленных объектов в MicroStation

- Применение разнообразных поверхностей сплайнового и составного типов, глубоко проработанная система операций с поверхностями.
- Широкие возможности систем параметрического моделирования (**DD Design**) и макромоделирования

ния (**Feature Modeling**) для создания и редактирования твердых тел, выводящие ПО MicroStation на один уровень со специализированными приложениями других разработчиков.

	BUILDING	PLANT	CIVIL	GEOSPATIAL
DAM	Bentley® Facilities™	ProjectWise® Lifecycle Server AKIST™ Integrity	ARPL, RDN, LDM Optima	GeoWeb Publisher™ Connector™ for ArcGIS Connector™ for Oracle®
Applications	Bentley® Architectural™ Bentley® Structural™ Bentley® Building Mechanical™ Bentley® Building Electrical™ InRoads™ products Generative Components™	PlantScape® products AutoPLANT® products AKIST Process Bentley® CloudWise™ ISEExtractor™ Plant Space Isometrics™	GEOPAK® products InRoads™ products InRoads™ products MVI™ products	Bentley® Map™ Bentley® Custom™ Treasurer™ (RAS B) Heaven Methods® Solutions Bentley® Water/Wastewater™ Bentley® Copper/Steel/Coax™ Bentley® Expert Designer™ sofNET™ CADscript™ MAPscript™
GIS	NAM Structural System™ STAAD®	AutoPIPE® products	Bentley Rebar™	PowerMap™ PowerMap Field™
Power Products			PowerSurvey™ PowerCiv™ Power Rebar™	
Extensions	TiForme®	Schematics®	CoVIA®	Scanpoint
Platforms	MICROSTATION V8 <small>LM edition</small> Bentley® View Bentley® Redline™ MicroStation® PowerDraft™ Bentley® Navigator™		PROJECTWISE V8 <small>LM edition</small> StartPoint WebServer Publishing Server Plot Server Integration Server Lifecycle Server Caching Server	

Рис. 3.
Структура программных решений компании Bentley Systems

- Компиляторы языков **C** и **Java** собственной разработки компании Bentley Systems позволяют создавать дополнительные приложения и максимально адаптировать ПО MicroStation для выполнения конкретных задач.
- Возможность работы в операционных системах **Linux** и **MacOS**.

В основе серверных технологий компании Bentley Systems лежит программное обеспечение **ProjectWise**, которое одновременно является системой инженерно-технического документооборота и электронного архива и дает возможность решать следующие задачи:

- организация архивов длительного хранения и рабочих архивов;
- контроль доступа к документам и аудит работы с документами;
- быстрый атрибутивный поиск документов;
- интеграция с приложениями;
- ведение версий документов;
- автоматизация процедур выпуска документов и их архивирования;

- поддержка работы группы сотрудников над проектом, совместное использование документов;
- ведение журнала доступа к документам и папкам проекта, регистрация истории всех операций пользователей;
- управление проектной документацией на протяжении жизненного цикла проекта;
- получение актуальной информации о статусе проекта;
- контроль сроков и составление отчетов о состоянии работ над проектом;
- автоматизация этапов согласования и утверждения документов;
- контроль хода выполнения работ в соответствии с календарным графиком;
- поиск документов, создание выборок документов по различным критериям и получение отчетов;
- удаленный доступ с использованием web-браузеров;
- доступ к централизованной печати документов.

Другие приложения компании Bentley Systems используют MicroStation и ProjectWise как основу, дополняя и расширяя их функционал для решения различных задач (рис. 3). Наличие единой платформы облегчает внедрение в организациях комплексных решений компании Bentley Systems и решает проблемы интеграции различных программных средств и форматов данных.

ПРОГРАММНЫЕ РЕШЕНИЯ КОМПАНИИ BENTLEY SYSTEMS ДЛЯ КАДАСТРОВЫХ ЗАДАЧ

Интерес к внедрению геоинформационных систем в практику государственного и муниципального управления растет с каждым годом. Этому, в том числе, способствуют значительные изменения в законодательстве. В настоящее время в реализации проектов с применением ГИС-технологий заинтересованы не только органы государственного управления, но и местные органы власти. Рынок создания и внедрения ГИС-технологий развивается быстрыми темпами. Причиной такого развития являются изменения в сфере отношений с недвижимостью: вовлечение

земли и объектов недвижимости в активный оборот. В этой ситуации ужесточаются требования к учету и управлению недвижимым имуществом, а это, в свою очередь, приводит к повышению требований к функциональности учетных кадастровых систем. Уже сложно представить кадастровую систему, не связанную с пространственными данными, поэтому использование возможностей современных ГИС в полном объеме при их создании – это необходимость. Компания Bentley Systems предлагает широкий спектр технологических решений для создания, ведения, анализа и представления кадастровых данных на всех этапах работ с использованием геоинформационных технологий. С их помощью можно эффективно хранить и работать с пространственными данными больших объемов, создавать специализированные системы по управлению отдельными участками работ, а также анализировать информацию и публиковать ее в понятном и доступном для пользователей виде.

Пользовательские решения

При внедрении любой ГИС становится необходимым создание, а также поддержание в актуальном состоянии картографической основы. Не секрет, что наиболее мощным набором средств для векторизации обладают системы автоматизированного проектирования. Поэтому, до недавнего времени, большинство предприятий, занимающихся созданием картографической продукции, разделяли общую технологическую схему на две части: подготовка графической информации в программах, предназначенных для САПР, и разработка на этой основе ГИС-проектов. Компания Bentley Systems пошла по другому пути, предложив программные решения, объединяющие в себе функциональные возможности САПР и ГИС.

В основе геоинформационных решений компании Bentley Systems лежит знакомое многим российским пользователям и хорошо зарекомендовавшее себя при автоматизации процессов проектирования ПО MicroStation. К основным преимуществам этой программы можно отнести:

- простоту в изучении;
- дружественный пользовательский интерфейс, возможность управления видами в процессе проектирования;

- возможность создания собственных стилей линий, что является необходимым условием при создании классификаторов для различных масштабов и задач;
- ориентирование на комплексное решение для различных подразделений, возможность компоновки всего проекта в одном файле;
- реализацию технологии построения и визуализации трехмерных объектов;
- возможность интегрирования с другими и создания собственных приложений.

Для создания, управления и анализа пространственных данных – основных функций большинства геоинформационных систем – разработано приложение **Bentley Map**.

Компания Bentley Systems предлагает новый подход к созданию прикладных ГИС. Основное отличие от традиционных технологий заключается в том, что рабочее геоинформационное пространство пользователя создается не в процессе разработки конкретного проекта, а на стадии предпроектной подготовки. Это позволяет

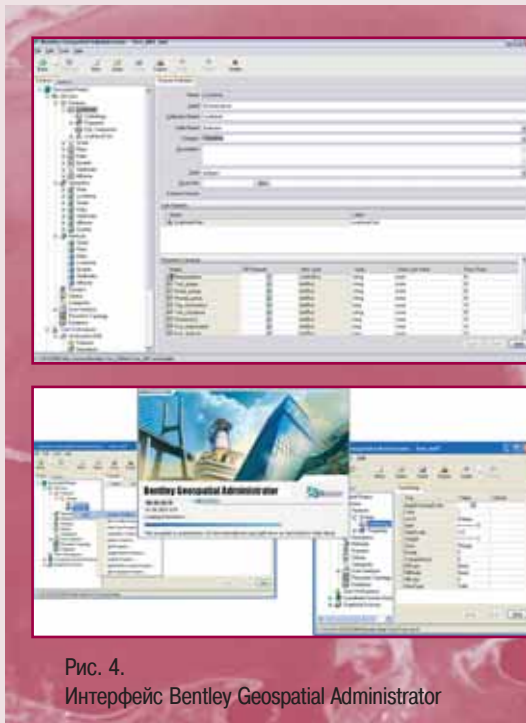


Рис. 4.
Интерфейс Bentley Geospatial Administrator

определить тематический функциональный набор, единый для всех участников проекта. При этом разрабатываемое тематическое геоинформационное пространство является универсальным для однотипных проектов, что позволяет использовать его и при реализации тематически близких задач.

Основным средством создания рабочего пространства является программное решение **Geospatial Administrator** (рис. 4), входящее в состав ПО Bentley Map. Оно служит для разработки тематического геоинформационного пространства, основанного на технологии объектно-ориентированного моделирования XFM (XMF based Feature Modeling), и позволяет на этапе предпроектной подготовки определить структуру тематического геоинформационного пространства и состав его основных элементов, необходимых при создании конкретного ГИС-проекта.

Программное обеспечение Geospatial Administrator имеет дружественный интерфейс и мощный инструментарий, позволяющий решать основные задачи при разработке тематического геоинформационного пространства пользователя, в том числе:

- определять структуру тематической ГИС; состав цифровых тематических слоев и их категорий; состав атрибутивной информации об объектах; стили графических элементов для картографирования объектов в соответствии с выбранной легендой их отображения; операции и методы управления графическими элементами в соответ-

ствии с параметрами атрибутивных данных картографируемых объектов; тип и структуру рабочей базы данных атрибутивной информации;

- обеспечивать полноценный доступ к атрибутивной информации с целью ее редактирования;
- обеспечивать связь картографических объектов с атрибутивной информацией, хранимой в таблицах базы данных;
- осуществлять выбор или определение собственной рабочей географической системы координат;
- формировать состав стандартного меню MicroStation, включаемого в геоинформационное пространство пользователя, с целью минимизации избыточности функционального набора;
- разрабатывать интерфейс пользователя для управления тематическим функциональным набором;
- администрировать права доступа участников разработки ГИС-проекта.

Особо следует отметить возможность интеграции в создаваемую ГИС дополнительных функций за счет разработки собственных приложений с помощью языка программирования MicroStation Visual Basic for Applications (VBA).

Созданное в Geospatial Administrator рабочее пространство автоматически интегрируется в среду Bentley Map, формируя интерфейс пользователя, соответствующий тематической направленности геоинформационного проекта и позволяющий коллективу разработчиков ГИС-проекта использовать широкие возможности САПР ПО

MicroStation и геоинформационный инструментарий Bentley Map. На рис. 5 показан пример муниципального геоинформационного пространства, разработанного в Geospatial Administrator и внедренного в среду Bentley Map.

Таким образом, предлагаемый компанией Bentley Systems подход при создании прикладных геоинформационных систем специального назначения позволяет решить основные технологические и концептуальные проблемы, стоящие перед коллективом разработчиков. При этом решается главная задача, связанная с определением концепции новой системы: понятий, которые будут лежать в основе тематической ГИС, топо-



Рис. 5. Интерфейс Bentley Map, дополненный тематическим функциональным набором

логии и стилей объектов, их связи с атрибутивной информацией, хранимой в удаленной или внутренней базе данных, а также состава необходимого и достаточного функционального набора, на основе которого будет строиться система. Встроенный САПР и ГИС инструментарий ПО MicroStation избавляет разработчика тематической ГИС от сложных технологических проблем. Эти проблемы связаны не только с разработкой картографических модулей создания и редактирования векторных объектов, но и со скоростью работы системы с большими объемами данных, корректностью работы в локальной сети в многопользовательском режиме, представлением возможности распределенной обработки данных в масштабе территории, оформлением отчетной документации и множеством других вопросов.

Приложение Bentley Map адресовано организациям и предприятиям, в задачи которых входит создание карт и планов, а также проектирование и управление объектами, отдельными сооружениями и их инженерной инфраструктурой различного уровня. Оно позволяет объединять данные, полученные из разнообразных источников, в единый геоинформационный проект. В ПО Bentley Map интегрированы различные системы координат и картографические проекции, что позволяет проводить преобразования из одной системы (проекции) в другую «на лету». Также в ПО Bentley Map предусмотрена прямая связь с Oracle Spatial с полной поддержкой топологии объектов. Мощные аналитические и демонстрационные возможности оптимально подходят для детального анализа, исследований и поддержки принятия решений.

Map Manager (менеджер карт) упрощает отображение и обработку большого количества различной картографической информации. Оно использует новые возможности MicroStation по визуализации проекта, включая настройку приоритета и прозрачности слоев.

Модуль **Bentley Descartes** ПО MicroStation предназначен для работы с растровыми изображениями (рис. 6). К его основным функциям относятся следующие:

- коррекция яркости и контрастности растра;
- глобальное и локальное трансформирование растра;
- определение остаточных погрешностей;
- глобальное и локальное преобразование векторных данных совместно с растром;
- создание мозаики, ее тональный и цветовой баланс;
- ручная и полуавтоматическая векторизация, а также распознавание шрифтов;
- простое наложение растра на построенную по нему цифровую модель рельефа и ее отображение;
- работа с растрами во всех известных форматах.

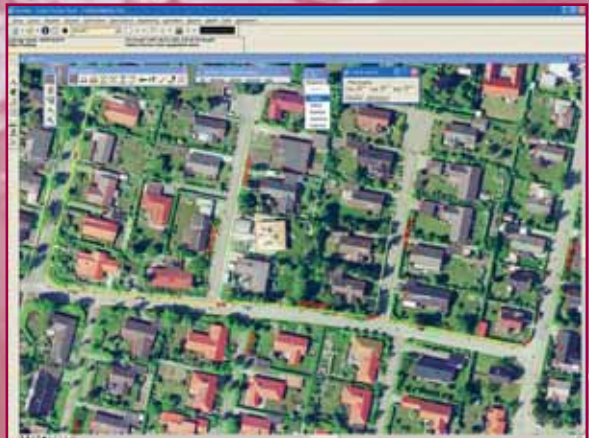


Рис. 6.
Интерфейс модуля Bentley Descartes

Модуль **Bentley PowerMap** предназначен для подготовки карт. Данное приложение работает независимо от базового ПО MicroStation и включает в себя функци-

онал приложений MicroStation и Bentley Map. Этот модуль предлагает достаточно мощную среду трехмерной обработки, позволяющую быстро и просто создавать и

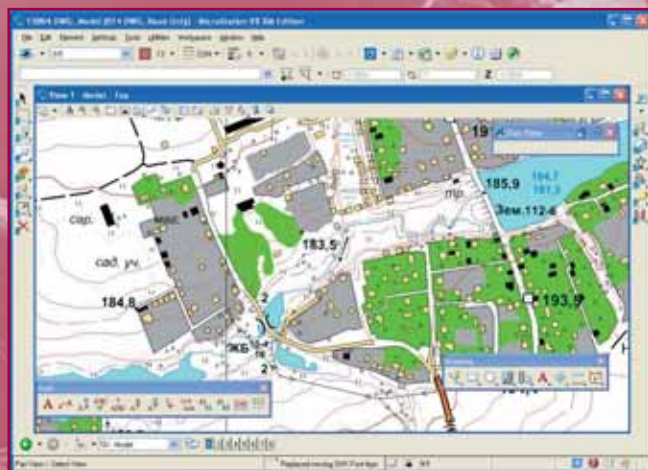


Рис. 7.
Интерфейс модуля Bentley PowerMap

редактировать любые типы карт. Он является одним из наиболее эффективных программных средств, предназначенных для получения точных и топологически корректных пространственных данных. С целью эффективного выявления и устранения распространенных ошибок пространственных данных в программном обеспечении Bentley PowerMap имеется комплект интерактивных и автоматизированных средств контроля и проверки геометрии. Эти средства помогают обеспечить точность и согласованность данных, и, в итоге, проводить аналитические операции с высоким уровнем достоверности. Приложение Bentley PowerMap разработано с использованием объектно-ориентированных технологий, что позволяет создавать и обновлять карты и планы различной тематики с добавлением различной атрибутивной информации (рис. 7).

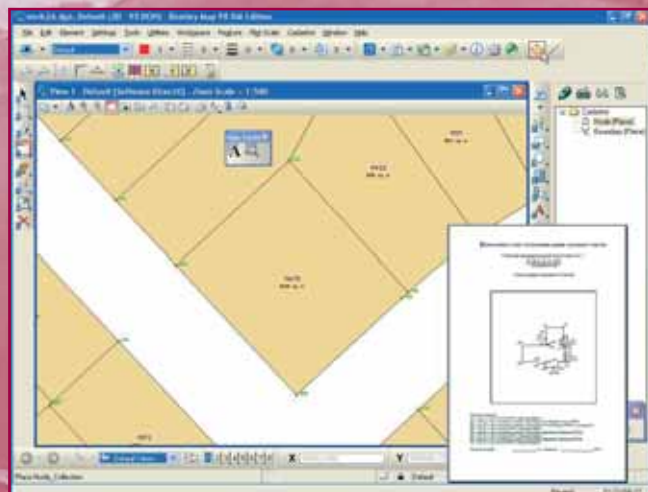


Рис. 8.
Интерфейс Bentley Cadastre с примером сформированного кадастрового дела в MicroStation

Среди программных решений, предлагаемых компанией Bentley Systems, особо хотелось бы выделить приложение **Bentley Cadastre**, разработанное специально для ведения кадастровых систем. Приложение имеет простые инструменты для работы как с графической составляющей кадастровой системы, так и с базой данных, а также с различной документацией, являющейся неотъемлемой частью кадастрового учета. Открытая архитектура, настраиваемый интерфейс позволяют создать оптимальное решение для ведения кадастровых систем в любом подразделении: будь то управление, налогообложение, учет земель сельскохозяйственного назначения или зон отчуждения, например, автомобильной дороги. Используя широкие возможности настройки программы, можно максимально автоматизировать процесс по-

лучения кадастровых документов, интегрировать различные расчетные системы, а также организовать и регламентировать доступ к данным, используя возможности глобальной сети Интернет.

Приложение Bentley Cadastre базируется на технологии XFM, что позволяет хранить объекты не просто в виде графических элементов с присоединенными к ним атрибутами, а в виде логически связанных между собой элементов, обладающих определенными свойствами и характеристиками. Подобное представление графической информации дает возможность импортировать и экспортировать данные между различными системами без потери пространственно-логических связей между объектами. Приложение Bentley Cadastre включает множество функций ПО Bentley Map, в результате чего реализуется возможность удобной работы с различной картографической информацией, входящей в состав любой системы кадастрового учета (рис. 8).

Модуль **Bentley InRoads** предназначен для проектирования автомобильных и железных дорог, дренажных систем, мостов, генеральных планов отдельных территорий и масштабных площадных объектов (рис. 9). Основные возможности этого модуля включают:

- создание цифровой модели рельефа (Digital Terrain Model – DTM) на основе существующего DGN и DWG-файла, результатов тахеометрической съемки, массивов координат точек в любых текстовых форматах, а также больших массивов точек, полученных с помощью лазерных сканирующих систем;
- включение в модель рельефа подземных и надземных инженерных коммуникаций;
- редактирование, отображение и анализ DTM;
- преобразование нерегулярной модели рельефа в регулярную;
- построение горизонталей.



Рис. 9.
Проектирование транспортных развязок и мостов
в модуле Bentley InRoads

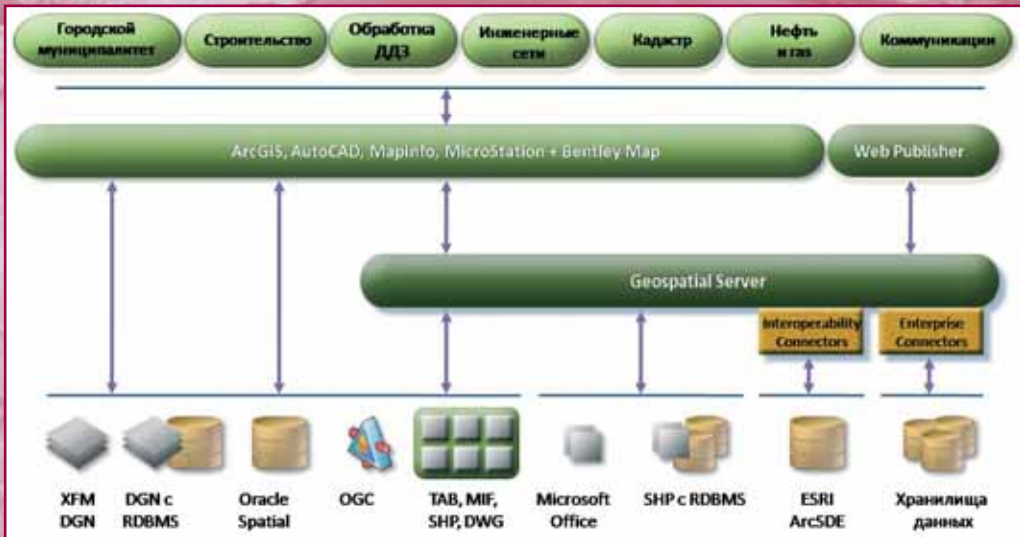


Рис. 10.
 Программная реализация ГИС-архитектуры ПО Bentley Systems

Серверные решения

Программа **Bentley Geospatial Server** является центральным звеном ГИС-архитектуры ПО Bentley Systems (рис. 10) и предназначена для создания централизованной защищенной информационной среды, обеспечивающей управление, индексирование, редактирование и графическое отображение больших объемов структурированных и неструктурированных данных в тематически разделенных проектах.

Ключевыми возможностями ПО Bentley Geospatial Server являются:

- хранение мультимедийных (структурированных и неструктурированных) данных в файловой системе: файлы MicroStation, AutoCAD, ArcGIS, Microsoft Office, shape-файлы, растровые данные;
- интерфейс для управления и анализа пространственных данных и интерфейс для пространственного и атрибутивного поиска;
- организация рабочих проектов на основе пространственных и непространственных признаков;
- система автоматизированного управления рабочими проектами, в том числе контроль доступа к документам и аудит работы с документами на основе аутен-

тификации Bentley Server, быстрый атрибутивный поиск файловых документов, ведение версий документов, интеграция с приложениями, поддержка работы группы сотрудников над проектом, управление проектной документацией на протяжении жизненного цикла изделия, получение актуальной информации о статусе проекта, контроль сроков и отчеты о состоянии работ по проекту;

- многопользовательское редактирование пространственных и атрибутивных данных;
- поддержка мультимедийной печати и публикаций.

Bentley Geo Web Publisher – полномасштабное решение для предоставления геопространственной информации широкому кругу пользователей через web-интерфейс в открытой или закрытой среде (Интернет/Инtranет) с возможностью внесения необходимых поправок и комментариев с использованием базового ГИС-инструментария.

Возможности использования данного программного решения подробно освещены в статье М.Ю. Кормщицкой «Тематические геопорталы – оптимальный инструмент для анализа и управления пространственными данными при решении отраслевых задач» (см. с. 90).

ПРИМЕРЫ ВНЕДРЕННЫХ ПРОЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ РЕШЕНИЙ КОМПАНИИ BENTLEY SYSTEMS

Информационная система Службы государственной собственности (Нидерланды)

Информационная система Службы государственной собственности, входящей в состав Министерства финансов Нидерландов, создавалась с целью автоматизации и оптимизации управления земельными участками, находящимися в собственности у государства. В качестве программной основы создаваемой системы были выбраны модули Bentley Geospatial Server, Bentley Geo Web Publisher и Bentley PowerMap.

До создания информационной системы многие операции управления участками сотрудникам службы приходилось выполнять вручную на бумажных картах и планах (например, определение площади участка). В связи с этим возникали ошибки из-за невнимательности исполнителя, а в итоге принимались неверные решения. Внедрение автоматизированных технологий на базе решений Bentley Systems позволило минимизировать ошибки, сэкономить рабочее время государственных служащих, а также решить задачу интеграции кадастровых данных с административными данными по объектам недвижимости (договоры аренды и пр.)

Интегрированная информационная система провинции (Польша)

Проект по созданию интегрированной информационной системы (DSIP) провинции Нижней Силезии, одной из 16 административных единиц Польши, стартовал в 2000 г. В настоящее время проект DSIP обеспечивает регион информацией о границах городов, дорожной сети, топографических особенностях, а также другими картографическими данными, необходимыми для принятия решений на государственном уровне. Основные функции проекта заключаются в сборе картографических данных, их атрибутивной информации, анализе, управлении данными, передаче данных, обновлении и публикации картографических данных.

В основе проекта DSIP лежит информационное хранилище Oracle Spatial в сочетании с программным обеспечением Bentley MicroStation GeoGraphics (пред-

шественник Bentley Map), Geo Web Publisher и приложениями для работы с растрами I/RAS B и Bentley Descartes.

Одно из существенных достоинств системы DSIP – возможность предоставления доступа к пространственным данным через Интернет для широкого круга населения. Кроме того, эта система позволила повысить эффективность работы органов власти в регионе, поскольку обеспечила доступ правительственных учреждений к точной детальной картографической информации провинции в режиме реального времени.

Компания «Совзонд» является официальным дистрибьютором компании Bentley Systems в России и странах СНГ. Пользователями решений Bentley Systems в России являются организации различных сфер деятельности: ГИС, картография, кадастр, автоматизированное проектирование и т. д., среди которых можно отметить ФГУП «Госземкадастръсъемка» – ВИСХАГИ, ФГУП «Ростехинвентаризация – Федеральное БТИ», ОАО «Гипротоменнефтегаз», ООО «ТюменьНИИгипрогаз» и др.

Помимо поставки программного обеспечения, компания «Совзонд» осуществляет техническую поддержку, проводит обучение, а также реализует проекты по созданию ГИС и геопорталов с использованием решений Bentley Systems.

Для высших учебных заведений компания Bentley Systems предлагает специальную программу **Bentley Academic SELECT**, которая предоставляет следующие возможности:

- доступ более чем к 45 приложениям Bentley Systems (стоимость 110 у. е. за одно рабочее место при приобретении не меньше 10 рабочих мест);
- возможность работы в лицензионном ПО для преподавателей и студентов;
- свободное обновление программного обеспечения через Интернет;
- обучение преподавателей по сниженным ценам;
- свободный доступ к курсам обучения и учебным материалам ПО Bentley Systems;
- при приобретении лицензий на 10 и более рабочих мест – возможность использовать бесплатные лицензии для студентов на ПО MicroStation, MicroStation TriForma, Bentley Structural, Bentley Architecture, Bentley Descartes и др.

М.В. Лютивинская (Компания «Совзонд»)

В 1996 г. окончила факультет фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». После окончания института работала в ФГУП «Госземкадастрсъемка» – ВИСХАГИ, в НПП «Центр прикладной геодинамики». С 2005 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время – старший инженер.

И.Г. Нейфельд (УП «Проектный институт Белгипрозем», Республика Белоруссия)

В 1977 г. окончила Омский государственный сельскохозяйственный институт по специальности «геодезия». Работала в предприятии «Белгеодезия», Министерстве архитектуры Белоруссии. С 2003 г. – главный специалист сектора технологического обслуживания производства УП «Проектный институт Белгипрозем» (Минск, Республика Белоруссия).

Использование данных ДЗЗ сверхвысокого разрешения для целей кадастрового учета

Статья посвящена результатам совместного эксперимента компании «Совзонд» и Унитарного предприятия (УП) «Проектный институт Белгипрозем» (Минск, Республика Белоруссия).

Проектный институт «Белгипрозем» был образован 30 марта 1961 г. для решения задач коренного улучшения организации землеустройства в Белоруссии. Претерпев ряд организационных преобразований, в настоящее время УП «Проектный институт Белгипрозем» включает головную организацию в Минске и пять дочерних предприятий в городах Бресте, Витебске, Гомеле, Гродно и Могилеве. Для изготовления земельно-кадастровых планов землепользований в 1996 г. на предприятиях «Белгипрозем» были организованы отделы земельно-информационных систем и фотограмметрических работ. При решении землеустроительных задач используются земельно-информационные системы (ЗИС), которые содержат следующую информацию о состоянии и использовании земельных ресурсов Республики Белоруссия:

- земельные участки, их границы, административно-территориальная принадлежность;
- зоны ограничения использования земель;
- землевладельцы и землепользователи;
- виды земель, их мелиоративное состояние и почвенный покров и др.

Земельно-информационные системы создаются по материалам аэрофотосъемки на территории районов с

точностью топографических планов масштаба 1:10 000, а на территории крупных населенных пунктов – с точностью топографических планов масштаба 1:2000.

Для поддержания данных в актуальном состоянии и анализа происходящих изменений, наряду с материалами аэросъемки, используются материалы космической съемки. Так как ЗИС имеют точность не грубее точности топографических карт масштаба 1:10 000, следовательно, для их обновления могут использоваться космические снимки с геометрическим разрешением не ниже 2,5 м.

В современных условиях использование космических данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в качестве пространственной информации для решения задач кадастрового учета различного уровня становится наиболее оптимальным выбором. В настоящее время уже достаточно успешно решаются задачи по созданию ортофотопланов на основе космических снимков масштаба 1:10 000 для кадастрового учета на межселенную территорию.

Для этого используются данные со спутников высокого разрешения QuickBird и IKONOS. Эти космические аппараты (КА) все же не обладают достаточно высокой производительностью, поэтому для регулярного обновления пространственной кадастровой информации целесообразно использовать данные с такого КА как ALOS, запущенного в январе 2006 г. Японским аэрокосмическим агентством (JAXA).

Спутник ALOS оснащен картографической стереокамерой PRISM, позволяющей получать снимки с разрешением до 2,5 м. Эта камера обеспечивает не только высокую разрешающую способность, но также и ширину полосы съемки до 70 км. Изображения, получаемые стереокамерой PRISM доступны в следующих уровнях коррекции: 1A, 1B1 и 1B2, созданных с применением радиометрической и геометрической коррекции исходных данных уровня 0. Для получения точного результата оптимальным является использование космических данных уровня коррекции 1B1. Данный уровень включает радиометрическую калибровку. Изображения уровня коррекции 1B1 поставляются в виде отдельных растровых файлов, сформированных каждым массивом ПЗС-датчиков. Коэффициенты абсолютной калибровки входят в комплект поставки. Дополнительно могут быть предоставлены файлы, содержащие коэффициенты рациональных полиномов (RPC – Rational Polynomial Coefficients), аппроксимирующие геометрию изображения отдельного массива ПЗС.

С запуском КА WorldView-1 в сентябре 2007 г. расширились возможности использования космических снимков для кадастрового картографирования, поскольку существенно повысилась их точность. Спутник WorldView-1 оснащен телескопом с апертурой 60 см для съемки только в панхроматическом режиме с пространственным разрешением до 0,5 м. Он может выполнять съемку земной поверхности по различным схемам: кадровая съемка, маршрутная съемка (вдоль береговых линий, дорог и других линейных объектов), площадная съемка (зоны размером 60x60 км), а также стереосъемка.

По сравнению с предшественником – КА QuickBird – на спутнике применяются новые технологические решения для обеспечения высокой производительности съемки, качества и точности пространственной привязки изображений. Космический аппарат имеет прецизионную систему ориентации, позволяющую с высокой точностью выполнять пространственную привязку изображений без использования наземных опорных точек. Кроме того, снимки с КА WorldView-1 с заявленным полуметровым разрешением существенно информативнее панхроматических изображений QuickBird, несмотря на небольшое, на первый взгляд, преимущество в пространственном разрешении. Так, на снимках WorldView-1 отчетливо дешифрируются промышленные объекты и элементы инфраструктуры. Космичес-

кие снимки с этого КА поставляются со следующими уровнями обработки.

Basic – базовый уровень, предназначенный для пользователей, имеющих расширенные возможности по обработке данных дистанционного зондирования. Данные этого типа поставляются только в виде целого кадра вместе с информацией о модели камеры, что позволяет выполнить ортотрансформирование изображения с применением строгой модели камеры.

Standard – пространственно привязанное изображение с коррекцией за рельеф по грубой цифровой модели рельефа (ЦМР). Рекомендуется для пользователей, которые нуждаются в пространственных данных средней точности.

Standard Ortho Ready – пространственно привязанное изображение без коррекции за рельеф. Предназначено для пользователей, применяющих стандартное ПО для ортотрансформирования с высокой точностью.

Orthorectified – ортотрансформированное изображение, обработанное с высокой точностью по наземным опорным точкам и матрице высот предоставляемой заказчиком. Используется как основа при построении ГИС.

Basic Stereo Pairs – дополнительный уровень обработки, который возможен только для архивных снимков. Стереои изображения с 90% перекрытием двух изображений, снятых за один пролет над районом интереса. Этот тип снимков предназначен для создания цифровой модели рельефа.

Оператор КА WorldView-1 заявил высокую плановую точность: CE90 – 6,5 м, а среднее квадратическое отклонение (СКО) в плане – 3 м.

Компанией «Совзонд» и УП «Проектный институт Белгипрозем» была проведена работа по ортотрансформированию сцены со спутника WorldView-1 на территорию города Полоцка (Витебская область, Республика Белоруссия). Этот снимок представляет собой панхроматическое изображение с пространственным разрешением на местности 0,51-0,62 м, имеющий уровень обработки Standard Ortho Ready. Формат данных – GeoTiff (UTM WGS-84). Площадь покрытия на местности составляет 67 км², перепад высот 120-150 м. Целью эксперимента являлась оценка заявленной оператором точности, а также возможность получения пространственных данных с плановой точностью, соответствующей масштабу 1:2000.

**Оценка точности ортотрансформирования по значениям RPC
без использования наземных опорных точек и ЦМР**

Номер точки	Расхождение, м	Номер точки	Расхождение, м	Номер точки	Расхождение, м
2	2,58	13_2	3,0	3_3	2,24
5	2,49	14_2	2,75	13_3	1,85
7	2,70	5_2	2,25	24_3	2,21
8	2,42	2_2	2,02	25_3	1,51
11	2,55	12_2	1,78	2_4	3,6
14	2,26	13_2	1,73	8_4	3,48
17	2,50	15_2	2,18	2_5	3,55
13	2,22	16_2	1,15	5_5	3,25
2_2	2,45	1_3	1,18	17_5	3,48
7_2	2,61	2_3	1,89	2_6	2,55



Рис. 1.
Визуальная оценка качества материалов
путем наложения на ортотрансформированное
изображение векторных кадастровых планов

Обработка проводилась в программном комплексе ENVI 4.6. На первом этапе было выполнено ортотрансформирование по значениям коэффициентов рациональных полиномов без использования наземных опорных точек и ЦМР. Результаты оценки точности представлены в табл. 1. Среднее расхождение на контрольных точках составило 2,41 м.

Оценка точности проводилась по поворотным точкам границ земельных участков, измеренных на местности инструментально. Визуально качество материалов оценивалось наложением на ортотрансформированное изображение векторных кадастровых планов (рис. 1).

Оценка результатов обработки подтверждает высокую заявленную точность снимков со спутника WorldView-1. Данный опыт показывает, что в соответствии с требованиями Инструкции по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов (ГКИНП (ГНТА)-02-036-02) эти материалы можно использовать для создания и обновления картографических материалов с точностью масштаба 1:10 000 даже при отсутствии дополнительных данных.

На следующем этапе эксперимента была проведена обработка той же сцены со спутника WorldView-1, но уже с использованием наземных опорных точек. В качестве таких точек были приняты поворотные точки границ земельных участков, измеренные на местности инструментально. Ортотрансформирование выполнялось по ЦМР, полученной стереотопографическими методами с точностью, соответствующей масштабу 1:2000 (рис. 2).

Были измерены 6 опорных точек. Схема расположения точек представлена на рис. 3. Обработка проводи-

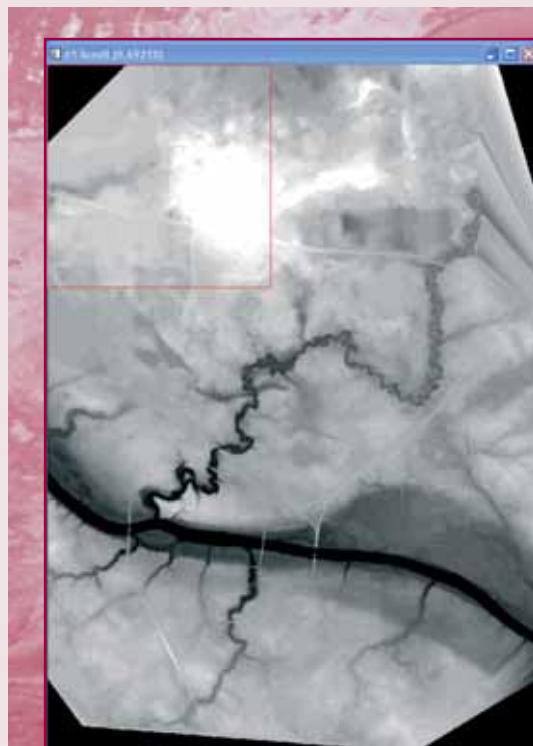


Рис. 2.
Цифровая модель рельефа в формате DEM

лась в программном комплексе ENVI 4.6. Отчет об измерениях представлен в табл. 2. Общая среднеквадратическая ошибка (RMS) составила 0,091675.

Таблица 2

Отчет об измерениях опорных точек в ПК ENVI 4.6

Номер точки	X снимка	Y снимка	RMS X	RMS Y	RMS
1	6101,87	5340,89	0,00	-0,00	0,01
2	6241,80	3651,10	0,07	0,07	0,10
3	3559,77	18994,22	0,03	0,03	0,05
4	1776,55	9519,42	-0,06	-0,06	0,09
5	12090,68	13058,12	-0,11	-0,10	0,15
6	13305,25	16885,61	0,07	0,06	0,09

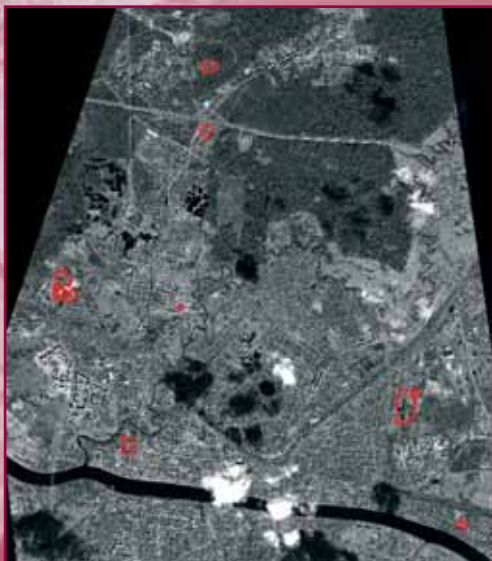


Рис. 3.
Схема расположения земельных участков, точки которых использовались как опорные и контрольные

Затем было выполнено ортотрансформирование с использованием RPC, значения которых были уточнены по наземным опорным точкам и ЦМР. Оценка плановой точности ортофотоплана осуществлялась по контрольным измерениям на точках с известными координатами (табл. 3). Среднее расхождение на контрольных точках составило 0,38 м.

Также проводился визуальный контроль полученного ортотрансформированного изображения путем наложения обновленного векторного плана масштаба 1:2000 на растровое изображение (рис. 4).

Во второй части эксперимента был обработан снимок, полученный в панхроматическом режиме со спутника ALOS/PRISM с пространственным разрешением на местности 2,5-3,0 м на территорию Ганцевичского района Брестской области Республики Белоруссия. Формат данных – GeoTIFF (UTM WGS 84). Уровень обработки космического снимка был выбран 1B1.

По аналогии с изображением с КА WorldView-1, первоначально была проведена оценка точности данных без использования опорной информации. Ортотрансформирование отдельных полос изображений осуществлялось в программном комплексе ENVI по значениям коэффициентов рационального полинома, поставляемым оператором, без использования опорных точек на среднюю плоскость 190 м. Далее проводилось ортотрансформирование изображения с использованием наземных опорных точек и цифровой модели местнос-

Таблица 3

Результаты оценки точности ортофотоплана по контрольным измерениям

Номер точки	Расхождение, м	Номер точки	Расхождение, м	Номер точки	Расхождение, м
2	0,23	13_2	0,36	3_3	0,24
5	0,42	14_2	0,42	13_3	0,52
7	0,44	5_2	0,10	24_3	0,39
8	0,19	2_2	0,35	25_3	0,58
11	0,46	12_2	0,29	2_4	0,41
14	0,33	13_2	0,54	8_4	0,19
17	0,24	15_2	0,37	2_5	0,64
13	0,29	16_2	0,42	5_5	0,46
2_2	0,32	1_3	0,44	17_5	0,13
7_2	0,77	2_3	0,59	2_6	0,44



Рис. 4.
Расхождения планового положения контуров
на ортофотоплане и векторном плане



Рис. 5
Расхождения планового положения контуров на ортофотоплане, созданного с использованием наземных опорных точек, с контурами на векторном плане

**Результаты оценки точности ортотрансформированных изображений
со спутника ALOS/PRISM**

Номер точки	Расхождения на контрольных точках, м	
	Ортотрансформирование по значениям RPC (отметка средней плоскости H=190)	Ортотрансформирование с использованием наземных опорных точек и ЦМР
618	7,80	2,70
669	13,50	2,00
86	10,60	2,10
729	10,10	3,26
89	11,06	3,14
723	7,70	3,1
308	6,70	2,95
305	7,00	2,61
292	6,90	0,9
304	6,80	0,5
730	10,10	3,10
728	10,24	2,91

ти, полученной по карте масштаба 1:10 000. Были вычислены расхождения в плановом положении на контрольных точках для каждого вида ортотрансформирования (табл. 4).

Кроме того, был выполнен визуальный контроль расхождений планового положения контуров на ортофотоплане с контурами на векторном плане (рис. 5).

Результат обработки данных со спутника WorldView-1 подтвердил заявленную оператором точность. По данным с этого КА можно получать пространственную информацию об объектах с точностью масштабов 1:10 000 без дополнительной опорной информации, а после ортотрансформирования с использованием опорных точек и ЦМР, вплоть

до масштаба 1:2000. Данные с КА ALOS/PRISM могут являться альтернативой данным со спутников QuickBird и IKONOS при обновлении пространственной информации на кадастровых планах масштаба 1:10 000. С появлением на рынке ДЗЗ космических данных высокого разрешения стало возможным получать пространственную информацию по космическим снимкам для ведения кадастрового учета не только на межселенную, но и на городскую территорию. А благодаря оперативности предоставления этих данных и высокой производительности космической съемки появляется возможность поднять обеспечение государства кадастровыми планами на новый уровень.

Е.Ю. Колбовский

(ЦНИИП Градостроительства РААСН)

В 1980 г. окончил Ярославский государственный педагогический университет, в 1985 г. аспирантуру МГУ им. М.В. Ломоносова по кафедре ландшафтоведения. В настоящее время – руководитель отдела экологических изысканий ЦНИИП Градостроительства РААСН. Профессор, доктор географических наук.

П.Н. Брагин

(БТП «ЯРОЭО Ландшафт», Ярославль)

В 1980 г. окончил Ярославский государственный педагогический университет. С 2005 г. по настоящее время – ведущий специалист Бюро территориального планирования «ЯРОЭО Ландшафт». Кандидат географических наук.

Применение данных дистанционного зондирования Земли для территориального планирования. Старые задачи и новые возможности

В настоящее время на территории Российской Федерации осуществляются работы по разработке градостроительной документации, призванной определить пространственные параметры жизни каждого гражданина на ближайшие 15-20 лет. Основой для разработки генеральных планов (ГП) городов и сельских поселений, а также схем территориального планирования (СТП) областей и краев, согласно замыслу законодателей должны стать современные цифровые (векторные) карты соответствующих масштабов, подготовленные с применением ГИС-технологий. Однако, складывается впечатление, что законодателей вовремя не уведомили о том, что в большинстве регионов РФ (за исключением двух столиц и крупнейших городов) информационные системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) отсутствуют либо находятся в начальной стадии формирования. По этой причине разработчикам на свой страх и риск приходится выполнять сложнейшие задачи по получению качественной и актуальной цифровой картографической основы, от эффективности решения которых зависит и качество ГП и СТП.

Схемы территориального планирования регионов и генеральные планы городов и поселений традиционно разрабатываются в конкретном картографическом масштабе. Например, генеральный план сельского поселения (крупное село и куст деревень вокруг с прилегающей межселенной территорией) обычно выполня-

ется на основе карт, созданных предприятиями ВИСХАГИ масштаба 1:10 000. Схема территориального планирования средней по размеру области составляется на основе топографической карты масштаба 1:200 000. Семантика этих картографических материалов (слои, объекты, атрибутивная информация, параметры) задается традиционными картографическими классификаторами, автоматически формируя некий базовый информационный уровень, достаточность и актуальность которого во многом определяет качество аналитической и проектной документации ГП СТП.

Между тем, используемые классификаторы при несомненных достоинствах (формализация, унификация, иерархия) обладают рядом существенных недостатков, среди которых можно указать внерегиональность, устарелость ряда параметров и атрибутов отдельных объектов, несовершенство выстроенного классификационного ряда (особенно в категориях, касающихся природных объектов и земельных отношений). Низкое качество и ущербность планировочных решений, легко обнаруживаемые в большинстве выполненных планов и схем, непосредственно связаны с невниманием к возможностям, открывающимся перед проектировщиками при использовании данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса.

Очевидно, что в современных условиях качественная и достоверная цифровая картографическая основа мо-



Рис. 1.
Сравнение информативности
топографической карты (а) и космического
снимка с высоким разрешением (б).
Наложение полупрозрачной топографической
карты на космический снимок (в)

жет быть получена только при условии совмещения двух источников: традиционных бумажных карт соответствующего масштаба и данных ДЗЗ, иначе говоря, космических снимков. Сравнение информативности топографической карты (рис. 1а) и космического снимка с высоким разрешением (рис. 1б) выявляет разительные различия. Улучшение может быть достигнуто при наложении полупрозрачной топографической карты на космический снимок (рис. 1в), но и это лишь «полумера» для проектировщика, поскольку идеальный результат может быть получен только при использовании специальных программ.

В данной статье авторы, на протяжении ряда лет использующие в своей деятельности космические снимки, поставляемые компанией «Совзонд», хотели бы обратить внимание на уникальные возможности данных ДЗЗ в приложении к рабочим операциям территориального планирования. Ниже приве-

дем лишь несколько примеров, касающихся различных аспектов территориального планирования, связанных с элементарным визуальным анализом космических снимков высокого разрешения, не требующим использования специальных программных средств.

Одной из базовых операций генерального планирования городов и поселений является вычленение функциональных зон и подзон (общественно-деловой, производственной, жилой и иных, предусмотренных Градостроительным кодексом РФ). Для корректного осуществления данной процедуры (особенно в городах с историей) необходимо тщательно различать элементы «городской ткани» (морфотипы застройки). Характеристики различных типов «городской ткани» по данным ДЗЗ позволяет дифференцировать городские кварталы частного сектора (рис. 2а), так называемые, «хрущевки» (рис. 2б) и современные высотные жилые массивы



Рис. 2.
Примеры различных типов «городской ткани»
на данных ДЗЗ:
а) городские кварталы частного сектора;
б) «хрущевки»;
в) современный высотный жилой массив

(рис. 2в) по таким важнейшим параметрам среды, как общая градостроительная нагрузка, соотношение озелененных ареалов с искусственными покрытиями, структура придомовых пространств и т. д. Городские морфотипы, отличающиеся размещением в пространстве квартала строений различного назначения, конструкции и этажности, служат основой функционального, строительного и ландшафтного зонирования. В российских городах со сложной градостроительной историей, переживших несколько освоенческих эпох (таких как Казань, Пермь, Ярославль, Тверь, Астрахань и Саратов), единственной надежной базой для корректного выделения морфотипов застройки являются космические снимки высокого разрешения, поскольку топографические карты могут быть информативны лишь для советских индустриальных поселков и новых городов с упрощенной микрорайонной структурой, включающей обычно не более двух-трех типов жи-

лых групп «серийных» домов. Корректное выделение морфотипов, в свою очередь, служит основой для разработки дифференцированных градостроительных регламентов, применяемых к различным подзонам (например, общественно-деловой, культурно-исторической или жилой).

Похожая задача возникает при анализе пригородов крупных городов или ареалов частного сектора сравнительно небольших поселений (впрочем, и в больших поселениях, усадебная, в том числе историческая, застройка может занимать до 30% площади). Стремление архитекторов рассматривать эти зоны в качестве статичных «довесков» к поселению, порой лишенных инженерной инфраструктуры и потому «неудобных» для планирования – результат профессиональной неготовности представителей архитектурно-планировочного цеха ставить и решать сложные проблемы регионального развития на языке проектных предложений.



Рис. 3.
Изображение промзоны на космическом снимке

Внимательный анализ данных ДЗЗ, охватывающих такие ареалы, помогает обнаружить важные тенденции трансформации частной застройки, которые заключаются в обновлении строений, укрупнении размеров владений за счет слияния нескольких соседних, изменении характера «садово-огородной» хозяйственной нагрузки на более-менее отчетливо выраженную рекреационную. В свою очередь, дифференциация, фиксация и характеристика типов жилой среды позволяют определить пространственные тенденции «эволюции» городских окраин и пригородных зон. Становится очевидной правота ряда специалистов, еще 30 лет назад предсказавших распространение волн «нового» освоения, сопровождающихся превращением пригородных деревень в дачные поселки, а дачных поселков – в коттеджные «анклавы». Это обстоятельство заставляет по-новому определять функции территорий, особенно в условиях «конкурентного пресса» на землю и по-прежнему относительно рентабельного пригородного сельского хозяйства.

Особый аспект использования данных ДЗЗ связан с анализом производственных зон городов и поселений. Одной из процедур генерального планирования является разработка схемы ограничений и земель с

особыми условиями градостроительного развития. Содержание этой схемы составляют санитарно-защитные зоны различного класса опасности, зафиксированные с целью определения ареалов потенциального риска, которому подвергается население, проживающее в них. Основное затруднение, с которым сталкиваются проектировщики – отсутствие достоверных сведений о предприятиях и, главное, размерах и конфигурации занимаемых ими площадок. Произошедшие за последние два десятилетия события – изменение форм собствен-

ности, общий развал и перепрофилирование предприятий – привели к образованию крайне запутанной пространственной мозаики, состоящей из элементов складских, оптово-торговых объектов в смеси с рудиментами старого и «зачатками» нового промышленного производства. Эта картина дополняется незавершенностью (а в иных регионах абсолютной провальностью) процедуры формирования документов земельно-кадастрового учета. «Расчленение» промзоны любого российского города – непростая задача. В результате, зачастую, единственным способом оперативного «размежевания» производственных площадок является «взгляд из космоса» (рис. 3), позволяющий по набору косвенных признаков (фрагменты бетонных или металлических ограждений, воздушные линии электропередачи, «маргинальные» рядовые посадки деревьев и кустарников) все же зафиксировать с приемлемой точностью границы промплощадок и корректно выстроить схему санитарно-защитных зон группы производств. Зачастую именно этот анализ позволяет сформулировать проектно-планировочные предложения по выносу части производств, расселению жилых домов, оказавшихся в зоне риска, и т. д.

Серьезная тема использования данных ДЗЗ связана с оценкой инвестиционной емкости и градостроительной пригодности территорий нового освоения. Пространственно-композиционная ситуация градостроительной среды России такова, что в подавляющем большинстве наших городов возможности экстенсивного пространственного развития вширь уже исчерпаны, а незастроенные территории находятся в мемагистральных «клиньях» радиально-лучевой «розетки» города, где они сохранились, благодаря сложности геолого-геоморфологических и гидрогеологических условий. Следовательно, задача градостроительного развития по преимуществу предстает перед нами в виде реконструкции и освоения именно таких «неидеальных» зон. Традиционный комплекс наземных инженерных изысканий обычно не позволяет провести пространственную дифференциацию будущего участка строительства с определением действительно пригодной для застройки площади. Инвестор, поленившийся обратиться к новым методам, зачастую получает «кота в мешке» и выходит с проектами высотной плотной застройки на территории, в лучшем случае пригодные для возведения коттеджей и блок-секционных домов. Между тем, использование данных ДЗЗ вкупе с методами современной экологической геоморфологии позволяет выделить тончайшие элементы строения площадки любой сложности, оценить характер и степень развития неблагоприятных экологических процессов и, в итоге, провести пространственную дифференциацию потенциально возможной градостроительной нагрузки с последующим выходом на параметры инвестиционной привлекательности территории.

Широкие и еще не оцененные до конца возможности предоставляет планировщикам использование данных ДЗЗ для оценки автотранспортной нагрузки на города и поселения. Автотранспорт «повиновен» в значительной (в крупных городах – свыше 90%) доле загрязнения окружающей среды – изменении газового состава атмосферы, деформации акустического и вибрационного полей. Кроме того, существование автомобильного потока создает проблемы «проходимости» транспортных систем. Ранее для определения автотранспортной нагрузки приходилось проводить сложные трудозатратные и

дорогостоящие обследования транспортного потока на месте, сопровождающиеся подсчетом «машин/час» для всех наиболее значимых магистралей. В настоящее время имеется возможность оценки грузонапряженности с помощью все тех же космических снимков. Даже наличие единственного снимка позволяет решать задачу посредством несложного подсчета и последующей актуализации натурными наблюдениями на нескольких ключевых точках (для определения скоростных параметров и введения поправочных коэффициентов). Добавление же нескольких последовательных (сделанных через известный интервал времени) снимков снимает и эту необходимость – можно получать вполне корректные результаты в рамках чисто расчетной модели, определяя количество транспортных единиц, их скорость в пределах отрезков магистралей по космическому снимку. Данные ДЗЗ позволили лучше понять и еще одну существенную проблему, связанную с автотранспортом – проблему несанкционированных стоянок. Ежедневный поток автомобилей представляет собой «половодье» с двумя пиками – утренним и вечерним. В течение дня автомобили «выпадают в осадок», отставаясь в пределах деловых кварталов, при этом значительно ухудшая пропускную способность улиц, а заодно и все экологические параметры среды обитания. Анализ этой картины с помощью все тех же данных ДЗЗ позволяет выделить и дифференцировать функционально формы «отстоя» и «залипания» автомобилей, без чего невозможна последующая разработка проектных предложений по организации новых стоянок или регламентации пребывания автотранспорта в пределах делового общественного центра.

Неоценима роль космических снимков при разработке ландшафтных планов любого уровня, призванных защитить интересы природного комплекса города или района. В этой сфере планирования с анализом данных ДЗЗ связаны практически все рабочие операции, среди которых: вычленение природных экосистем и искусственных насаждений, оценка их состояния, определение степени и характера рекреационной нагрузки и многое другое. К сожалению, архитекторы «доцифровой» эпохи слишком долго находились в рамках понятий, задаваемых простой топографической картой. Отсюда, повторяемый с настойчивостью,



Рис. 4.

Снимок фрагмента распаханной лесостепи дезавуирует прежние представления о закономерностях развития эрозии

заслуживающей лучшего применения, прием по обводке «зеленки» и закраске обширных «рекреационных зон» без настоящего понимания структуры и функций различных элементов зеленого «наряда» города. Космический снимок в руках ландшафтоведа становится «говорящим» источником, позволяющим понять, оценить и описать в приемлемых параметрах генезис, плановую конфигурацию, размерность, кластерность, степень рекреационной дигрессии различных компонентов культурного ландшафта, а также оценить важнейшие тенденции их модификации, связанные с рядом процессов (таких как подтопление, старение, сукцессионные смены и т. д.).

Авторы не могут пройти мимо сюжета, который, что называется, лежит «на поверхности»: использование данных ДЗЗ при разработке проектов планировки конкретных объектов в природной среде. Представим себе крупный торговый центр, возводимый на окраине лесопаркового массива (ситуация, нередкая для наших городов). Преодолев сопротивление общественности, создатели очередного «Ашана» берут на себя функцию архитектурного обустройства лесопосадок (что, в принципе, верно) и начинают «как учили» чертить либо «барочные вензеля», либо полигональные линии по «живому» контуру лесного массива. И что бы им (архи-

текторам) не «подложить» под «неумный», но вездесущий ArcGIS CAD космический снимок, ведь тогда можно увидеть и найденные тропинки, и старые просеки с противопожарными рвами, и внутренние расчищенные самостоятельными отдыхающими поляны, и опушки различной конфигурации. Такой несложный анализ позволит распорядиться лесом тактично и бережно, выделяя в нем зоны рекреации различного вида, заповедные участки, фрагменты лесовозобновления и многое-многое другое.

Наконец, целый спектр возможностей данных ДЗЗ

связан с геоэкологическими исследованиями крупных регионов, выполняемыми в составе схем территориального планирования. Коснемся только одного, сравнительно «незаигранного» примера. Составление схем территориального планирования сельского района в черноземной зоне РФ предполагает (кроме прочих целей) решение задачи оптимизации сельскохозяйственного землеустройства. Задача не нова – над нею десятилетиями (и нельзя сказать, что безрезультатно) трудились агрономы, использовавшие карты ВИСХАГИ, однако привлечение данных ДЗЗ и здесь открывает новые перспективы. Например, один из тезисов «эрозионщиков» постулирует постоянное развитие овражно-балочной сети в регионах интенсивной распашки. Осуществленное авторами «наложение» фрагмента космического снимка части Орловской губернии на карты конца девятнадцатого – начала двадцатого столетия позволило обнаружить удивительную стабильность основных элементов овражно-балочной сети за последние 100 лет. Оказалось, что изменения, вызванные распашкой полей, проявляются, прежде всего, в соотношении разных видов эрозии, что приводит не столько к удлинению сети, сколько к развитию мелких боковых форм (промоин и оврагов), появлению вторичного донного вреза у крупнейших балок, формированию суффозионно-карстовых

полуцирков на наиболее нагруженных современной селитебной застройкой склонах – феномены, «открытые» по космическим снимкам (рис. 4). Анализ космических снимков позволил выявить и типизировать звенья овражно-балочной сети с выделением нового и весьма интересного нижнего звена в виде «суходола», крупной плоской балки с разложистыми склонами и отсутствующим водотоком. Исследование весенних снимков помогло обнаружить слабо изученные и практически незаметные в рельефе верхние звенья эрозионной сети, так называемые делли – длинные «потяжины», которые, как правило, находятся выше уступа водораздела, не замечаются топографами и землеустроителями, в результате чего нещадно распахиваются (рис. 5).

Более масштабные исследования черноземной зоны с использованием данных ДЗЗ позволяют говорить о многолетней деформации системы землеустройства, сказывающейся в нарушении за счет «нарезки» сельскохозяйственной природного «скелета» гребне-килевых элементов рельефа высоких равнин и плоскоместий центра Русской равнины.

Поводя итоги краткого обзора, попытаемся определить (хотя бы в первом приближении) роль данных ДЗЗ из космоса как принципиально новой информации для территориального планирования. Наш опыт свидетельствует о том, что можно выделить несколько взаимосвязанных функций использования данного источника:

- выявление новых значимых объектов природной и техногенной среды (либо важных «деталей» в строении известных объектов), не получивших по разным причинам отображения в традиционных картографических источниках;
- выявление, уточнение и характеристика свойств и параметров таких объектов;



Рис. 5.

На весеннем снимке можно обнаружить на поверхности свежераспаханного поля «потяжины» – верхние элементы эрозионной сети, незаметные в «дневном» рельефе

- «открытие» принципиально новых явлений и феноменов, процессов и трендов развития природных и природно-техногенных систем;
- построение принципиально новых существенных для целей планирования и проектирования классификаторов на основе выявленных групп объектов и их свойств.

Наконец, совершенно уникальные возможности открываются при использовании данных ДЗЗ, прошедших несколько этапов обработки, осуществляемых специалистами компании «Совзонд» в специальных программных комплексах, таких как ENVI и INPHO, и интегрированных с ГИС – но это тема отдельной публикации. Подчеркнем особо, новое более глубокое понимание сущности процессов и явлений, достигаемое посредством использования космических снимков – не способ самоудовлетворения специалистов соответствующего профиля, а единственный путь к разработке действительно инновационных проектно-планировочных решений, которые должны найти выражение и в композиционных тенденциях, и в диверсификации градостроительных режимов и регламентов, и в поиске организационно-правовых форм сохранения ценных элементов городской среды, и в новом природосберегающем землеустройстве.

М.Ю. Кормщикова (Компания «Совзонд»)
В 2008 г. окончила Уфимский государственный авиационный технический университет по специальности «информационные системы в технике и технологиях». В настоящее время – ГИС-разработчик компании «Совзонд».

Тематические геопорталы – оптимальный инструмент для анализа и управления пространственными данными при решении отраслевых задач

Геопортал – это электронный географический ресурс, размещенный в локальной сети или сети Интернет. Часто под геопорталом понимают любой опубликованный картографический документ. Но понятие геопортала намного шире – это каталог геоданных (картографической и описательной информации), сопровождаемый базовыми или расширенными возможностями геоинформационных систем (просмотр, редактирование, анализ пространственных данных), доступный пользователям через web-обозреватель.

Несмотря на многообразие геопорталов, условно их можно разделить на две ключевые категории: информационно-поисковые (например, Google Earth) и тематически-ориентированные (например, демонстрационный геопортал Лисинского лесничества, созданный компанией «Совзонд»).

Выделяют следующие основные этапы работ при создании геопорталов.

1. Сбор необходимого набора геоданных (картографической информации, атрибутивных данных, космических снимков, сопроводительной документации в виде отчетов, графиков, таблиц и т. п.).

2. Подготовка данных для интеграции в специализированное программное обеспечение для публикации в сетях Интернет/Инtranет.

3. Проектирование и создание web-интерфейса будущего геопортала, а также непосредственная интеграция подготовленных данных.

4. Размещение географического ресурса в сети Интернет/Инtranет.

Как правило, наиболее трудозатратным является первый этап. Сложность остальных этапов зависит от выбора программного обеспечения для публикации и набора его базовых функциональных возможностей.

В настоящее время на рынке геоинформационных технологий представлены достаточно разнообразные средства для создания геопорталов. Наиболее эффективными являются решения, основанные на современных коммерческих геоинформационных систем (ГИС) ведущих производителей программного обеспечения, так как они предоставляют более широкий набор стандартных инструментов для работы с геопространственными данными и позволяют создавать рабочие приложения с минимальным привлечением ресурсов разработчиков.

Специалистами компании «Совзонд» был проведен сравнительный анализ различных программных средств для создания геоинформационных порталов. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что программные средства компании Bentley Systems, Inc. (США) более предпочтительны, так как они содер-

жат необходимые элементы и полностью соответствуют основным функциональным требованиям, предъявляемым к геопорталу, как к тематически-ориентированному рабочему инструменту, а не как к средству визуализации геоданных.

Центральным звеном схемы взаимодействия программных средств компании Bentley Systems является ПО Bentley Geospatial Server. Оно выступает в качестве сервера администрирования, тематического структурирования и управления пространственной информацией, а также позволяет организовать единое геоинформационное пространство через прямой доступ к базам данных Oracle Spatial (данные в векторном формате) и файл-серверу (данные в растровом формате).

Предоставление геопространственной информации широкому кругу пользователей через web-интерфейс в открытой или закрытой среде Интернет/Интранет с возможностью внесения необходимых поправок и комментариев с использованием базового ГИС-инструментария обеспечивает ПО Bentley Geo Web Publisher. Высокоэффективные и простые в использовании инструменты Geo Web Publisher дают возможность создавать геопорталы для оперативного информационного обеспечения различных групп потребителей, удаленного сопровождения и ведения тематических проектов, наглядного отображения динамики развития различных территориальных процессов, а также поддержки принятия управленческих решений. Средства Geo Web Publisher позволяют совмещать отображение векторных и растровых данных из разнообразных источников, получать информацию из баз данных и сохранять ее в виде файлов PDF или Excel, осуществлять поиск объектов по различным критериям, упростить восприятие табличной информации путем создания тематических карт, готовить и распечатывать нормативные документы с включенной в них картографической информацией и т. д. Данное программное обеспечение отличается дружелюбным пользовательским интерфейсом, просто в использовании и позволяет добавлять собственные инструменты.

Базовая версия Geo Web Publisher включает следующие функции:

- автоматическая публикация картографической информации в среде Интернет/Интранет;
- работа со слоями;
- базовый ГИС-инструментарий (измерение площа-

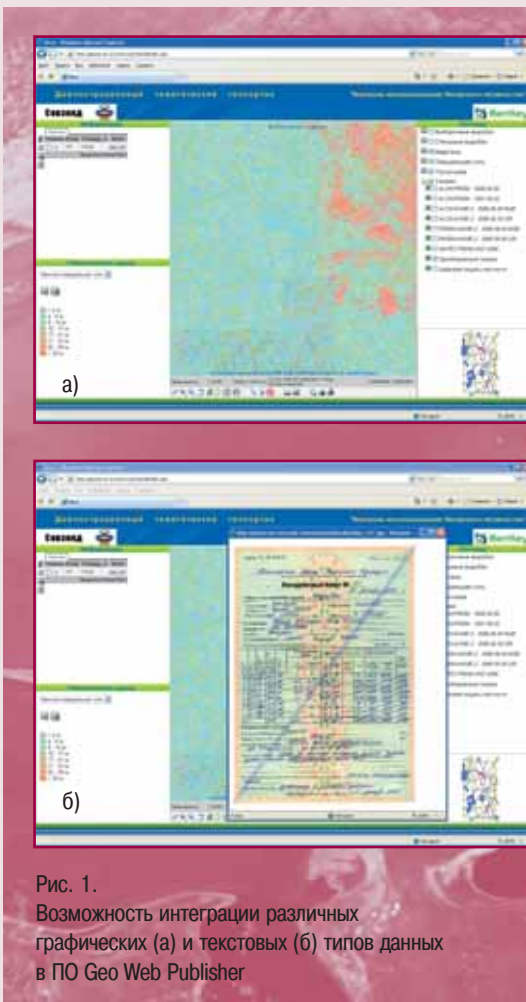


Рис. 1.
Возможность интеграции различных графических (а) и текстовых (б) типов данных в ПО Geo Web Publisher

ди, расстояния, навигация по карте, масштабирование и т. д.);

- интеграция различных типов данных (рис. 1);
- управление ассоциированными файлами;
- поддержка многих систем координат и географических проекций, обширная библиотека которых предоставляет возможность перепроецирования слоев, хранящихся в разных системах и проекциях «на лету», исключая формат iDPR;
- публикация файлов в формате MIF/MID, TAB, SHP и DWG;



a)



б)

Рис. 2.
Состояние вырубок леса на 3 мая 2007 г. (а)
и на 5 мая 2008 г. (б)

- поддержка форматов OGS (Open Geospatial Consortium) – WMS и WFS;
- кэширование геоданных;
- публикация тематических карт;
- сортировка атрибутивных данных в окне информации;
- создание отчетов по пространственным и атрибутивным запросам;
- редактирование геоданных через web;
- нанесение пометок для дальнейшего просмотра другими пользователями;

- возможность временно развернуть карту на все окно;
- поддержка «плавающих» фреймов (например, их можно переместить в другое место или развернуть на все окно);
- удаленный вывод на печать;
- написание Java-апплетов.

С использованием Geo Web Publisher был реализован демонстрационный тематический геопортал для контро-



Рис. 3.
Изменения площади вырубок за год



Рис. 4.
Векторное изображение изменений площади
вырубок с атрибутивной информацией

ля лесопользования Лисинского лесничества (Ленинградская область). На данном геопортале представлены космические снимки за разные годы, отражающие состояние лесного покрова. С использованием этих снимков можно вести мониторинг лесорубочных работ (пятна белого цвета на снимках – вырубки, рис. 2).

При внимательном изучении снимков становится заметно увеличение площади вырубки. Однако ме-



Рис. 5.
Проверка законности проведения вырубок



Рис. 6.
Информация о составе пород лесного участка

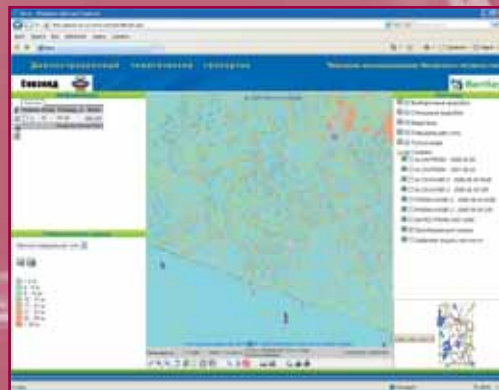


Рис. 7.
Информация о высоте деревьев на выделенных для рубки участках

тод визуального дешифрирования изменений достаточно затруднителен и малоэффективен. В связи с этим, с использованием методики Change Detection было создано растровое изображение, на котором розовым цветом отмечены автоматически дешифрированные изменения размера вырубки (рис. 3), а также векторный слой, содержащий информацию о вырубках (рис. 4).

При интеграции этой информации с данными лесоустроительных кварталов, можно определить законность проведения вырубок в данном квартале в соответствии с лесорубочным билетом (рис. 5). При сопоставлении информации о преобладающих породах с границами лесоустроительных кварталов (рис. 6) и данными о расположении участков, выделенных для рубки (рис. 7), можно получить информацию о ценности того или иного участка.

Как правило, подобные «облегченные» геопорталы создаются для небольшой территории и по определенной тематике с заранее ограниченным количеством слоев. По сути, подобные тематические геопорталы – это полнофункциональный инструмент для мониторинга различных территориальных процессов, таких как лесные пожары, нефтяные разливы, экологическое состояние территории на нефтедобывающих площадках (рис. 8), состояние сельско-



Рис. 8.
Мониторинг изменения состояния нефтяных разливов



Рис. 10.
Поиск информации по атрибутивным запросам к базам данных



Рис. 9.
Мониторинг состояния сельскохозяйственных полей



Рис. 11.
Редактирование данных через web-интерфейс

хозяйственных угодий (рис. 9), паводковые ситуации, селевые сходы, состояние городской инфраструктуры (свалки, незаконное строительство и т. п.).

Как было сказано ранее, геопортал – это не только картографическая информация, он также сопровождается определенными средствами для работы с геопространственной информацией, например, поиска данных на карте по запросам к атрибутивной таблице (рис. 10) или редактирования геоданных и атрибутивной информации через web-интерфейс (рис. 11).

Таким образом, можно констатировать, что тематический геопортал – это рабочий инструмент, способный заменить многим пользователям традиционные геоинформационные системы, и облегчить взаимодействие разрозненных филиалов компании.

В настоящее время компания «Совзонд» развивает различные тематические направления проектной деятельности на основе данных дистанционного зондирования Земли из космоса, стремясь предоставить заказчику наиболее эффективное решение его задач, в том числе, в виде реализованных тематических геопорталов.



BENTLEY. КОМПЛЕКСНЫЕ ГИС ДЛЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ.

Вместе с интегрированными ГИС и инженерно-инфраструктурными решениями эксплуатирующие организации, консультанты и подрядчики могут планировать, строить и управлять инфраструктурой намного быстрее.

Bentley поддерживает весь жизненный цикл объекта, включая этапы планирования, проектирования, эксплуатации. Для мировой инфраструктуры мы предлагаем обширные решения, базирующиеся на ГИС, для картографии, совместной работы над проектом, публикаций данных в Интернет, инженерного проектирования, продуктивной работы в полевых условиях, моделирования и анализа, интеграции информационных технологий внутри предприятия. Теперь можно вести проектную деятельность и одновременно работать с ГИС внутри одного проекта без помех.

Создавайте инфраструктурные объекты быстрее с ГИС-решениями Bentley.

Чтобы узнать, как Bentley может помочь Вам лучше развивать инфраструктуру, посетите: www.bentley.com/Russia

РЕШЕНИЯ:

- Коммуникации
- Коммунальное
газо-электро-энергоснабжение
- Работы на земле
- Муниципалитеты
- Картография
- Мосты
- Железные дороги и
транспортировка
- Автодороги
- Вода и канализация



М.Ю. Кормщикова (Компания «Совзонд»)

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

Новые технологии в образовании – геопорталы для образовательных учреждений

Современное состояние развития науки предъявляет более высокие требования к качеству образования. Особый интерес представляют области на стыке с информационными технологиями, к которым относятся геоинформационные технологии. В связи с этим, актуальными становятся проекты по внедрению в образовательный процесс школ геоинформационных технологий на основе космических снимков.

Информация, содержащаяся в космических снимках, представляет интерес для изучения большого количества учебных дисциплин: географии, биологии, физики, химии, основ безопасности жизнедеятельности, информатики, математики и многих других. Космические снимки позволяют наглядно продемонстрировать процессы и явления, которые происходят в атмосфере, на суше и в океане. С их помощью можно изучать природные объекты, ландшафты, процессы, происходящие в природе, и их динамику – изменение метеорологической и ледовой обстановки, площади снежного покрова, развитие крупных лесных пожаров, смену времен года. Использование космических снимков в учебном процессе позволит не только повысить информативность обучения, так как снимки наиболее актуально отражают современное состо-

яние окружающего мира, но и развить комплексное мышление учащихся. Кроме того, новые технологии, применяемые в учебном процессе, призваны повысить интерес к изучаемым предметам.

Наиболее эффективным решением задачи разработки и внедрения новых образовательных компонентов на основе цифровых технологий является внедрение геопортала для публикации космических снимков, и реализация на его основе сервисов для прикладных пространственно-аналитических задач.

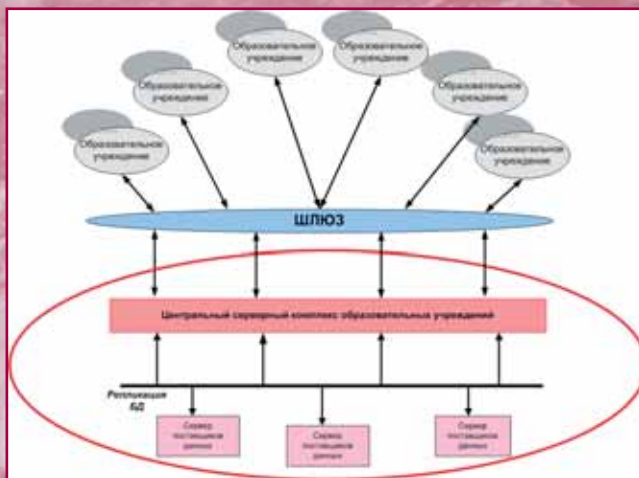


Рис. 1.
Модель сетевого взаимодействия образовательных учреждений

АРХИТЕКТУРА ГЕОПОРТАЛА

При проектировании и разработке архитектуры геопортала приоритетными задачами являются обеспечение защиты информации и стабильности работы системы. Предлагаемая модель сетевого взаимодействия образовательных учреждений, отвечающая данным требованиям, представлена на рис. 1.

Модель сетевого взаимодействия позволяет повысить стабильность работы системы за счет создания нескольких центральных серверов образовательных учреждений. Таким образом, при отказе одной из серверных станций система продолжает функционировать и обрабатывать заявки пользователей. Еще одним положительным моментом приведенной модели взаимодействия является производительность работы системы, так как нагрузка распределяется на несколько серверных станций и таким образом снижается время простоя. Кроме того, данная система обладает свойством масштабируемости и не требует изменения структуры системы при добавлении в ядро или периферию дополнительных элементов (например, в случае заключения договора с новым поставщиком данных).

Защиту информации от несанкционированного доступа планируется осуществлять с использованием средств аутентификации и назначения ролей для каждой из групп пользователей. Для данной схемы в зависимости от статуса каждому участнику присваиваются следующие роли (см. таблицу):

- серверы поставщиков данных размещают космические снимки и пространственную информацию на одном из узлов ядра;
- центральный сервер образовательных учреждений осуществляет размещение, модификацию и потребление информации;
- образовательные учреждения размещают и потребляют информацию.

Распределение ролей участников

Участник	Размещение информации	Модификация информации
Поставщики данных	+	-
Администраторы серверов образовательных учреждений	+	+
Образовательные учреждения	+	-

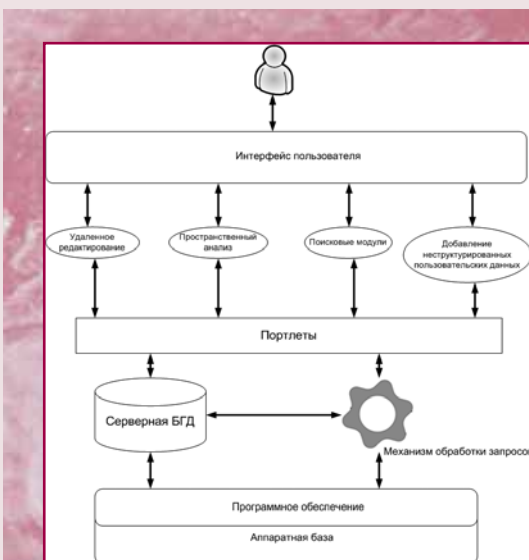


Рис. 2.
Архитектура геопортала

Предпочтительной реализацией предлагаемой системы является ее создание в виде распределенного геопортала, содержащего дополнительные пространственно-аналитические и картографические сервисы. Предлагаемая архитектура геопортала приведена на рис. 2.

Архитектура геопортала является иерархической структурой со следующей схемой.

Нижний уровень иерархии представляет собой аппаратное обеспечение, работающее в совокупности с его операционной системой, обеспечивает функционирование сервера как основы для реализации поставщика услуг.

Второй уровень иерархии отвечает за функционирование систем хранения информации, обработку запросов и функционирование служебных модулей.

Третий уровень иерархии представляет собой совокупность портлетов (внутренние служебные программы), реализующих заданную функциональность, обеспечивает интеграцию информации, предоставляемой внешними источниками и приложениями и реализацию функциональной логики геопортала. Использование портлетов позволяет применить современные технические решения в разрабатываемом проекте. Основным отличием является возможность интеграции информации, поставленной в различном виде из разнотипных источников и в различных форматах, а также информации, размещенной во внешних приложениях.

Совместная работа второго и третьего уровней обеспечивает сбор, распределение и интеграцию информации между внешними объектами и конечным узлом системы.

Четвертый уровень представляет собой совокупность основных функциональных блоков геопортала и отвечает за информационное наполнение геопорталов в соответствии с заданными функциями.

Пятый уровень представляет собой пользовательский интерфейс и обеспечивает выбор необходимой пользователю функции геопортала.

В предложенной архитектуре, кроме стандартных картографических сервисов, позволяющих визуализировать пространственную информацию и осуществлять навигацию по карте, присутствуют дополнительные сервисы, предназначенные для решения аналитических, поисковых и тематических задач. Эти сервисы представлены в четвертом уровне архитектуры: семантическое моделирование, трехмерное моделирование, поисковые модули, добавление неструктурированных пользовательских данных.

Семантическое моделирование. Идея семантических сетей пока находится, в основном, в рамках научных разработок, но данная технология успешно развивается и уже представляет значительный интерес. Семантические сети позволяют выявлять скрытые закономерности или взаимосвязи между переменными в больших массивах необработанных данных. Имея пространственную базу данных и устанавливая взаимосвязи между объектами и событиями, становится

возможным выявлять скрытые взаимосвязи между пространственно-ориентированными событиями и моделировать эти события.

Трехмерное моделирование. Трехмерная графика – одно из наиболее бурно развивающихся направлений компьютерной графики. Трехмерное моделирование дает возможность реалистично создавать абсолютно фантастические проекты, точно воспроизводить реальный мир, а затем с легкостью управлять трехмерным пространством.

Поисковые модули. Предполагается организовать поиск объектов в базе данных с использованием поискового модуля, что позволит автоматизировать и облегчить навигацию по карте, а также осуществлять выборку пространственных объектов по определенным атрибутивным критериям (например, городов с повышенным уровнем загазованности).

Добавление неструктурированных пользовательских данных. В дополнение к базе данных космических снимков и векторной картографической информации планируется разработать модуль для размещения неструктурированной информации (текстовые файлы, электронные таблицы, графические файлы) в пространственной привязке к местности. Это позволит пользователям системы публиковать отчеты о практических занятиях, научно-исследовательских и изыскательских работах, проведенных на определенной территории, что повысит информативность системы.

СХЕМА ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

В соответствии с рассмотренной архитектурой можно предложить несколько решений программной реализации геопортала.

Наиболее подходящими являются решения, основанные на коммерческих программах ведущих производителей программного обеспечения для геоинформационных проектов – компаний Bentley Systems и Oracle.

Данные программные решения выбраны, исходя из того, что они позволяют, используя максимальное количество стандартных функций, реализовать архитектуру подобной системы.

Программная реализация, представленная на рис. 3, подразумевает использование в качестве сервера для хранения пространственной информации Oracle Spatial

совместно с Bentley Geospatial Server, а в качестве клиентских приложений – полнофункциональных ГИС, которые поддерживают протоколы Bentley Geospatial Server (Bentley Map, MicroStation, ArcGIS).

Достоинствами такого программного решения является возможность подключения встроенных функций Oracle Spatial и Bentley Geospatial Server, таких как организация семантических сетей, хранение топологии в базах геоданных, хранение неструктурированных данных в привязке к структурированным пространственным объектам, функции управления проектами. Кроме того, использование в качестве клиентского программного обеспечения полнофункциональных геоинформационных систем (ГИС) позволяет расширить функциональность системы.

Недостатками данной программной реализации является наличие затрат на покупку программного обеспечения и дополнительные затраты на приобретение полнофункциональных ГИС.

Учитывая эти недостатки, была разработана еще одна структура программной реализации на базе Oracle Spatial в связке с Bentley Geospatial Server и картографическим web-сервером WebPublisher, представленная на рис. 4. Данная модель наследует функциональность сервера хранения данных, описанную выше, но за счет использования web-сервера WebPublisher осуществляет поддержку открытых ГИС-стандартов, что существенно облегчает интеграцию с внешними системами. Кроме того, отпадают затраты на специализированное клиентское программное обеспечение, что в целом снижает стоимость системы.

Предложенная модель сетевого взаимодействия имеет следующие достоинства:

- высокая отказоустойчивость – при выходе из строя любого информационного узла ядра системы информация остается доступной;
- многонаправленность передачи ресурсов;
- возможность легкого доступа к информации всех участников взаимодействия;
- идентичность реализации для каждого из клиентских и серверных узлов – тиражируемость программного обеспечения;
- масштабируемость – возможность включения в систему взаимодействия новых узлов без перестройки системы.

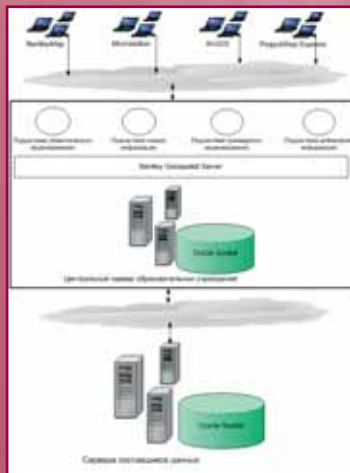


Рис. 3.
Схема программной реализации на базе ПО Oracle и Bentley с использованием архитектуры «толстого» клиента

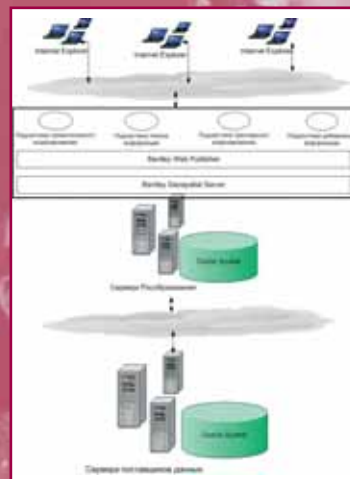


Рис. 4.
Схема программной реализации на базе ПО Oracle и Bentley с использованием архитектуры «тонкого» клиента

М.А. Элердова (Компания «Совзонд»)

В 2001 г. прошла обучение по Президентской программе подготовки управленческих кадров. В 2006 г. окончила Всероссийскую академию внешней торговли по специальности «экономист-международник». С 2003 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время – директор по развитию бизнеса.

Новые сервисы для прямого доступа к высокоточным данным с КА QuickBird и WorldView-1

За последние несколько лет накоплен значительный объем данных, полученных с космических аппаратов QuickBird и WorldView-1 и находящихся в архивах компании DigitalGlobe (США). Эти данные представляют собой высокоточные космические изображения с разрешением 50-70 см, покрывающие территорию всего земного шара. В 2008 г. компания DigitalGlobe и ее дистрибьютор – компания «Совзонд» приступили к коммерческому распространению на территории России и стран СНГ новых серви-

сов ImageConnect и ImageBuilder, обеспечивающих пользователей геоинформационных систем (ГИС) прямым доступом к данным со спутников QuickBird и WorldView-1 непосредственно из геоинформационной среды предприятия, а также позволяющих создавать и обновлять собственные геопорталы и web-сайты.

Эти сервисы широко внедряются за рубежом и нашли применение среди крупных корпоративных пользователей, а также при создании и обновлении ряда геопорталов (рис. 1 и 2).

Остановимся подробнее на возможностях и условиях использования данных сервисов.

Сервис ImageConnect

Сервис ImageConnect является расширением к широко используемым геоинформационным системам и позволяет загружать геопривязанные космические изображения высокого разрешения в ГИС-среду пользователя непосредственно из архива компании DigitalGlobe. При этом происходит мгновенное отображение данных космической съемки в программном обеспечении пользователя с автоматическим преобразованием в картографическую проекцию, установленную

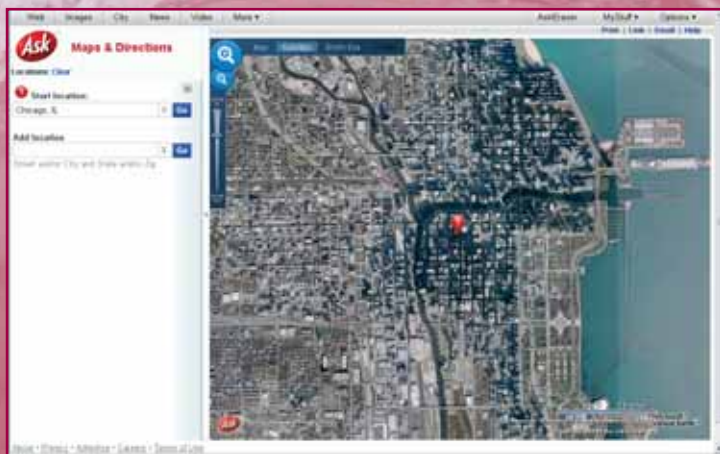


Рис. 1.
Геопортал www.ask.com

в программе на момент загрузки изображений. В настоящее время этот сервис могут применять пользователи следующих геоинформационных систем: ArcGIS 8.x и 9.x (ESRI, Inc., США), MapInfo Professional (MapInfo Corp., США), Map 3D, Land Desktop, Raster Design, Civil 3D и AutoCAD (Autodesk Corp., США).

Сервис ImageConnect имеет простой интерфейс и позволяет:

- обеспечить мгновенный доступ множества пользователей к высокоточным данным ДЗЗ для получения архивной и актуальной пространственной информации;
- существенно снизить стоимость получения архивных данных дистанционного зондирования;
- избежать затрат на архивирование больших объемов данных и обеспечить организацию одновременного доступа к информации удаленных филиалов предприятия.

Потребители сервиса ImageConnect могут воспользоваться специальными условиями при выполнении новой космической съемки любой запрашиваемой территории со спутников QuickBird и WorldView-1.

В архив данных ДЗЗ, доступных через сервис ImageConnect, входят изображения с облачностью менее 20%, которые были получены с 2002 г. (с момента запуска спутника QuickBird) по настоящее время. Например, имеются ежегодные космические изображения Москвы, начиная с 2003 г., и более 20 изображений центра Санкт-Петербурга за период с 2003 г. по 2008 г. Мониторинг состояния города возможен практически с ежемесячной периодичностью.

Изображения из архива передаются в формате JPG с геопространственной привязкой. Выполнено ортотрансформирование изображений по грубой DEM (цифровой модели рельефа), что обеспечивает «сшивку» соседних снимков в мозаичное изображение. Максимальный размер изображения для загрузки на жесткий диск пользователя составляет 5000x5000 пикселей.



Рис. 2.
Геопортал www.zillow.com

Данные ДЗЗ на территорию России, которые можно получать с помощью ImageConnect, охватывают площадь более 4 млн км², куда входят практически все города РФ с прилегающей территорией и наиболее активно развивающиеся районы. Лицензия на использование сервиса ImageConnect выдается сроком на один год, а ее стоимость определяется количеством пользовательских рабочих мест. Стоимость годовой лицензии на сервис ImageConnect в РФ – 30 тыс. у. е. (без НДС), стоимость годовой лицензии – на отдельные области РФ – 5 тыс. у. е. (без НДС). Имеются отдельные лицензии, предоставляющие доступ к архивам изображений на страны СНГ, Европы и Азии.

Существует специальное предложение по приобретению лицензии на отдельные регионы Российской Федерации, в частности, на нефтегазовые районы. В настоящее время общая площадь покрытия этих территорий данными ДЗЗ составляет 1 млн 30 тыс. км², из них 1 млн км² определяется компанией DigitalGlobe, а 30 тыс. км² – задаются пользователем при подключении к этому сервису. Ежегодное пополнение архива данных ДЗЗ новыми космическими изображениями на нефтегазовые районы составит не менее 1 млн км².

Дозагрузка изображений, полученных по результатам новых космических съемок и еще не вошедших в архив

данных ДЗЗ, предоставляемых с помощью сервиса ImageConnect, осуществляется по отдельному запросу в течение 30 дней с даты заказа.

Сервис ImageConnect уже нашел применение в государственных и коммерческих организациях для решения следующих задач:

- в органах государственного и муниципального управления для долгосрочного планирования развития городских и межселенных территорий, мониторинга фактического состояния и использования земель и объектов недвижимости, строящихся объектов, оценки инвестиционной привлекательности городских и сельскохозяйственных территорий, выбора земельных участков для размещения объектов нового строительства (зданий, сооружений, подъездных путей), в качестве картографической основы для решения других задач;
- на предприятиях топливно-энергетического комплекса для поиска и разработки новых месторождений, оптимизации ресурсов на разрабатываемых участках месторождений, оценки соответствия текущего состояния экологическим нормам, управления инфраструктурой и активами, организации работы с космическими изображениями неограниченного числа сотрудников, оперативной передачи

снимков полевым бригадам в удаленные районы, обновления и создания картографических материалов на интересующие участки, решения других долгосрочных и текущих задач;

- в организациях, занимающихся продажей земли и объектов недвижимости, для оценки стоимости земли и объектов недвижимости, выбора мест для приобретения земельных участков и т. д.

Со стоимостью приобретения сервиса ImageConnect, дополнительными условиями его предоставления и имеющимися скидками можно ознакомиться в компании «Совзонд».

ImageBuilder

ImageBuilder представляет собой приложение разработчика, обеспечивающее связь с сервером и базой данных космических снимков компании DigitalGlobe, позволяющее пользователю выкладывать в Интернет изображения со спутников QuickBird и WorldView-1, обновлять космические изображения или создавать собственные геопорталы и web-сайты. При помощи ImageBuilder можно также использовать космические изображения в любых мобильных устройствах связи, подключенных к Интернет.

Основным достоинством приложения является возможность интеграции спутниковых изображений с векторными данными пользователя, что позволяет создавать картографические web-порталы. ImageBuilder может найти широкое применение при разработке и ведении web-сайтов и геопорталов органов местного самоуправления городов и областей, коммерческих web-порталов, сайтов по продаже земли и объектов недвижимости, решения задач навигации.

Возможности ImageBuilder использовались при создании и ведении геопорталов США и Европы, таких как www.ask.com (рис. 1) и www.zillow.com (рис. 2), а также GoogleEarth (рис. 3) и Microsoft Live Search Maps (рис. 4), нашедших широкое применение во всем мире.

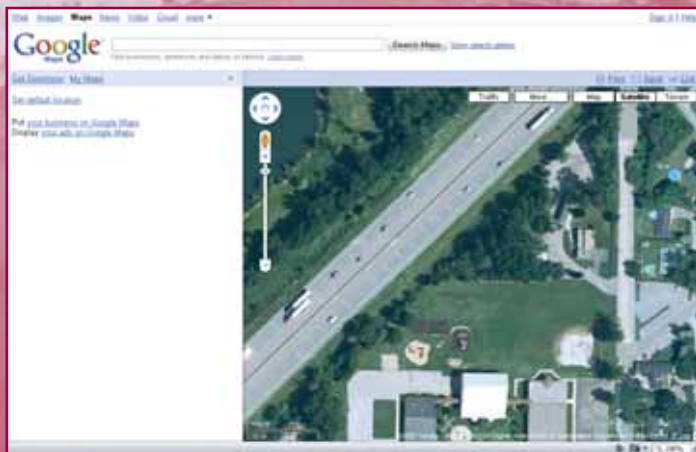


Рис. 3.
Использование ImageBuilder для GoogleEarth

Использование космических снимков в LBS-службах

LBS (Location-based service) – разновидность информационных и развлекательных услуг, основанных на определении текущего местоположения мобильного телефона пользователя. Средства визуализации современных мобильных телефонов (в частности, смартфонов) позволяют отображать на экране электронные карты достаточно высокого качества, что, в свою очередь, делает возможным использование LBS для решения различных бизнес-задач, навигации и развлечений.

С 2002 г. в России операторы сетевых сетей применяют LBS в коммерческих целях. Основными направлениями при этом являются:

- определение собственного местоположения мобильной станции (мобильного телефона);
- определение местоположения удаленной мобильной станции (ассоциируется с определением местоположения другого абонента).

Дополнительные услуги:

- навигация и слежение;
- прогноз погоды в зоне местонахождения, поиск ближайших объектов инфраструктуры;
- службы общения и развлечений, например, многопользовательские игры, учитывающие местоположение игроков, или службы знакомств.

Производители мобильных телефонов и навигационных устройств, предоставляя услуги LBS, все больше внимания уделяют космическим снимкам. Приведем в качестве примеров использование космических изображений двумя компаниями – Nokia (Финляндия) и Garmin (США).

Космические снимки DigitalGlobe в сервисах Nokia

12 февраля 2009 г. компания DigitalGlobe подписала соглашение с компанией Nokia, в рамках которого достигнута договоренность о расширении партнерства в целях обеспечения пользователей Nokia доступом к космическим снимкам высокого разрешения в LBS.

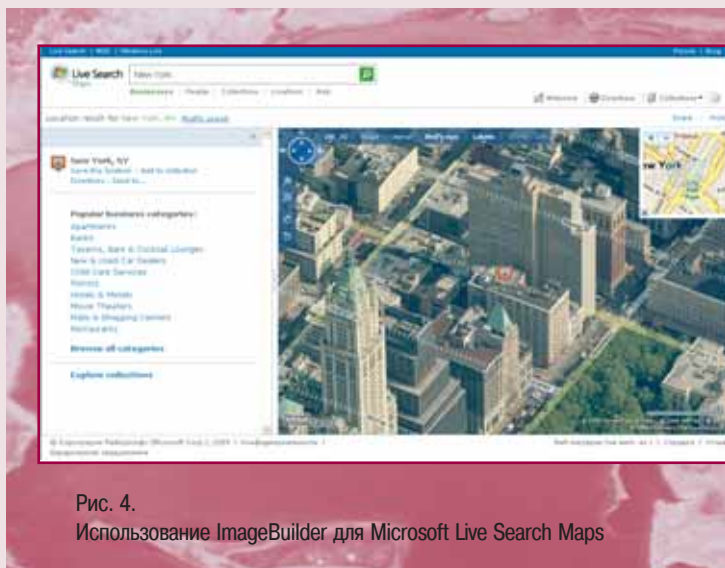


Рис. 4. Использование ImageBuilder для Microsoft Live Search Maps

Снимки будут доступны через Nokia Maps, на мобильных устройствах и на Ovi.

Ovi – это новый бренд компании Nokia для Интернет-сервисов (рис. 5). Анонсируя Ovi, компания расширяет сферу деятельности, которая будет охватывать не только мобильные устройства, но и широкий ассортимент Интернет-сервисов. Ovi (в переводе с финского означает «дверь»), обеспечит пользователям простой доступ к существующим сетям и информации, а также будет играть роль шлюза к сервисам Nokia.

В качестве составных частей Ovi Nokia представила сервисы Nokia Music Store и Nokia N-Gage, упрощающие пользователям поиск, прослушивание и приобретение музыки и игр популярных исполнителей и издателей, включая эксклюзивную информацию, доступную только через Nokia. Кроме того, посредством Ovi будет обеспечиваться доступ к Nokia Maps – навигационному сервису, предлагающему карты, путеводители и многое другое для совместимых мобильных устройств. В ближайшие месяцы компания намерена добавить в Ovi новые Интернет-сервисы.

Выступая на мероприятии Nokia Go Play в Лондоне, президент и генеральный директор компании Олли-Пекка Калласвуо (Olli-Pekka Kallasvuo) представил Ovi и новые сервисы Nokia для пользователей, а также рассказал о будущих планах Nokia в качестве Интер-



Рис. 5.
Интернет-сервис Ovi

нет-компания: «Развитие отрасли идет в направлении объединения с ресурсами Интернет, и Ovi отражает концепцию соединения возможностей Интернет и мобильности от Nokia. Nokia – ведущий в мире производитель мобильных устройств. В будущем мы намерены поставлять отличные устройства в сочетании с превосходными возможностями и сервисами, которые упростят пользователям раскрытие всего потенциала Интернета».

«Мы вышли на этот путь в 2009 году, представив навигационный сервис, а теперь решили объединить наши сервисы под единым брендом – Ovi. В ближайшие 12 месяцев мы интегрируем в Ovi новые элементы пользовательского интерфейса, услуги и web-сообщества», – добавил Олли-Пекка Калласвуо.

Интеграция космических снимков сверхвысокого разрешения в сервис Nokia Maps позволяет на порядок повысить его функциональность. Помимо наглядности при навигации по городским территориям, полезно иметь подложку в виде космических снимков, путешествуя по незнакомой территории, на которую нет актуальных и детальных карт. Сервис Nokia Maps может быть загружен практически во все устройства Nokia, включая Nokia N96 и Nokia N95.

«Мы выбрали компанию DigitalGlobe в качестве поставщика контента для наших сервисов, поскольку она обладает огромным архивом снимков высокого качества и значительным опытом в области технической поддержки интеграции снимков в мобильные устройства, – заявил директор и глава разработки навигационной платформы в Nokia Кристоф Хеллмис (Christof Hellmis). – Интеграция еще большего количества снимков высокого разрешения в Nokia Maps улучшит контекстное содержание пользовательского опыта наших клиентов».

Космические снимки DigitalGlobe в навигаторах Garmin

Среди пионеров внедрения космических снимков в сервисы мобильных устройств выступает и компания Garmin. Изображения будут использоваться в новой серии оборудования BlueChart g2 при создании и обновлении картографической

основы крупных масштабов. Электронные устройства BlueChart g2 одними из первых предоставят пользователям беспрецедентную возможность доступа к коммерческой системе космических снимков высокого пространственного разрешения из любой точки мира.

Вице-президент и генеральный менеджер коммерческого отдела компании DigitalGlobe Марк Трэмблей (Marc Tremblay) заявил, что предоставленные для BlueChart g2 снимки позволяют улучшить уровень точности, реалистичность и надежность представления информации. Компания DigitalGlobe возлагает большие надежды на дальнейшее сотрудничество с Garmin в области навигации с использованием высокодетальных материалов космической съемки.

Продукция BlueChart g2 обладает уникальным набором особенностей и функций по отображению снимков, предоставленных компанией DigitalGlobe. Для реалистичного отображения карты существует возможность просмотра информации в виде фотокарты. С помощью дополнительного программного обеспечения BlueChart g2 Vision, снимки будут преобразовываться в высокодетальные изображения с возможностью просмотра в трехмерном режиме. Также будут поставляться отдельные дополнения, включающие в себя детализацию прибрежных до-

рог, информацию от морских служб, улучшенные навигационные данные IALA (International Association of Marine Aids to Navigations and Lighthouse Authorities), планы портов, информацию о катастрофах, закрытых территориях и других объектах.

Следует отметить, что все снимки для Garmin были предоставлены в формате off-line, для того, чтобы компания могла провести дополнительную обработку данных. Изображения были сегментированы на несколько регионов и добавлены в карты BlueChart g2 SD (рис. 5).

Бизнес-модели коммерческих взаимоотношений провайдера и покупателя космических снимков

Как правило, бизнес-модель коммерческих взаимоотношений провайдера и покупателя космических снимков (владельца сервиса или поставщика мобильных устройств и т. д.) строится на основе одновременного годового взноса, а также выплаты определенного процента (роялти) от проданного устройства (карты и т. д.) или от количества обращений к сайту. Такая бизнес-модель позволяет совместно инвестировать проект, минимизировав первоначальный взнос покупателя. С технической точки зрения интеграция космических снимков может быть реализована через ImageBuilder – в этом случае покупатель доверяет функцию «хоста» компании DigitalGlobe. Однако имеется также возможность предоставления архива снимков в режиме off-line, если покупатель планирует проводить дополнительную обработку снимков, самостоятельно обеспечивать хранение, безопасность и доступ к изображениям.

В России внедрение и переговоры по интеграции космических снимков DigitalGlobe в Интернет-сервисы, мобильные устройства и т. д. проводит Платиновый Дистрибьютор компании DigitalGlobe – компания «Совзонд».

Космические снимки для геопорталов в России

Для многих компаний в мире именно с появлением в сети Интернет геопорталов, таких как GoogleEarth и Microsoft Live Search Maps, все более интересным становится создание собственного геопортала. Причем особый интерес представляет сфера так называемых «государственных» геопорталов, где заказчиком выступает какое-либо ведомство, администрация области или города. В этом случае одновременный доступ к закупленным кос-



Рис. 6.
Космические снимки,
интегрированные в BlueChart g2

мическим снимкам получают не несколько технических специалистов (как правило, ГИС-отдел), но и все сотрудники организации и, при желании, жители данного города или области, что увеличивает экономический эффект от покупки в несколько раз.

На космические снимки распространяются авторские права компаний-владельцев спутников ДЗЗ, поэтому снимки закупаются по лицензии. В лицензии указывается количество организаций, получивших права на пользования данными ДЗЗ, а также прописываются права заказчика на публикацию снимков в Интернет.

Ценовая политика у провайдеров космических снимков разная. Основными критериями, влияющими на величину надбавки (роялти) за публикацию снимков в сети Интернет, являются следующие.

1. Кому принадлежит геопортал. Если заказчик – некоммерческий пользователь (администрация области или города, ведомство и т. д.), надбавка либо не взимается, либо она гораздо меньше, чем для коммерческого портала, содержащего рекламу.

2. Объем заказа. При большом объеме заказа по некоторым спутникам лицензия на размещение снимков в Интернет может быть предоставлена бесплатно.

3. Формат космических снимков. Как правило, изображения на геопортале размещаются в формате JPG, однако если заказчик хочет предоставить посетителям воз-

Предложения ведущих провайдеров космических снимков

Компания-провайдер	Космический аппарат	Условия лицензирования	
		Коммерческие геопорталы	Некоммерческие геопорталы
DigitalGlobe (США)	QuickBird (разрешение 0,6 м; цветные изображения) и WorldView-1 (разрешение 0,5 м; черно-белые изображения)	Средствами ПО ImageBuilder на основе роялти за транзакцию (выплаты провайдеру за каждое новое подключенное к portalу устройство или за количество посетителей) + годовой взнос. В режиме off-line (архив снимков передается покупателю для организации собственного хранилища данных). Стоимость лицензии согласовывается с покупателем. При подписании соглашения на использование ImageBuilder бесплатно предоставляется мозаика из снимков Landsat на весь мир	Одноразовая надбавка при покупке космических снимков. Заказчики, которые уже приобрели снимки, имеют возможность доплатить за лицензию на размещение снимков на геопортале
GeoEye (США)	GeoEye-1 (разрешение 0,5 м; цветные изображения)	Нет (эксклюзивные права на размещение снимков GeoEye в коммерческих геопорталах принадлежат компании Google)	Требует согласования с провайдером
	IKONOS (разрешение 1,0 м; цветные изображения)	Одноразовая надбавка в размере 15-90% от стоимости данных. Заказчики, которые уже приобретали снимки, имеют возможность доплатить за лицензию на размещение снимков на геопортале	
JAXA (Японское космическое агентство)	ALOS (разрешение 2,5 м; цветные или черно-белые изображения)	Размещение снимков на геопортале без дополнительной оплаты возможно по согласованию с компанией «Совзонд»	
	ALOS (разрешение 10 м; цветные изображения)		
RapidEye (Германия)	Группировка спутников RapidEye (разрешение 5,0 м; цветные изображения)		
USGS (США)	Landsat (разрешение 15-30 м)	Разрешено без дополнительных выплат. В наличии есть готовая мозаика на весь мир	

возможность загрузки изображений в формате TIFF (например, для качественной печати постеров), стоимость лицензии будет выше.

Наиболее интересные предложения ведущих провайдеров космических снимков представлены в таблице.

Обращаем внимание, что информация в таблице приведена по состоянию на март 2009 г., и условия лицензи-

рования могут меняться. Кроме того, при покупке программного обеспечения Bentley GeoWeb Publisher для геопортала, космические снимки могут быть предоставлены на специальных условиях.

И, конечно же, любые публикации данных ДЗЗ в Интернет требуют обязательного указания копирайта компании-владельца авторских прав на космические снимки.

Д.В. Румянцев (STS Group)

В 2001 г. окончил МГТУ им. Н.Э. Баумана. С 1998 г. работает в сфере аудио-видео. В настоящее время – генеральный директор ООО «Салайета» (STS Group).

Создание высокотехнологичных комплексов на базе данных ДЗЗ для задач диспетчеризации

В настоящее время невозможно представить работу любой компании или организации, деятельность которой напрямую связана с данными дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) сверхвысокого разрешения из космоса, без высокотехнологичной технической базы оперативного наблюдения и контроля над поступающей информацией в ситуационных (диспетчерских) центрах (СЦ).

Ситуационные центры должны обеспечивать возможность сбора данных, получаемых со спутников, проведения на их основе мониторинга и анализа ситуации, подготовки справок и аналитических материалов, моделирования сценария развития событий, интересующих руководство, и, одновременно с этим, визуализацию подготовленной информации.

Диспетчерский или ситуационный центр представляет собой комплекс специально организованных рабочих мест для персональной и коллективной

аналитической работы группы специалистов (рис. 1). Основной задачей СЦ является поддержка принятия стратегических решений на основе визуализации и углубленной аналитической обработки оперативной информации. Эффективность работы ситуационного центра обеспечивается за счет того, что он позволяет подключить к активной работе по принятию решения



Рис. 1.
Схема ситуационного центра

резервы образного, ассоциативного мышления. Представление ситуации в виде образов как бы «сжимает» информацию, обеспечивая обобщенное восприятие происходящих событий.

Компания STS Group занимается проектированием и созданием диспетчерских и ситуационных центров для отображения геоинформационных систем (ГИС) на базе данных ДЗЗ для различных сфер применения. На первоначальном этапе проектирования необходимо полностью понимать цели и задачи создаваемого комплекса, так как он должен учитывать все аспекты, интересующие конечных пользователей.

Ниже представлены основные функции ситуационного (диспетчерского) центра.

- Выбор целей, обоснование критериев их достижения и определение ограничений налагаемых на систему управления.
- Систематический сбор первичных данных (информации) в соответствии с заданными критериями

при помощи ГИС и различных информационных источников.

- Хранение данных и создание архива.
- Систематизация данных.
- Предоставление данных пользователям (подсистемам) в соответствии с их запросами и правами доступа.
- Обобщение (агрегирование, комплексирование) данных (по модели описания обстановки).
- Отображение (визуализация с возможностью детализации), анализ и оценка текущей обстановки.
- Прогнозирование моделей развития событий, в том числе с применением вариантов возмущающих воздействий (т. е. сценариев управляющих воздействий с учетом возможной реализации ряда событий), и оценка их последствий (с помощью методов ситуационного (имитационного) моделирования). Оценка результатов прогнозирования обстановки.



Рис. 2.
Примеры организации ситуационных центров

- Выбор наилучшего варианта управляющих воздействий с использованием критериев оценки эффективности управления, достоверности прогнозов, рисков и других критериев.
- Планирование, координация и контроль реализации принятых решений.
- Оценка результатов реализации принятых решений (если результаты не удовлетворительны, то возможно итерационное повторение представленного выше цикла функционирования).

Геоинформационные системы находят широкое применение, но удобство и эффективность работы с пространственно-распределенной информацией, представляемой с их помощью, во многом зависит от грамотного технического использования комплекса визуализации.

Комплексы (рис. 2), создаваемые STS Group, позволяя максимально задействовать ресурсы и возможности организации для высококачественной работы по выбранному направлению и всегда иметь точную и достоверную информацию для оперативного принятия важных и своевременных решений.



STS GROUP

Системы Технологии Сервис



televic



Наши решения :

- Ситуационные центры
- Диспетчерские
- Конференц залы
- Системы 3D визуализации...
под ключ.



ООО "САЛАЙЕТА"
115094, Москва,
Госпитальный Вал ул.,
д.5 корп.12
Тел.: +7 (495) 632 39 20,
факс: +7 (495) 632 39 22

E-mail: info@stsgroup.ru
<http://www.stsgroup.ru>

SALAYETA LLC
Gospitalny Val str., 5,
bld 12,
115094, Moscow
Phone: +7 (495) 632 39 20,
fax: +7 (495) 632 39 22

E-mail: info@stsgroup.ru
<http://www.stsgroup.ru>

VISUALISING YOUR CONCEPT

На III Международной конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий» состоится семинар по использованию современных данных ДЗЗ для решения навигационных и диспетчерских задач

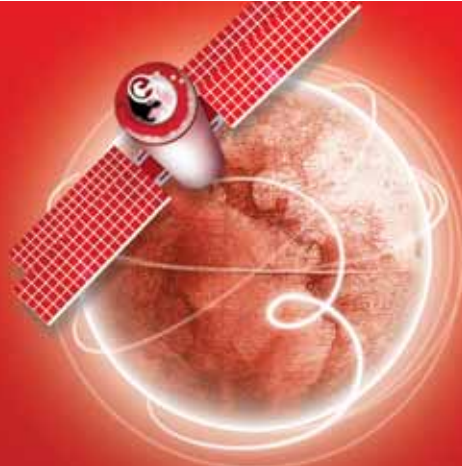
В рамках III Международной конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий», организуемой компанией «Совзонд», 16 апреля 2009 г. состоится семинар – практическая демонстрация на тему **«Возможности использования современных данных дистанционного зондирования Земли для решения навигационных и диспетчерских задач»**.

В рамках семинара специалисты компании «Совзонд» проведут практическую демонстрацию возможностей использования космических снимков в качестве актуальной и высокоточной основы для решения задач навигации. Слушатели получат возможность наблюдать реальный процесс обработки космических снимков с применением ПК ENVI, INPHO, Bentley и ArcGIS, принять участие в создании навигационной основы и, используя ее, совершить поездку по окрестностям, а также при желании повторить действия специалистов на стационарных и полевых компьютерах, приемниках GPS/ГЛОНАСС.

Программа семинара состоит из следующих этапов.

1. Выполнение фотограмметрической обработки космических снимков WorldView-1, ALOS/PRISM и ALOS/AVNIR-2 в целях создания ортомозаик масштаба 1:10 000-1:25 000 без использования наземных опорных точек.
2. Создание основных картографических навигационных слоев на базе ортомозаик, и загрузка векторных карт и ортомозаик в полевые компьютеры со встроенными GPS/ГЛОНАСС-приемниками.
3. Выезд в окрестности с навигацией по созданным геопространственным основам, чтобы оценить их точностные характеристики, а также пригодность для распознавания объектов местности и ориентирования.

С подробной информацией о программе III Международной конференции «Космическая съемка – на пике высоких технологий» и ее результатах можно ознакомиться на сайте www.sovzondconference.ru.



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

15–17 апреля 2009 г.

Москва

Целью конференции является широкий обмен опытом использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) 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:

- Современное состояние и тенденции развития российских и зарубежных программ ДЗЗ.
- Программные комплексы, системы и решения для обработки данных ДЗЗ от ведущих российских и зарубежных разработчиков.
- Опыт решения практических задач с использованием данных ДЗЗ.
- Опыт и проблемы реализации проектов с использованием ГИС и пространственных данных.



ОРГАНИЗАТОР:

Компания "Совзонд"

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

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)
- Infoterra (Германия)
- SpotImage (Франция)
- ITT VIS (США, Франция)

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СПОНСОР:



СПОНСОР:



СПОНСОР СЕМИНАРА:



ПАРТНЕР:



ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ:









ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПОНСОРЫ:









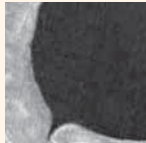
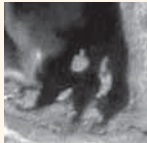

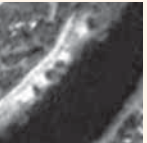
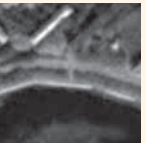









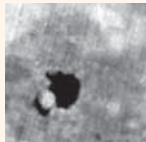
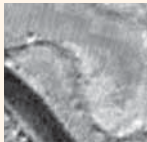
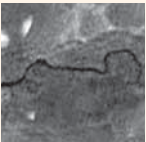
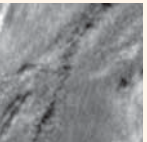






GeoTop



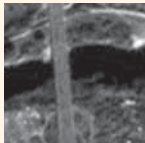



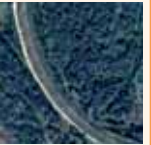


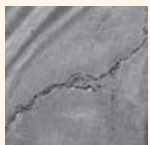
Оценка дешифровочных свойств космических снимков со спутника ALOS для создания топографических карт масштаба 1:25 000

Наименование элементов и объектов местности	Населенные пункты. Города, поселки городского типа (ПГТ), поселки сельского типа, поселки дачного типа, поселки, не отнесенные к категории ПГТ	
Тип объекта	Города	Поселки сельского типа
Цветное изображение		
Панхроматическое изображение		
Степень дешифрируемости*	1	1
Условное обозначение в масштабе 1:25 000		

Наименование элементов и объектов местности	Населенные пункты. Отдельные строения		
Тип объекта	Жилые и нежилые строения в кварталах, в населенных пунктах с бессистемной застройкой	Выдающиеся огнестойкие здания	Отдельно расположенные дворы (хутора)
Цветное изображение			
Панхроматическое изображение			
Степень дешифрируемости*	1	1	1
Условное обозначение в масштабе 1:25 000			
Наименование элементов и объектов местности	Населенные пункты. Кварталы и улицы		
Тип объекта	Плотно застроенные кварталы	Плотно застроенные части кварталов (ряды, улицы)	Редко застроенные кварталы
Цветное изображение			
Панхроматическое изображение			
Степень дешифрируемости*	1	1	1
Условное обозначение в масштабе 1:25 000			

Наименование элементов и объектов местности	Гидрография. Береговая линия морей, рек, озер, водохранилищ		Гидрография. Берега, набережные		
	Постоянная, определенная	Непостоянная, неопределенная, пересыхающих водоемов	Берега обрывистые	Берега с пляжем	Набережные
Тип объекта					
Цветное изображение					
Панхроматическое изображение					
Степень дешифрируемости*	1	1	2	1	1
Условное обозначение в масштабе 1:25 000					
Наименование элементов и объектов местности	Гидрография. Водоёмы	Гидрография. Реки и ручьи			
Тип объекта	Озера, пруды	Постоянные (ширина >5 м)	Постоянные (ширина <5 м)	Пересыхающие	Площади разливов, зоны затопления
Цветное изображение					
Панхроматическое изображение					
Степень дешифрируемости*	1	1	1	2	1
Условное обозначение в масштабе 1:25 000					

Наименование элементов и объектов местности	Гидрография. Каналы, каналы	Гидрография. Сооружения			
		Плотины	Дамбы	Пристани	Моли, причалы
Тип объекта	Шириной 1) <3 м; 2) >3 м; и более 5 м				
Цветное изображение					
Панхроматическое изображение					
Степень дешифрируемости*	2	1	2	1	1
Условное обозначение в масштабе 1:25 000					
Наименование элементов и объектов местности	Мосты		Автомобильные дороги		
	Мосты, путепроводы	Путепроводы над железной дорогой	Автомобильные дороги	Усовершенствованные шоссе	Шоссе
Тип объекта					
Цветное изображение					
Панхроматическое изображение					
Степень дешифрируемости*	1	1	1	1	1
Условное обозначение в масштабе 1:25 000					

Наименование элементов и объектов местности	Автомобильные дороги			Железные дороги	
	Улучшенные грунтовые дороги	Грунтовые дороги	Полевые и лесные дороги	Двухпутные	Однопутные
Тип объекта					
Цветное изображение					
Панхроматическое изображение					
Степень дешифрируемости*	1	1	2	2	2
Условное обозначение в масштабе 1:25 000					
Наименование элементов и объектов местности	Рельеф	Растительность, болота			
Тип объекта	1) Промоины 2) Овраги	Леса	Узкие полосы лесонасаждения и живые изгороди	Отд. рощи, не выражающиеся в масштабе карты: 1) хвойные 2) лиственные 3) смешанные	Болота
Цветное изображение					
Панхроматическое изображение					
Степень дешифрируемости*	2	1	1	1	1
Условное обозначение в масштабе 1:25 000					

Наименование элементов и объектов местности	Пашни	Отдельные местные предметы. Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты			
Тип объекта	Пашни	Памятники и монументы	Кладбища	Стадионы	Бензоколодки
Цветное изображение					
Панхроматическое изображение					
Степень дешифрируемости*	1	2	2	1	2
Условное обозначение в масштабе 1:25 000				Стад.	
Наименование элементов и объектов местности	Отдельные местные предметы. Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты				
Тип объекта	Депо, вокзалы, станционные пути	Очистительная станция	1) Аэродромы и гидроаэродромы 2) Посадочные площадки (на суше и на воде)	Заводские и фабричные трубы	Заводы, фабрики и мельницы с трубами
Цветное изображение					
Панхроматическое изображение					
Степень дешифрируемости*	2	1	1	1	1
Условное обозначение в масштабе 1:25 000		Очист. ст.	 1 2		

Наименование элементов и объектов местности	Отдельные местные предметы. Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты				
	Отстойники	Гаражи	Склады горючего	Газгольдеры	Трубопроводы
Цветное изображение					
Панхроматическое изображение					
Степень дешифрируемости*	2	2	1		2
Условное обозначение в масштабе 1:25 000	Отст.	Гар.			

Примечание:

* 1 – объект уверенно дешифрируется на снимке; 2 – объект дешифрируется при помощи косвенных признаков на снимке.

Возможность создания и обновления топографических карт и планов крупного масштаба по данным ДЗЗ

Космический аппарат (страна)	Режим съемки	Разрешение, м	Масштаб
GeoEye-1 (США)	Панхроматический	0,41	1:2000
WorldView-1 (США)	Панхроматический	0,5	1:2000
QuickBird (США)	Панхроматический	0,61	1:2000
Ресурс-ДК1 (Россия), CARTOSAT-2 (Индия), IKONOS и OrbView-3 (США), KOMPSAT-2 (Корея)	Панхроматический	1	1:5000
GeoEye-1 (США)	Мультиспектральный	1,65	1:10 000
FORMOSAT-2 (Тайвань), THEOS (Таиланд)	Панхроматический	2	1:25 000
ALOS/PRISM (Япония)	Панхроматический	2,5	1:25 000
IKONOS (США)	Мультиспектральный	4	1:25 000
SPOT-5 (Франция)	Панхроматический	5	1:25 000
RapidEye (Германия)	Мультиспектральный	6,5	1:25 000
RESOURCESAT-1 (Индия)	Панхроматический	5,8	1:50 000
ALOS/AVNIR-2 (Япония)	Мультиспектральный	10	1:50 000
SPOT 2, 4 (Франция)	Панхроматический	10	1:50 000
Landsat-7 (США)	Панхроматический	15	1:100 000

Примечание.

Масштаб определен, исходя из максимально возможной точности создания ортофотоплана по космическим снимкам (0,5 мм масштаба карты или плана).

Словарь терминов

Векторное изображение – цифровое представление точечных, линейных и полигональных пространственных объектов в виде набора координатных пар.

Геоинформатика – научно-техническое направление, объединяющее теорию цифрового моделирования предметной области с использованием пространственных данных, технологии создания и использования геоинформационных систем, производство геоинформационной продукции и оказание геоинформационных услуг [1].

Геоинформационная система (ГИС) – информационная система, оперирующая пространственными данными [1].

Геоинформационные технологии (ГИС-технологии) – совокупность приемов, способов и методов применения средств вычислительной техники, позволяющая реализовать функциональные возможности ГИС [1].

Геоинформационное картографирование – автоматизированное создание и использование карт на основе ГИС и баз картографических данных и знаний [1].

Геоинформационное пространство – среда, в которой функционируют цифровая геоинформация и геоизображения разных видов и назначения [1].

Геоинформационные ресурсы – совокупность банков (баз) данных картографической и тематической информации [1].

Геоизображение – любая пространственно-временная, масштабная, генерализованная модель земных объектов или процессов, представленная в графической образной форме [1].

Геоматика – научно-техническое направление, объединяющее методы и средства интеграции информационных технологий сбора, обработки и использования пространственных данных, включая геоинформационные технологии [1].

Геометрическая точность карты. Точность карты – степень соответствия местоположения точек на карте их местоположению в действительности [1].

Геопортал – электронный географический ресурс, размещенный в локальной сети или сети Интернет.

Геопривязанное изображение (снимок) – изображение (снимок), имеющее параметры для пересчета в пространственную систему координат Земли.

Геопространственная привязка – процедура пересчета координат объекта в пространственную систему координат Земли.

Геопространственные данные – цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах (пространственных и непространственных атрибутах) [1].

Геоцентрические координаты – величины, определяющие положение точек в пространстве в системе координат, у которой начало координат совпадает с центром масс Земли [1].

Карта – построенное в картографической проекции уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, поверхности другого небесного тела или внеземного пространства, показывающее расположенные на них объекты в определенной системе условных знаков [1].

Карта общегеографическая – карта, отображающая совокупность основных элементов местности [2].

Карта топографическая – общегеографическая карта масштабов от 1:1 000 000 до 1:10 000, передающая с большой точностью и подробностью основные природные и социально-экономические объекты (рельеф, растительность, гидрография, населенные пункты, дорожная сеть и т. д.) и позволяющая определять как плановое, так и высотное положение точек [2].

Картографическая проекция – отображение поверхности эллипсоида или шара на плоскости [1].

Ортотрансформирование (ортокоррекция) изображения (снимка) – математически строгое преобразование исходного изображения (снимка) в ортогональную проекцию и устранение искажений, вызванных рельефом, условиями съемки и типом камеры.

Ортомозаика – процесс яркостного выравнивания и объединения («сшивки») нескольких ортотрансформированных изображений (снимков) в одно непрерывное изображение (снимок) с заранее заданным изобразительным качеством.

План – уменьшенное изображение земной поверхности и расположенных на ней объектов, построенное без учета кривизны Земли, сохраняющее постоянный масштаб в любой точке и по всем направлениям и спроецированное на горизонтальную плоскость. Изготавливается, как правило, в масштабах от 1:5000 до 1:500.

Портлеты – внутренние служебные программы.

Преобразование данных – изменение данных при переходе от одной формы представления в другую [1].

Привязка геодезическая – интеграция (объединение) новых геодезических данных с ранее созданными.

Пространственные данные – цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении, форме и свойствах, представленные в координатно-временной системе [1].

Растровое изображение (растр), растровые данные – изображение в виде массива пикселей, полученное в результате съемки с помощью цифровых кадровых или сканерных камер, установленных на воздушных или космических носителях, или в результате сканирования изображения с фотопленки (снимка) или бумажного носителя с помощью сканирующего устройства. Растр также может быть получен путем преобразования (растрирования) векторных графических данных в растровое изображение с помощью специальных программных средств.

Система координат проекции – двумерная система координат, образованная в результате картографического проектирования [1].

Система координат – набор математических правил, описывающих, как координаты должны быть соотнесены с точками пространства [1].

Список литературы

1. *Справочник стандартных и употребляемых (распространенных) терминов по геодезии, картографии, топографии, геоинформационным системам, пространственным данным* / В.Н. Александров, М.А. Базина, И.Г. Журкин, Л.В. Корнилова, В.Г. Плешков, Г.Г. Побединский, А.В. Ребрый, О.В. Тимкина. – М.: Братишка, 2007. – 736 с.

2. *Хинкис Г.Л., Зайченко В.Л. Словарь терминов употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания)* / Под ред. А.И. Спиридонова. – М.: ООО «Издательство «Проспект», 2006. – 144 с.