

ГЕОМАТИКА

GEOMATICS

2015 #1 (26)

ЖУРНАЛ О ГЕОИНФОРМАТИКЕ И ДИСТАНЦИОННОМ ЗОНДИРОВАНИИ ЗЕМЛИ



ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В СФЕРЕ
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И ДЗЗ

Единое информационное пространство геоданных (ЕИПГД)



ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ ПЛАТФОРМА
«ЕДИНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ
ПРОСТРАНСТВО ГЕОДАНЫХ» ДЛЯ СОЗДАНИЯ
КОМПЛЕКСНЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ



ГИС ActiveMap GS
КАК РЕШЕНИЕ ДЛЯ
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

ИМПОРТО-
ЗАМЕЩЕНИЕ





Уважаемые коллеги!

Характерной чертой нынешней эпохи является бурное развитие информационных технологий. Геоинформационная отрасль занимает особое место в информатизации общества. ГИС-технологии, космический мониторинг помогают людям изучать и познавать нашу планету, получать новые знания, дают практические полезные инструменты, помогающие ориентироваться в окружающем мире, принимать эффективные решения, сохранять природу.

Несмотря на определенные экономические трудности, продолжается развитие российского сегмента коммерческого рынка геоинформатики, особенно в части поставки и обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). С использованием разных технологий ведется космический мониторинг территорий нашей страны: от Арктики до Кавказа и от Калининграда до Дальнего Востока. Оперативная съемка ледовой обстановки в арктических морях с помощью радарных спутников, поиск полезных ископаемых путем анализа космических снимков, сельскохозяйственный мониторинг, экологический контроль — вот лишь некоторые из главных направлений исследований.

В условиях продолжающихся санкций и неблагоприятной для нас конъюнктуры мировых рынков становится все более актуальной разработка отечественных технических

и программных средств в геоинформационной отрасли. Активизировались импортозамещающие технологии в таких сферах, как аэрофотосъемка с беспилотных летательных аппаратов, трехмерное моделирование, лазерное сканирование и многие другие направления получения и обработки пространственных данных.

Касаясь вопросов использования отечественных геоинформационных платформ, необходимо отметить крупномасштабный инвестиционный проект, выполняемый компанией «Совзонд» для ОАО «Ростелеком». В ходе его реализации разрабатывается полнофункциональная геоинформационная платформа «Единое информационное пространство геоданных» (ЕИПГ), сопоставимая с мировыми аналогами, формируется банк геопространственных данных на аппаратно-программных мощностях ОАО «Ростелеком», создаются отраслевые сервисы. Об этом уникальном проекте рассказывается в статье, представленной в этом номере журнала.

Главной теме номера — «Импортозамещение в России в отрасли ДЗЗ и ГИС» — посвящен блицопрос российских производителей космических систем ДЗЗ, а также много других материалов, включая обзорную статью от компании «Совзонд», статьи «Опыт использования открытого программного обеспечения в области ДЗЗ и ГИС в ОАО «НИИ ТП», «Некоторые вопросы выбора архитектуры геоинформационной системы при импортозамещении в отрасли ДЗЗ и ГИС» (АО «НИИАА») и др. Хочется обратить внимание на статьи специалистов компании «Совзонд», посвященные оригинальным практическим разработкам: «Создание карты среды обитания охотничьих ресурсов по результатам дешифрирования разновременных мультиспектральных космических снимков» и «Дистанционный анализ последствий поверхностных газопроявлений на севере Западной Сибири».

В журнале также представлены материалы по другим актуальным проблемам геоинформатики и дистанционного зондирования Земли.

Борис Дворкин,
главный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

Новости	4
Актуальное интервью	
Блицопрос: Будущее российской космической съемки	12
Данные дистанционного зондирования	
Б. А. Дворкин Импортозамещение в сфере геоинформационных технологий и ДЗЗ	16
О. О. Тохийн, А. П. Гладков, К. К. Кошкин Опыт использования открытого программного обеспечения в области ДЗЗ и ГИС в ОАО «НИИ ТП»	28
Обработка данных ДЗЗ	
А. В. Марков, О. В. Григорьева, А. Г. Саидов, В. Ф. Мочалов, Д. В. Жуков Комплекс программных средств тематической обработки материалов космической гипер- и мультиспектральной съемки	32
Использование данных ДЗЗ	
Б. Бо Применение данных ДЗЗ для повышения экономической эффективности планирования сейсморазведочных работ	38
О. Н. Воробьев, Э. А. Курбанов Спутниковый мониторинг недропользования в Республике Марий Эл	44
О. С. Сизов Дистанционный анализ последствий поверхностных газопроводов на севере Западной Сибири	52
С. Г. Мышляков, А. С. Скачкова, В. В. Величенко Создание карты среды обитания охотничьих ресурсов по результатам дешифрирования разновременных мультиспектральных космических снимков	68
Геоинформационные технологии	
В. Г. Николаев Геоинформационная платформа «Единое информационное пространство геоданных» для создания комплексных региональных систем	80
А. А. Мусатов Некоторые вопросы выбора архитектуры геоинформационной системы при импортозамещении в отрасли ДЗЗ и ГИС	88
А. И. Гаязов, И. А. Попов ГИС ActiveMap GS как решение для импортозамещения	92
Выставки и конференции	
GIS-Forum: космический мониторинг и веб-сервисы для управления агропромышленным комплексом регионов	102
Создание корпоративных ГИС на базе открытого программного обеспечения	103
Семинар «Технологии Геоскан» для аэрофотосъемки и моделирования местности	104
Справочный раздел	
Российская группировка ДЗЗ	106

CONTENT

News	4
-------------	----------

Hot Interview

Blitz-survey: The future of Russian space surveying	12
---	----

Remote Sensing Data

B. Dvorkin Import substitution in the field of GIS and remote sensing	16
---	----

O. Tohiyan, A. Gladkov, K. Koshkin The experience of open-source software application in the field of GIS and remote sensing in OJSC "Research Institute of Precision Instruments"	28
--	----

Remote Sensing Data Processing

A. Markov, O. Grigoryeva, A. Saidov, V. Mochalov, D. Zhukov The set of software tools for thematic processing of hyper- and multispectral satellite	32
---	----

Application of Remote Sensing Data

B. Baugh Cost effective improvements for seismic survey planning using remote sensing	38
---	----

O. Vorobyov, E. Kurbanov Satellite monitoring of subsoil use in Mari El Republic	44
--	----

O. Sizov Remote analysis of the consequences of surface gas show in the north of Western Siberia	52
--	----

S. Myshlyakov, A. Skachkova, V. Velichenko The map generation of hunting recourses habitat based on the results of multispectral satellite images decoding	68
--	----

Geoinformation Technologies

V. Nikolaev Geoinformation system "Uniform Information Space of Geodata" for integrated regional systems	80
--	----

A. Musatov Several issues of choosing the geoinformation system architecture in using import substitution in the field of GIS and remote sensing	88
--	----

A. Gayazov, I. Popov GIS ActiveMap GS as a solution for import substitution	92
---	----

Exhibitions and Conferences

GIS-Forum: Satellite monitoring and Web Services for managing Agroindustrial complex in regions	102
---	-----

The generation of corporate GIS based on Open Source Software	103
---	-----

The workshop: "GeoScan technologies for aerial surveys and 3D-models of terrain"	104
--	-----

Reference

Russian constellation of remote sensing	106
---	-----



Редакционная коллегия:

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

Ответственный за выпуск:

Б. А. Дворкин

Дизайн макета и обложки:

О. Н. Рябова

Компьютерная верстка:

О. Н. Рябова

Информационно-рекламная служба:

М. А. Агаркова
Н. Л. Евченко

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

Тел.: +7 [495] 642-88-70
+7 [495] 988-75-11
+7 [495] 988-75-22

Факс: +7 [495] 988-75-33

E-mail: geomatics@sovzond.ru

Web-site: www.geomatica.ru

Перепечатка материалов допускается
только по согласованию с редакцией.

Журнал зарегистрирован
в Россвязькомнадзоре.
Свидетельство о регистрации
ПИ №ФС77-34855 от 13.01.2009 г.

Номер подписан в печать 27.03.2015 г.

Отпечатано ООО «Юнион-Принт»



Учредитель –
компания «Совзонд»

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

ЖУРНАЛУ «ГЕОМАТИКА» ПРИСВОЕН НОМЕР ISSN



Журнал «Геоматика» получил Международный стандартный серийный номер (International Standard Serial Number — ISSN) — уникальный номер, позволяющий идентифицировать любое периодическое издание.

Стандарт ISO 3297, определяющий правила присвоения ISSN, был введен в 1975 г. Управление процессом присвоения ISSN

осуществляется из 75 национальных центров. Их координирует Международный центр (ISSN International Centre), расположенный в Париже, при поддержке ЮНЕСКО и правительства Франции.

Согласно извещению, полученному от Международного центра, журналу «Геоматика» присвоен номер ISSN 2410-6879.

КОМПАНИЯ DIGITALGLOBE НАЧАЛА ПОСТАВКУ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ С РАЗРЕШЕНИЕМ 30 см



В феврале 2015 г. компания DigitalGlobe начала поставку снимков с космического аппарата WorldView-3 с наивысшим на данный момент разрешением в мире — 30 см.

DigitalGlobe рассчитывает, что снимки с таким разрешением значительно расширят базу клиентов компании из таких отраслей, как разведка нефти и газа, лесное и сельское хозяйство, горнодобывающая промышленность и гражданская оборона, а также улучшат процесс принятия решений.

Многие клиенты, которые ранее использовали аэрофотосъемку, теперь могут воспользоваться преимуществами экономической эффективности, глобальной доступности и возможностями частого обновления, используя 30-сантиметровые космические снимки вместо аэрофотоснимков. Продукты компании DigitalGlobe с разрешением 30 см являются хорошей альтернативой съемки в тех местах, где аэрофотосъемка практически невозможна. Новая космическая съемка может быть выполнена в течение нескольких дней либо недель, в отличие от аэрофотосъемки, на которую уходят месяцы. Во многих случаях клиенты

могут также воспользоваться быстрорастущим архивом 30-сантиметровых снимков.

«Это важная веха для наших клиентов, которые теперь будут получать изображения высочайшего качества, что никогда прежде не было доступно от коммерческих спутниковых провайдеров, — сказал Huynh Hand, старший вице-президент компании DigitalGlobe по маркетингу и поставке продуктов. — Эти продукты в дальнейшем позволят нашим клиентам сэкономить людские, материальные ресурсы и время».

Возможность замены аэрофотоснимков 30-сантиметровыми космическими снимками подтверждена

рейтинговой системой National Imagery Interpretability Rating Scale (NIIRS), которая используется для определения и измерения

качества изображений. Снимки Digital-Globe получили рейтинг NIIRS 5.7, это означает, что на них можно распознать достаточ-

но мелкие объекты, такие, как надземные коммуникации в жилых районах, крышки люков, пожарные гидранты и т. д.

СНИМКИ СО СПУТНИКА WORLDVIEW-3 РАЗРЕШЕНИЕМ 30 см — СКИДКА 20%

До 30 июня 2015 г. действует уникальная акция компании DigitalGlobe: при оформлении заказа на новую съемку со спутника WorldView-3 предоставляется скидка 20%.

Не имеющий аналогов по своим характеристикам спутник WorldView-3 был запущен 13 августа 2014 г., а уже с февраля 2015 г. компания DigitalGlobe начала прием заказов на съемку со спутника с разрешением 30 см в панхроматическом режиме (1,24 м в мультиспектральном) (Рис.).

WorldView-3 ведет съемку в панхроматическом и мультиспектральном режимах:

- VNIR (Visible and Near Infrared) — мультиспектральный видимый и ближний инфракрасный диапазон; 8 каналов;
- SWIR (Shortwave Infrared) — средний инфракрасный диапазон, позволяет вести съемку сквозь дымку, туман, смог, пыль и облака; 8 каналов, разрешение 3,7 м;
- CAVIS (clouds, aerosols, vapors, ice, snow) — позволяет проводить атмосферную коррекцию; 12 каналов.



Рис. Космический снимок WorldView-3 (Испания, Мадрид, 30 см)

Набор каналов сенсора CAVIS подобран таким образом, что можно отличить белые облака от снега и льда, а разные виды пыли и дыма в воздухе — от водяного пара.

В настоящее время доступна вся основная линейка обработанных данных со спутника WorldView-3 — Basic, Standard, Advanced Ortho Series и Stereo.

Помимо самого высокого среди коммерческих данных ДЗЗ пространственного разрешения, съемка в режиме

VNIR обладает следующими особенностями:

- высокая точность позиционирования (до 3,5 м СЕ90), в том числе без использования опорных точек;
- самое большое среди коммерческих систем ДЗЗ число спектральных каналов;
- самая высокая среди коммерческих систем ДЗЗ скорость перенацеливания (200 км за 12 секунд);
- возможность ежедневной съемки любого участка земной поверхности;

- длина полосы съемки за один цикл — 360 км при ширине 13,1 км;

- способность осуществлять съемку территории в 680 тыс. кв. км ежедневно.

Данные съемки со спутника WorldView-3 благодаря наличию дополнительных сенсоров SWIR и CAVIS являются уникальными и обладают большими возможностями для решения целого ряда задач, в числе которых дистанционное распознавание многих минералов и горных пород; детектирование

участков инфильтрации углеводородов и идентификация потенциальных месторождений нефти и газа; картографирование посевов сельскохозяйственных культур с повышенной точностью; оценка увлажнения сельскохозяйственных культур; картографирование породного состава лесов с повышенной точностью; детальный батиметрический анализ водных объектов и др.

Заказчики, которые ранее использовали аэрофото-съемку, теперь также

могут воспользоваться преимуществами экономической эффективности, глобальной доступности и возможностями частого обновления, применяя взамен аэрофотоснимков 30-сантиметровые космические снимки. Этому способствуют также принятые недавно постановления Правительства РФ, снимающие все ограничения на использование и опубликование данных дистанционного зондирования Земли любого разрешения.

DIGITALGLOBE ПРОДЛЕВАЕТ СРОК СЛУЖБЫ СПУТНИКОВ WORLDVIEW-1 И WORLDVIEW-2



Компания DigitalGlobe объявила о продлении срока эксплуатации спутников WorldView-1 и WorldView-2, а также установлении срока службы спутника WorldView-3.

Продление срока службы спутников приведет к снижению капитальных затрат компании DigitalGlobe и более эффективному расходованию денежных средств.

«Мы уже завершили длительный период инвестиций в создание лидирующей в мире группировки спутников наблюдения Земли, — сказал Джеффри Р. Тарр, главный исполнительный директор

компании DigitalGlobe. — Увеличение срока жизни наших спутников будет способствовать дальнейшему снижению капитальных вложений, необходимых для поддержания этой уникальной системы в течение длительного времени. Мы ожидаем, что это приведет к менее капиталоемкой бизнес-модели, улучшению свободного расходования денежных средств, а также повышению стоимости акций».

WorldView-1 будет работать до 4-го квартала 2020 г. (окончание миссии было запланировано на 2-й квартал 2018 г.). Ожидается, что контракт NextView с Агентством геопространственной разведки (NGA) на поставку данных будет

продлен с учетом нового срока жизни спутника. Начиная с 4-го квартала 2014 г. это приведет к значительному снижению амортизации — до 18,4 млн долл. в год (4,6 млн долл. в квартал).

WorldView-2 будет работать до 4-го квартала 2022 г. (окончание миссии первоначально ожидалось в 4-м квартале 2020 г.). Амортизация для этого спутника уменьшится до 10,2 млн долл. в год (2,6 млн долл. в квартал).

Спутник WorldView-3 планируется использовать 11,5 лет (миссия должна завершиться в 1-м квартале 2026 г.), при ежегодной амортизации 56,5 млн долл. начиная с 1 октября 2014 г. Напомним, что спутник был запущен в августе 2014 г.

DigitalGlobe™ Advanced Elevation Series

Моделирование на новом уровне.

» Нуждаетесь ли вы в цифровой модели местности или цифровой модели рельефа, Advanced Elevation Series — готовый к использованию в различных GIS продукт, который позволяет вам сконцентрироваться на анализе данных.

Выбирайте разрешение, точность и настраивайте модель по различным параметрам, которые отвечают вашим потребностям.

Вы получаете доступ к данным по всему миру плюс высокое качество модели рельефа.



Вопросы с разведкой природных ископаемых, управлением земельными ресурсами и техникой, в реальном мире ответы здесь—DigitalGlobe Advanced Elevation Series.

РАЗВИТИЕ ГИС ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

По заказу ГУП «Центр информационных технологий» Министерства транспорта и связи Чеченской Республики компания «Совзонд» в рамках развития региональной геоинформационной системы обновила интерфейс геопортала Чеченской Республики.

В конце января 2015 г. в Грозном под руководством заместителя министра транспорта и связи Чеченской Республики Т. Л. Алсултанова было проведено организационное мероприятие по вопросам развития геоинформационной системы Чеченской Республики (рис. 1). На совещании представители компании «Совзонд» провели презентацию новой версии геопортала (рис. 2).

Обновленный геопортал позволяет просматривать информацию о маршрутах общественного транспорта и остановочных павильонах в Грозном (пользователь может выбрать интересующий его маршрут, просмотреть график движения транспорта и остановки по пути следования, а также выбрать остановочный пункт и узнать номера маршрутов общественного транспорта, проходящих через него). Инструментарий геопортала также может быть использован министерством при планировании новых маршрутов сообщения в

целях улучшения транспортной доступности. Геопортал дает населению возможность оставлять отзывы о качестве услуг ведущих операторов связи на территории республики. Пользователь может сообщить о сбоях связи, разрывах соединения, нестабильном сигнале и других ошибках, возникающих при голосовом общении и доступе к Интернету.

Работы по развитию геоинформационной системы Чеченской Республики продолжаются. Предстоит

наполнить ее актуальной информацией о состоянии социально-экономической сферы республики. ГИС является также важным элементом реализуемой в настоящее время подпрограммы «Использование результатов космической деятельности в интересах социально-экономического и инновационного развития Чеченской Республики на 2014–2018 гг.» государственной программы Чеченской Республики «Развитие транспортного комплекса и связи на 2014–2020 гг.».



Рис. 1. Участники совещания



Рис. 2. Презентация геопортала Чеченской Республики

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

По заказу ГБУ Калужской области «Агентство информационных технологий Калужской области» компания «Совзонд» в течение 2014 г. выполняла поставку и обработку космических снимков для проведения мониторинга сельскохозяйственного землепользования в Калужской области.

В ходе реализации проекта были выполнены следующие работы:

- Поставлены разновременные космические снимки RapidEye и Landsat-8 на территорию Калужской области.
- Проведена предварительная и тематическая обработка космических снимков.
- Разработаны технологии автоматизированного тематического дешифрирования снимков.
- Проведено выборочное натурное обследование для эталонирования и верификации результатов дешифрирования.
- По результатам дешифрирования космических снимков подготовлен ГИС-проект, включающий набор тематических векторных слоев, оснащенных легендами.
- Пространственные данные проекта опубликованы на геоинформационном портале Калужской области <http://geoportal40.ru/>.

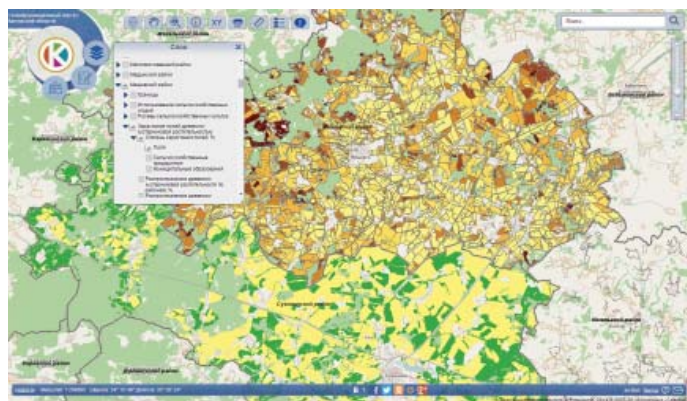


Рис. Космический снимок WorldView-3 (Испания, Мадрид, 30 см)

Ключевым этапом обработки снимков является тематическое дешифрирование, в результате которого:

- Выявлены и картографированы типы сельскохозяйственных угодий (пахотные земли используемые, пахотные земли неиспользуемые, многолетние насаждения используемые и неиспользуемые, кормовые сельскохозяйственные угодья чистые (сенокосы, пастбища), кормовые сельскохозяйственные угодья заросшие древесно-кустарниковой растительностью).
- Выявлены участки сельскохозяйственных земель, покрытых древесно-кустарниковой растительностью, и определена степень зарастания угодий древесно-кустарниковой растительностью (Рис.).

Оценивая проделанную работу, заместитель директора по производству ГБУ Калужской области «Агентство информационных технологий Калужской области» Сергей Алдошин отметил: «В течение 2014 г. велась интенсивная работа по информационному обеспечению пространственными данными сельского хозяйства Калужской области. В ходе работ была осуществлена двукратная съемка территории области группировкой космических аппаратов RapidEye с разрешением 5 м, проведена оценка степени зарастания сельскохозяйственных земель древесно-кустарниковой растительностью, выявлены используемые и неиспользуемые сельскохозяйственные угодья,

рассчитаны вегетационные индексы растительности, позволяющие оценить состояние сельскохозяйственных культур и продуктивность угодий. Данные проекта используются Министерством сельского хозяйства Калужской области, органами местного самоуправления,

управлением Россельхознадзора по Калужской области и предоставляются как в виде бумажных отчетов, так и в электронном виде на геопортале Калужской области. На основании предоставляемой информации планируются и осуществляются мероприятия

государственного земельного контроля. В 2014 г. по результатам проверок было проведено доначисление налогов на сумму 2,971 млн рублей. Динамика использования сельхозземель: 2013 г. — 36%, 2014 г. — 42%».

СПУТНИК QUICKBIRD ЗАВЕРШИЛ СВОЮ МИССИЮ

11 декабря 2014 г. компания DigitalGlobe объявила, что спутник QuickBird (рис. 1), работавший на орбите почти 14 лет (запуск 18 октября 2001 г.), был выведен из эксплуатации. Аппарат эксплуатировался в три раза дольше запланированного срока.

QuickBird совершил более 70 тыс. оборотов вокруг Земли и существенно пополнил обширный каталог снимков DigitalGlobe.



Рис. 1. Спутник QuickBird

На рис. 2 представлены некоторые из его лучших снимков. 27 января 2015 г. спутник QuickBird вошел в земную атмосферу над

Атлантическим океаном недалеко от южного побережья Бразилии.

Все данные QuickBird начиная с 2001 г. доступны для пользователей. Приобрести архивные данные QuickBird и других спутников группировки DigitalGlobe, а также оформить заказ на новую съемку можно у официального дистрибьютора DigitalGlobe в России — компании «Совзонд».

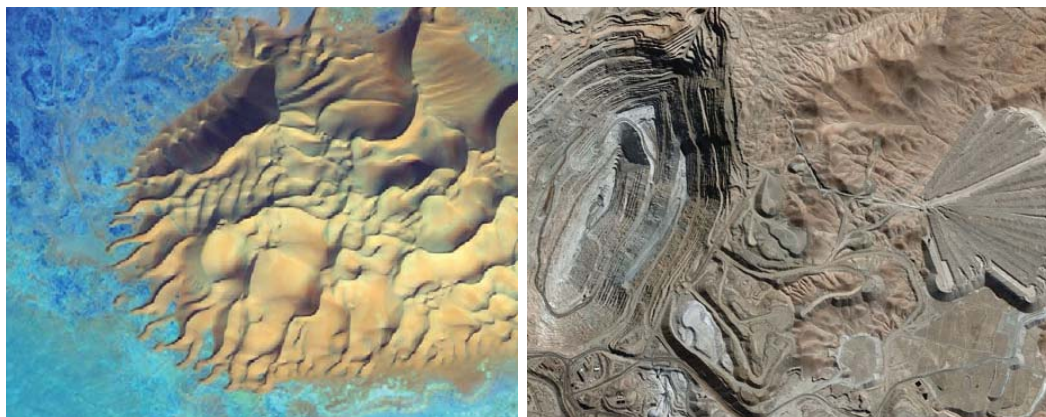


Рис. 2. Некоторые из лучших снимков спутника QuickBird: а) песчаные дюны (Алжир); б) открытый разрез Чукикамата (Чили)

Программы сельхозмониторинга компании BlackBridge

Способствуют эффективному решению
сельскохозяйственных задач



BlackBridge
Delivering the World

Мы видим детали, которые имеют значение

- + Большие площади съемки
- + Несколько покрытий
в течение одного сезона
- + Пространственное
разрешение 5 м
- + Быстрая доставка и простой
доступ к данным
- + Индивидуальный подход
к каждому клиенту

Блицопрос: Будущее российской космической съемки.

В настоящее время продолжается наращивание российской орбитальной группировки спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). На орбите работает шесть спутников. Запуск еще четырех космических аппаратов запланирован на 2015 г. Совершенствуются технические характеристики съемочной аппаратуры. Планируются запуски частных малых спутников. Об этом и о будущем других направлений российских космических систем наблюдения Земли мы попросили в режиме блицопроса рассказать представителей компаний — разработчиков и производителей спутников ДЗЗ — АО «РКЦ «Прогресс» (генеральный директор А. Н. Кирилин), входящего в структуру Роскосмоса, и частной космической компании «Даурия Аэроспейс» (генеральный директор С. Н. Иванов).



**Кирилин
Александр Николаевич**
Генеральный директор
АО «РКЦ «Прогресс»



**Иванов
Сергей Николаевич**
Генеральный директор
компании «Даурия Аэроспейс»

ГЕОМАТИКА: Подведите, пожалуйста, краткие итоги 2014 г. для Вашей компании. Насколько успешным был этот год?

А. Н. Кирилин: Прошедший год для АО «РКЦ «Прогресс» можно оценить как вполне успешный. В декабре 2014 г. состоялся запуск второго космического аппарата дистанционного зондирования Земли «Ресурс-П». «Ресурс-П» № 1 был запущен в 2013 г. Набор целевой аппаратуры у этих аппаратов следующий. Это, во-первых,

оптико-электронная аппаратура «Геотон-Л» высокого разрешения, позволяющая проводить панхроматическую съемку земной поверхности с разрешением лучше 1 м, а также спектрозональные снимки с разрешением от 2 до 3 м с высоты 475 км. В классе отечественных и зарубежных космических аппаратов высокодетального наблюдения ширина получаемого снимка – 38 км по-прежнему остается рекордным показателем. Максимальная протяженность территории земной поверхности, отснятая за одно включение, достигает 2000 км. Во-вторых, комплекс широкозахватных мультиспектральных съёмочных аппаратур (КШМСА), имеющий две камеры: высокого и среднего разрешения. Широкозахватная аппаратура потому так и называется, что ширина снимаемого участка Земли составляет: для камеры ШМСА-ВР с разрешением 12 м — 97 км; для камеры КШМСА-СР с разрешением порядка 60 м — 480 км. Впервые в России на борту космического аппарата №1 и №2 используется гиперспектральная съёмочная аппаратура (ГСА). Ее особенность состоит в возможности одновременной

съемки одного и того же участка земной поверхности в большом количестве узких спектральных диапазонов, охватывающих видимую часть спектра и ближнюю часть инфракрасного диапазона. Общее число таких снимков, упакованных в так называемый «гиперкуб», может достигать 192. Это качественно новые материалы ДЗЗ.

С. Н. Иванов: Год получился очень насыщенным на события. Можно сказать, 2014 год показал нам плоды всей предыдущей деятельности с момента создания компании. Летом сразу три микроспутника нашего производства отправились на орбиту ракетами Роскосмоса и «Космотраса». В Фарнборо подписали важное соглашение с индийской Aniara Telecommunications, фактически заявив о себе на мировом спутникостроительном рынке. В сентябре был одобрен грант Фонда «Сколково», и мы начали разработку нашего аппарата ДЗЗ высокого разрешения Auriga, микроспутника в архитектуре CubeSat с мультиспектральной камерой разрешением до 2,5 м. И тоже в сентябре вступили в альянс с ПанГЕО, который стал первым альянсом в индустрии, объединившим различных операторов ДЗЗ по всему миру. Инициатором выступила испанская компания Elecnor Deimos Imaging. Очень верим в жизнеспособность идеи и в возможность построить реальную альтернативу крупным существующим игрокам. Вместе с тем ослабление рубля серьезно изменило структуру себестоимости, и нам пришлось предпринимать серьезные усилия, для того чтобы переориентировать наши разработки на новые решения, которые минимизируют валютный риск.

ГЕОМАТИКА: Над какими системами ДЗЗ Вы работаете в настоящее время?

А. Н. Кирилин: Сейчас идут активные работы по подготовке третьего аппарата

«Ресурс-П». Запуск КА Ресурс-П» №3 запланирован на конец 2015 г. Космическая система, состоящая из двух или трех аппаратов, позволит решать задачи, недоступные одиночному объекту. Возрастет объем информации, получаемой из космоса, и оперативность ее доставки из космоса потребителям.

С. Н. Иванов: Мы ведем работу над системой, которая обеспечивает мультиспектральную съемку с разрешением 22 м — наш проект Perseus-O. Его технические прототипы, только с полезной нагрузкой АИС, как раз полетели в июне 2014 г. Сейчас идет этап летных испытаний. Продолжаем разработку двух тоже оптических аппаратов и системы отделения по госконтракту для Роскосмоса. Их запуск запланирован на конец 2015 г., работа идет в соответствии с графиком. С сентября 2014 г. начали разработку космического аппарата Auriga с мультиспектральной камерой с разрешением до 2,5 м. Его совместно финансируют Фонд «Сколково» и «Даурия» в соотношении 49:51. В отдаленной перспективе — космический аппарат субметрового разрешения, который мы будем разрабатывать в партнерстве и в интересах компании «Совзонд».

ГЕОМАТИКА: Каким Вы видите ближайшее будущее российской сферы ДЗЗ?

А. Н. Кирилин: Очевидно, что потребителям необходимо увеличение объема данных ДЗЗ и сокращение сроков их получения и обработки. Развертывание на орбите космической системы ДЗЗ «Ресурс-П» из двух, затем из трех аппаратов позволит улучшить ситуацию. Информация должна поступать к потребителю очень быстро: он должен иметь возможность получить снимок как можно быстрее от момента выдачи заявки на съемку. Ведь для большого класса задач старение информации делает

бессмысленным ее несвоевременное получение. Это, в частности, касается мониторинга быстро протекающих процессов на Земле. А для выполнения этой задачи нужны хорошо оснащенные многочисленные пункты приема информации. Кроме этого, необходимо существенно улучшать потребительские качества снимков. Читателям «Геоматики» понятно, о чем идет речь. Этим и будем заниматься в ближайшем будущем.

С. Н. Иванов: Роскосмос реализует серьезные планы по наращиванию отечественной группировки ДЗЗ. Это обеспечит наконец российским потребителям ДЗЗ необходимый объем отечественных данных. Пространственным разрешением сегодня уже никого не удивить, поэтому будут востребованы данные с высоким временным разрешением. Очевидно, что гарантированное ежесуточное или еженедельное покрытие целевых территорий съемки легко найдет своего потребителя. Мне кажется, сейчас России необходимо активно развивать инструменты коммерциализации результатов работы аппаратов ДЗЗ. Снимать на мировом уровне научились, теперь надо учиться зарабатывать. Уже сейчас в глобальном рынке ДЗЗ можно наблюдать серьезный тренд ухода от продажи снимков в сторону тематических сервисов. Очевидно, что эта тенденция будет только усиливаться, и отставать нельзя.

ГЕОМАТИКА: Насколько конкурентоспособны российские данные ДЗЗ по сравнению с зарубежными аналогами?

А. Н. Кирилин: По качеству информации, получаемой с высокодетальной аппаратуры, «Ресурс-П» ничем не уступает аналогам IKONOS (США) и Pleiades (Франция). Сравнительная оценка панхроматических снимков, полученных с этих аппаратов, подтверждает отсутствие существенных

различий в их изобразительных и информативных свойствах.

С. Н. Иванов: Мы не продаем снимки ни отечественных операторов, ни зарубежных аналогов, поэтому я бы воздержался от оценок и сравнений. Могу сказать, что за последние годы российская спутниковая группировка показала не только количественный, но и заметный качественный рост, это вселяет оптимизм.

ГЕОМАТИКА: Как Вы относитесь к вопросам коммерциализации деятельности в области распространения российских данных ДЗЗ?

А. Н. Кирилин: Около 18 различных государственных ведомств заказывают информацию с «Ресурса-П» через НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы» и получают ее бесплатно. Механизм коммерческого использования снимков частными заказчиками пока еще не разработан, но заказчики заявляют о желании получать больше информации, так как рассчитывают с ее помощью решать свои стратегические задачи, и это определяет перспективность коммерциализации распространения отечественных данных ДЗЗ.

С. Н. Иванов: Наша компания создавалась с идеологией коммерциализации данных ДЗЗ, поэтому мы этим вопросом занимались и занимаемся практически каждый день. Как частная космическая компания, мы всецело заинтересованы в реализации спутниковых данных как на внутреннем, так и на внешнем рынках. И здесь «Даурия» в России никогда не позиционировала себя конкурентом Роскосмоса, напротив, чем больше будет аппаратов на орбите и чем более полную и часто обновляемую картину они будут получать, тем коммерчески более привлекательные сервисы и приложения можно будет создавать.

WorldDEM™

Достигая новых высот

Уникальная глобальная цифровая модель рельефа: непревзойденная точность и качество для важных решений.

www.geo-airbusds.com/worlddem

Б. А. Дворкин (компания «Совзонд»)

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

Импортозамещение в сфере геоинформационных технологий и ДЗЗ

Разработка отечественных технических и программных средств в условиях продолжающихся санкций и неблагоприятной для нас конъюнктуры мировых рынков становится все более актуальной. О фактическом курсе на импортозамещение объявил Президент РФ В. В. Путин в мае 2014 г. на Санкт-Петербургском международном экономическом форуме: «Импортозамещение за счет модернизации промышленности и роста конкуренции поможет вернуть собственный рынок отечественным производителям». В предлагаемом обзоре мы рассмотрим некоторые проблемы и успехи российских организаций и компаний в отрасли геоинформационных технологий и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

РОССИЙСКАЯ ГРУППИРОВКА СПУТНИКОВ ДЗЗ

Формирование современной российской орбитальной группировки ДЗЗ началось в июне 2006 г. запуском первого гражданского космического аппарата (КА) высокого разрешения «Ресурс-ДК1» (разработчик — АО «РКЦ «Прогресс»). Его особенностью были повышенные оперативные и точностные характеристики

получаемых изображений. Расчетный срок существования космического аппарата истек в 2009 г., но он продолжает работу и передает на Землю данные, которые используются для создания и обновления топографических и специальных карт, информационного обеспечения рационального природопользования и хозяйственной деятельности, инвентаризации лесов и сельскохозяйственных земель, решения других задач [1].

В настоящее время российская группировка состоит из шести функционирующих космических аппаратов:

- «Ресурс-ДК1»;
- «Ресурс-П» №1;
- «Ресурс-П» №2;
- «Канопус-В» №1;
- «Метеор-М» №2;
- «Электрон-Л» №1.

Сравнительные технические характеристики спутников представлены в таблице 1. (Подробные технические характеристики спутников и съемочной аппаратуры можно посмотреть в Справочном разделе настоящего выпуска журнала (с. 106)

Продолжением миссии отечественных спутников природно-ресурсного назначения высокого разрешения является серия оптико-электронных КА «Ресурс-П» (разработчик — АО «РКЦ «Прогресс»). При их

Спутник	Аппаратура	Пространственное разрешение, м		Количество спектральных каналов	Ширина полосы съемки, км	Периодичность съемки, сут.
		панхроматическое режим	мультиспектральное режим			
«Ресурс-ДК1»	ОЗА	1/2,8	2–3/3–5	4	28,3	6
«Ресурс-П» №1, №2	ОЗА	1	3–4	7	38	3
	ГСА	—	30	Не менее 96	25	
	ШМСА-ВР	12	24	6	96	
	ШМСА-СР	60	120	6	480	
«Нанопус-В» №1	ПСС	2,1	—	1	23	4–16
	МСС	—	10,5	4	20	
«Метеор-М» №2	КМСС/ МСУ-100	—	54	3	946	2
	КМСС/ МСУ-50	—	116	3	943	
	МСУ-МР	—	1000	6	2900	
«Электро-Л» №1	ОЗА	В видимом диапазоне — 1000 в ИК — 4000		10	Вся видимая часть земного шара	15–30 мин

Табл. 1. Технические характеристики российских спутников ДЗЗ (для спутника «Ресурс-ДК1» разрешение указано до и после 2011 г., когда спутник был переведен на более высокую орбиту)

создании использовались технические решения, наработанные при создании КА «Ресурс-ДК1». «Ресурс-П» №1 запущен в 2013 г., а «Ресурс-П» №2 — в 2014 г. Нахождение аппаратов на круговой солнечно-синхронной орбите позволяет существенно улучшить условия наблюдения. С шести до трех суток улучшилась периодичность наблюдения каждого спутника. Съемка ведется в панхроматическом и 5-канальном мультиспектральном режимах. В состав целевой аппаратуры КА «Ресурс-П», в дополнение к оптико-электронной аппаратуре высокого разрешения («Геотон-Л1»; разработчик — ОАО «Красногорский завод им. С. А. Зверева» (ОАО КМЗ), введены еще два типа съемочной аппаратуры: гиперспектральная съемочная аппаратура — ГСА (разработка ОАО КМЗ) и широкозахватный мультиспектральный съемочный комплекс высокого (ШМСА-ВР) и среднего (ШМСА-СР) разрешения (ШМСА-СР) (разработка филиала АО «РКЦ «Прогресс» — НПП «ОПТЭК»).

Основными принципами формирования облика КА «Ресурс-П» являются [2]:

- использование технических решений, наработанных при создании «Ресурс-ДК1», эффективность которых подтверждена успешной работой этого КА на орбите в течение 4 лет;
- наращивание тактико-технических характеристик за счет применения нескольких типов съемочной аппаратуры;
- установка на космическом аппарате оптико-электронной аппаратуры и системы приема и преобразования информации с повышенной разрешающей способностью;
- установка на КА гиперспектральной аппаратуры высокого разрешения для получения гиперспектральной информации;
- установка на КА широкозахватной мультиспектральной аппаратуры высокого и среднего разрешения;
- обеспечение функционирования КА на круговой солнечно-синхронной орбите;
- улучшение потребительских свойств и точностей координатной привязки изображений, передаваемых на Землю;
- улучшение динамических характеристик космического аппарата;

- обеспечение срока активного существования КА 5 лет.

Из существующих на сегодня зарубежных коммерческих систем сверхвысокого разрешения по количеству мультиспектральных каналов оптико-электронная аппаратура КА «Ресурс-П» уступает только американским спутникам D33 WorldView-2 и WorldView-3. Третий аппарат этой серии планируется к запуску в 2015 г., а в 2018 г. появится модернизированный космический аппарат «Ресурс-ПМ». Образец снимка с КА представлен на рис. 1.

В 2012 г. был осуществлен запуск КА «Канопус-В» №1 (разработчик — ОАО «Корпорация ВНИИЭМ») Он предназначен для обеспечения всех заинтересованных организаций в оперативной информации для решения следующих основных задач:

- обнаружение очагов лесных пожаров, крупных выбросов загрязняющих веществ в природную среду;

- мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, в том числе стихийных гидрометеорологических явлений;

- мониторинг сельскохозяйственной деятельности, природных (в том числе водных и прибрежных) ресурсов;

- землепользование;

- оперативное наблюдение заданных районов земной поверхности.

На 2015 г. запланирован запуск КА «Канопус-В-ИК» с инфракрасной аппаратурой наблюдения, а в 2016–2017 гг. — еще двух спутников серии «Канопус-В». КА «Канопус-В» относятся к малым космическим аппаратам с распределенной полезной нагрузкой. Масса платформы составляет 260 кг (общая масса с полезной нагрузкой — 465 кг). Малые КА с распределенной полезной нагрузкой не во всех случаях являются альтернативой сложным КА, но могут работать с ними в комплексе, решая свои задачи. Как



Рис. 1. Порт-Элизабет, ЮАР. Космический снимок со спутника «Ресурс-П» №2 (аппаратура «Геотон», комплексированное изображение) 03.03.2015 г. (Информация получена и обработана НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»)

известно, для КА ДЗЗ существует определенное противоречие между полосой обзора наблюдательных приборов и их разрешающей способностью. Это противоречие определяется возможностями реально существующих и перспективных на ближайшее будущее оптических и электрических составляющих наблюдательных приборов, а также ограничениями со стороны радиолиний передачи на Землю получаемой информации. Как преодоление этого противоречия возможно сочетание, при котором сложные КА могут использоваться для решения задач мониторинга земной поверхности и окружающей среды, а малые КА — для детального наблюдения отдельных объектов и явлений, обнаруженных при мониторинге. В качестве такого сочетания могут рассматриваться КА типа «Метеор-М» и КА типа «Канопус-В». Сочетание КА типа «Метеор-М» и КА типа «Канопус-В» является первым в нашей

стране опытом создания космических комплексов ДЗЗ на основе сложных и малых КА. Очевидно, что этот опыт получит дальнейшее развитие, что обеспечит получение информации с широким спектром частотных каналов, полос обзора и разрешающей способности по пространству, а также радиометрии [3].

Образец снимка с КА «Канопус-В» представлен на рис. 2.

С 2009 г. в России начала разворачиваться космическая система гидрометеорологического назначения «Метеор-ЗМ» (разработчик — ОАО «Корпорация ВНИИЭМ»), когда был запущен спутник «Метеор-М» №1, предназначенный для получения космической информации ДЗЗ в интересах оперативной метеорологии, гидрологии, агрометеорологии, мониторинга климата и окружающей среды. 25 ноября 2014 г. спутник «Метеор-М» №1 был выведен из эксплуатации, однако незадолго до этого, 8 июля 2014 г., на орбиту

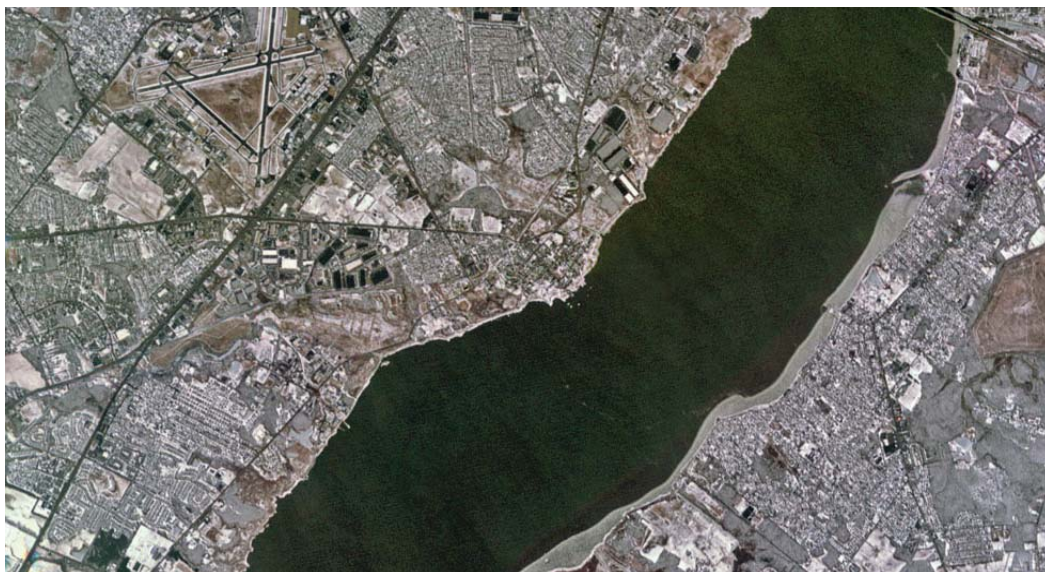


Рис. 2. Ньюкасл, штат Делавэр, США. Космический снимок со спутника «Канопус-В» (аппаратура МСС, цветосинтезированное изображение) 02.03.2015 г. (Информация получена и обработана НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»)

был выведен спутник «Метеор-М» №2, оснащенный гидрометеорологической аппаратурой и аппаратурой оперативного мониторинга, в числе которой Комплекс многоканальной спутниковой съемки (КМСС), состоящий из 2 камер и многоканального сканирующего устройства малого разрешения (МСУ-МР). Образец снимка с КА «Метеор-М» №2 представлен на рис. 3.

Заложенные в проект «Метеор-3М» современные конкурентоспособные характеристики позволяют обеспечивать решение не только метеорологических и океанографических задач, но и задач других заказчиков и потребителей. В частности, на основании информации, получаемой с помощью КА «Метеор-М», плани-

руется решение следующих основных проблем [4]:

- обеспечение безопасности мореплавания, проведение фундаментальных и прикладных исследований ледяного покрова в приполярных акваториях Мирового океана и замерзающих морях, а также крупных озерах умеренных широт;
- прогноз, мониторинг и информационное обеспечение мероприятий по ликвидации последствий наводнений;
- оперативный контроль за состоянием водной среды и соблюдением правил использования континентального шельфа в исключительной экономической зоне РФ;
- своевременное обнаружение, определение площади и конфигурации разливов



Рис. 3. Маракайбо, Венесуэла. Космический снимок со спутника «Метеор-М» №2 (аппаратура КМСС) 28.02.2015 г. (Информация получена и обработана НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»)

нефтепродуктов на водной поверхности, а также мониторинг динамики развития загрязнений акватории Мирового океана;

- мониторинг промысловых районов Мирового океана в целях информационного обеспечения производственной деятельности рыболовного флота;

- исследование принципов тепло-, массо-переноса на границе раздела океан–атмосфера в интересах решения прикладных и фундаментальных проблем гидрометеорологии и океанографии;

- агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства.

В 2015 г. будет запущен КА «Метеор-М» №2-1, а в 2016 г. — еще один спутник серии «Метеор-М».

В ближайшем будущем планируется создать систему гидрометеорологического назначения в составе трех КА «Электро-Л» (разработчик — ФГУП «НПО им. С. А. Лавочкина») на геостационарной орбите. Первый спутник серии «Электро-Л» был запущен в 2011 г. 31 марта 2014 г. у спутника «Электро-Л» возникли проблемы с системой ориентации и стабилизации, вследствие чего ухудшилась точность стабилизации космического аппарата относительно заданной ориентации. С конца октября 2014 г. разработчикам удалось стабилизировать

аппарат для работы в сокращенном режиме. В дневное время основной прибор «Электро-Л» МСУ-ГС осуществляет до 11 включений с интервалом в 30 минут. В 2015 г. планируется запуск спутника «Электро-Л» №2, а в 2016 г. — «Электро-Л» №23.

Космический комплекс «Электро-Л» предназначен для обеспечения Росгидромета оперативной информацией для анализа и прогноза погоды, изучения состояния акваторий морей и океанов, мониторинга условий для полётов авиации, а также изучения состояния ионосферы и магнитного поля Земли. Кроме того, комплекс способен вести мониторинг климата и глобальных изменений, контроль за чрезвычайными ситуациями и экологический контроль окружающей среды.

Для достижения этих целей аппараты «Электро-Л» снабжены оборудованием для проведения многоспектральной съемки Земли в видимом и инфракрасном диапазонах с разрешением 1 км и 4 км соответственно с периодичностью 30 мин. (рис. 4). При необходимости периодичность съемки может быть уменьшена до 10–15 мин.

Наращивание российской орбитальной группировки ведется в соответствии

Показатели качества	Россия	Зарубежные страны	Требуемые показатели для России
Линейное разрешение данных ДЗЗ (наименьший размер различимого объекта на Земле)	1,0 м	0,31 м	0,15 м
Точность геопривязки данных ДЗЗ (без опорных точек)	10 м	3,5 м	2 м
Точность создания цифровой модели местности (в плане и по высоте)	90 м (импортная СТМ)	3–5 м	3–5 м
Динамика перенацеливания аппаратуры при съемке из космоса (трехосный режим)	1 град./с	3 град./с	4 град./с
Производительность (суммарная площадь отснятой территории в сутки)	0,16 млн кв. км	0,7 млн кв. км	1,0 млн кв. км

Табл. 2. Требуемые показатели для России



Рис. 4. Снимок видимой части Земли со спутника «Электро-Л» 22.09.2013 г. (Информация получена и обработана НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»)

с концепцией развития российской космической системы ДЗЗ на период до 2025 г. и программными мероприятиями, заложенными в Федеральной космической программе России на 2006–2015 гг. и проекте Федеральной космической программы России на 2011–2020 гг.

Согласно федеральным программам ключевыми проблемами достижения современного уровня космических систем ДЗЗ являются следующие показатели качества (табл. 2; [5]).

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

Группировка из четырех оптико-электронных КА «Обзор-О» (разработчик — ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева») предназначена для оперативной мультиспектральной съемки России, прилегающих территорий

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

Табл. 3. Технические характеристики съемочной аппаратуры КА «Обзор-О»

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

Табл. 4. Технические характеристики съемочной аппаратуры КА «Обзор-Р»

соседних государств и отдельных районов Земли. На 1-м этапе (2015–2017) планирует-ся запустить два космических аппарата, на 2-м (2020) — еще два. Система «Обзор-О» будет служить для обеспечения данными космической съемки МЧС России, Минсельхоза России, РАН, Росреестра, дру-гих министерств и ведомств, а также регио-нов России. На КА «Обзор-О» №1 и №2 пла-нируется установить опытные образцы гиперспектральной аппаратуры. Развер-тывание четырехспутниковой группировки «Обзор-О» позволит в полной мере обеспе-чить проведение космического топографи-ческого мониторинга, предназначенного для перманентного получения материалов космической съемки с целью выявления природных или антропогенных изменений местности путем сравнения результатов полученных данных с архивными матери-алами и последующей оценки степени выяв-ленных изменений местности с принятием решения о необходимости обновления соответствующих топографических карт. Основные технические характеристики съе-мочной аппаратуры КА «Обзор-О» пред-ставлены в таблице 3.

Два радарных КА «Обзор-Р» (разработ-чик — ОАО «РКЦ «Прогресс») предназна-чены для проведения съемки в Х-диапозоне в любое время суток (вне зависимости от погодных условий) в интересах социально-экономического развития Российской Федерации. Спутники «Обзор-Р» будут слу-жить для обеспечения данными радарной съемки МЧС России, Минсельхоза России, Росреестра, других министерств и ведомств, а также регионов России. Запуск космиче-ских аппаратов планируется осуществить в 2018 и 2020 гг. Основные технические характеристики съемочной аппаратуры КА «Обзор-Р» представлены в таблице 4.

Функционирование орбитальной группир-овки КА ДЗЗ невозможно без создания и развития наземной инфраструктуры прие-ма, обработки, хранения и распространения данных ДЗЗ в интересах обеспечения потребителей космической информацией. Для этого в России ведется разработка (разработчик — ОАО «НИИ ТП») Единой территориально-распределенной информа-ционной системы дистанционного зондирования Земли (ЕТРИС ДЗЗ), которая предназначена для интеграции в единое

геоинформационное пространство информационных ресурсов ДЗЗ, обеспечивающих организацию целевого применения российской орбитальной группировки, координацию функционирования российских пунктов приема и обработки информации с российскими и иностранными космическими аппаратами ДЗЗ, распространение и предоставление данных ДЗЗ пользователям и потребителям. Главной целью создания ЕТРИС ДЗЗ является полное и своевременное обеспечение потребителей данными ДЗЗ.

ЕТРИС ДЗЗ должна обеспечить решение следующих задач [6]:

- планирование применения орбитальной группировки КА ДЗЗ;
- планирование применения наземной инфраструктуры ЕТРИС ДЗЗ;
- прием и обработка информации с российских и иностранных КА ДЗЗ;
- систематизация и хранение информационных продуктов ДЗЗ;
- формирование и ведение единого каталога информационных продуктов ДЗЗ;
- обеспечение доступа пользователей к информационным ресурсам ЕТРИС ДЗЗ посредством специализированных информационных порталов (геопорталов) и веб-сервисов.

Одной из насущных проблем российской отрасли ДЗЗ является необходимость коммерциализации деятельности в области распространения данных с отечественных космических аппаратов. Для этого, на наш взгляд, необходимо решить ряд задач организационного порядка. Перечислим важнейшие из них:

- Целесообразно на уровне Президента и Правительства принять документ, отражающий политику в области коммерциализации национальных систем ДЗЗ (аналогичный существующей в США уже более 10 лет «Космической политике в области коммерческих систем ДЗЗ»).

- Необходимо подготовить рекламномаркетинговую программу по российским данным ДЗЗ, показать преимущества этих данных, обосновать их конкурентоспособность по сравнению с зарубежными аналогами.

- Оператору отечественных спутниковых систем ДЗЗ НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы» необходимо заключить дистрибьюторские соглашения с основными коммерческими поставщиками данных, оставляя за собой только функции оператора, без возможности выполнять коммерческие заказы, минуя дистрибьютора.

- Потенциальным дистрибьюторам необходимо представить тестовые снимки с КА «Ресурс-П» для оценки точности геопозиционирования и подтверждения заявленных параметров.

- Дистрибьютор при поставке конечному пользователю может включать добавочную стоимость на производные продукты.

- Необходимо установить единую цену в рублях на снимки для конечного пользователя, включающие дистрибьюторские скидки в размере 30%.

- Необходимо установить сроки поставки заказанных снимков не более, чем это делают зарубежные операторы (2–3 дня на поставку архивных данных и 7–60 дней на выполнение новой съемки). Необходимо убрать все излишние согласования и бюрократические препятствия при заказе данных у оператора.

- Оператор должен обеспечивать гарантированные поставки данных в установленные сроки.

- Оператор должен оперативно публиковать на геопортале метаданные со всех российских космических аппаратов.

- В настоящее время практически полностью отсутствуют продукты и сервисы на основе российских данных ДЗЗ, предоставляемых оператором, что значительно ограничивает спрос. Современный рынок все больше движется

в сторону того, чтобы предоставлять заказчику готовые продукты, а не просто снимки.

- При проектировании новых спутников ДЗЗ необходимо учитывать, что технические характеристики их съемочной аппаратуры должны соответствовать самым современным мировым образцам, только в этом случае данные будут конкурентноспособны на внутреннем и мировом рынках.

Наряду с федеральной программой развития системы ДЗЗ будет развиваться и корпоративная. Так, свою систему создает ОАО «Газпром». Система аэрокосмического мониторинга «СМОТР» используется для предоставления геоинформационных услуг, включая обследование магистральных газопроводов, картографирование, информационное обеспечение кадастровых работ. В настоящее время система состоит из центра приема и обработки информации и беспилотных летательных аппаратов. В ближайших планах ОАО «Газпром космические системы» — создание орбитальной группировки спутников ДЗЗ серии «СМОТР», которые предполагается оснастить аппаратурой с высоким и средним разрешением.

В 2014 г. компания «Совзонд» подписала соглашение с частным космическим холдингом «Даурия Аэроспейс» о партнерстве, который подразумевает создание коммерческого спутника, способного выполнять съемку с разрешением до 0,75 м в панхроматическом диапазоне и до 2 м — в мультиспектральном. Это разрешение выше, чем у каких-либо гражданских спутников, созданных в России на данный момент. Стоимость спутника с наземной системой управления, учитывая также расходы на его запуск, — 100 млн долл. Планируется, что спутник будет готов в 2018 г.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЗЗ

К наиболее популярным и востребованным программным продуктам для фотограмметрической и тематической обработки данных ДЗЗ можно отнести программные комплексы INPHO (фотограмметрическая обработка), ENVI и некоторые другие.

INPHO (производитель — компания Trimble, Германия) — полнофункциональная фотограмметрическая система позволяющая проводить ортотрансформирование, создавать цифровые модели рельефа (ЦМР), строить 3D-модели и т. д. Модули ПО Trimble INPHO позволяют выполнять все этапы фотограмметрической обработки, и в то же время каждый модуль является самостоятельным программным решением, которое легко встраивается в существующий рабочий процесс. Фотограмметрическая система Trimble INPHO предназначена для обработки наиболее сложных фотограмметрических проектов с размером блока 20 000 и более изображений.

Из отечественных программных продуктов для фотограмметрической обработки данных ДЗЗ можно выделить PHOTOMOD (производитель — компания «Ракурс») и ЦФС «Талка» (производитель — компания «Талка»). Однако оба они в ряде аспектов уступают зарубежным аналогам.

ENVI (производитель — Exelis VIS, США) — один из наиболее удачных и доступных программных продуктов, который включает весь набор инструментов для проведения полного цикла обработки данных, включая модуль SARscape. Программный комплекс ENVI соответствует всем основным требованиям, необходимым при обработке изображений. Следует отметить, что в последних версиях ПО ENVI предусмотрена возможность обработки данных с российских спутников серии «Ресурс-П».

Отечественных аналогов ПО ENVI (или даже приближающихся по функциональным возможностям), к сожалению нет, однако с учетом большого потенциала российских производителей программного обеспечения появление таких продуктов можно ожидать в ближайшем будущем.

ГИС-ПРИЛОЖЕНИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ПЛАТФОРМЫ

На сегодняшний день рынок геоинформационного программного обеспечения предоставляет большой выбор как отечественных, так и зарубежных разработок. Все они различаются своими функциональными и ценовыми характеристиками.

Список ведущих зарубежных средств разработок представлен следующими продуктами: ArcGIS, Bentley, MapInfo, AutoCAD Map и др.

Наиболее востребованной в мире и в России является линейка программных продуктов ArcGIS (производитель — компания Esri, США). Платформа ArcGIS является оптимальным решением для построения корпоративных геоинформационных систем. Отличительная особенность ArcGIS в том, что это семейство программных продуктов включает в себя все компоненты, необходимые для построения инфраструктуры пространственных данных. В нем есть средства подготовки и ведения геоданных (ArcGIS for Desktop), средства публикации веб-служб и ГИС-функциональности для удаленного доступа (ArcGIS for Server), средства создания каталогов геоданных и геопорталов (Geoportals Server). Пользователями ArcGIS являются более миллиона специалистов по всему миру. По данным отчета исследовательского центра ARC Advisory Group, компания Esri занимает 43% рынка ГИС.

Из ведущих российских средств разработки можно выделить ГИС «Карта 2011» (производитель — ЗАО КБ «Панорама»), ГИС «ГеоГраф» (производитель — Центр геоинформационных исследований Института географии РАН), ГИС «Ингео» (производитель — ЗАО «Центр системных исследований «Интегро») и некоторые другие.

Наиболее известным ГИС-приложением является ГИС «Карта 2011» — универсальная геоинформационная система, имеющая средства создания и редактирования электронных карт, выполнения различных измерений и расчетов, оверлейных операций, построения 3D-моделей, обработки растровых данных, подготовки графических документов в электронном и печатном виде, а также инструментальные средства для работы с базами данных.

Однако линейка ГИС-приложений ArcGIS по-прежнему имеет ряд преимуществ перед зарубежными и отечественными аналогами. Это:

- наиболее широкий выбор инструментальных средств для работы с векторными и растровыми данными;
- наиболее удобный интерфейс программного доступа к функциям и данным;
- более широкий набор базовых СУБД;
- наиболее полная поддержка стандартов ISO и OGC;
- поддержка объектно-компонентной модели данных;
- поддержка сервис-ориентированной технологии;
- поддержка геопортальных технологий;
- использование облачных вычислений и др.

Касаясь вопросов разработки отечественных геоинформационных платформ, необходимо отметить крупномасштабный инвестиционный проект в области геоинформатики, реализуемый компанией «Совзонд» для ОАО «Ростелеком». В ходе реализации

данного проекта разрабатывается российская полнофункциональная геоинформационная платформа «Единое информационное пространство геоданных» (ЕИПГ), сопоставимая с мировыми аналогами, формируется банк геопространственных данных на аппаратно-программных мощностях ОАО «Ростелеком», создаются отраслевые сервисы. (Подробнее о ЕИПГ см. статью В. Г. Николаева «Возможности геоинформационной платформы «Единое информационное пространство геоданных» для создания комплексных региональных систем поддержки принятия управленческих решений» на с. 80 этого номера журнала.)

БПЛА

Все большую популярность в мире и России в последние годы приобретают беспилотные летательные аппараты (БПЛА), которые используются для решения самых разных задач в интересах военных и гражданских пользователей. Существуют различные конструкции БПЛА. Из них наиболее известны самолеты и вертолеты, которые используются и для оперативного дистанционного зондирования Земли (аэрофотосъемки), в том числе, например, в нефтегазовой отрасли для мониторинга трубопроводов.

Многие российские компании разрабатывают и создают специализированные комплексы БПЛА, которые по большинству показателей сравнимы с зарубежными образцами. Среди отечественных производителей БПЛА, предназначенных для целей аэрофотосъемки, можно выделить группу компаний «Геоскан» (производит также ПО для обработки полученных данных), ижевские компании «ZALA AERO» и ООО «ФИНКО», ЗАО «ЭНИКС» (Казань), корпорацию «Иркут», ООО «АФМ-Серверс» и др. Следует, однако, отметить, что в области создания высотных БПЛА, которые используются в том числе

и для видовой разведки, мы по-прежнему отстаем от мировых производителей — Израиля и США, хотя ведущие российские производители авиационной техники (например, концерн «Сухой») постепенно сокращают это отставание.

В своем обзоре мы затронули только некоторые области геоинформатики и дистанционного зондирования. На пути импортозамещения много сложностей: здесь и известное отставание в развитии компьютерных и информационных технологий в целом, и излишняя бюрократизация, и недостаточное развитие внутреннего рынка, и зависимость от зарубежных комплектующих и т. д. Однако мы видим, что отставание от ведущих стран постепенно уменьшается, и пример наращивания и развития российской системы дистанционного зондирования Земли вселяет определенный оптимизм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин Б. А., Дудкин С. А. Новейшие и перспективные спутники дистанционного зондирования Земли // *Геоматика*. — 2013. — №2. — С. 16–39.
2. Кирилин А. Н. и др. Космический аппарат «Ресурс-П» // *Геоматика*. — 2010. — №4. — С. 23–26.
3. Горбунов А. В., Слободской И. Н. Космический комплекс оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций «Канопус-В» // *Геоматика*. — 2010. — №1. — С. 30–33.
4. Чуркин А. Л. Космический комплекс гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М» со спутником «Метеор-М» // *Геоматика*. — 2009. — №3. — С. 79–85.
5. <ftp://ftp.sovzond.ru/forum/2014/reports/Zaichko.pdf>
6. Лошкарев П. А. и др. Развитие ЕТРИС ДЗЗ с применением облачных технологий // *Геоматика*. — 2013. — №4. — С. 22–26.

О. О. Тохиян (ОАО «НИИ ТП»)

В 2002 г. окончил Московский авиационный институт, в настоящее время — начальник отдела ОАО «НИИ ТП».

А. П. Гладков (ОАО «НИИ ТП»)

В 2011 г. окончил Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, в настоящее время — ведущий инженер ОАО «НИИ ТП».

К. К. Кошкин (ОАО «НИИ ТП»)

В 1974 г. окончил Московский электротехнический институт связи, в настоящее время — старший научный сотрудник ОАО «НИИ ТП». Кандидат технических наук, доцент.

Опыт использования открытого программного обеспечения в области ДЗЗ и ГИС в ОАО «НИИ ТП»

Одним из основных направлений деятельности ОАО «НИИ точных приборов» (далее — НИИ ТП) является создание комплексов приема, обработки и доведения до потребителей информации дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Программа импортозамещения в области информационных технологий в современных условиях становится государственной и призвана стать ключевым фактором повышения устойчивости страны к внешнему воздействию и защиты ее безопасности.

Импортозамещение в области информационных технологий имеет свои особенности и пути решения. Одним из направлений является использование собственного (разработанного в НИИ ТП или по заказу НИИ ТП) открытого и свободного программного обеспечения (ПО). Для НИИ ТП такой подход является традиционным, поскольку в большинстве выполняемых проектов требуется доступ к исходному коду для испытаний программного обеспечения на соответствие требованиям защищенности от несанкционированного доступа к информации, на отсутствие недеklarированных возможностей (в том числе программных закладок) и т. д.

Основное преимущество открытого и свободного программного обеспечения заключается в том, что оно является бесплатным, хотя встречается и коммерческое открытое ПО. Основной недостаток состоит в том, что функциональные возможности открытого и свободного ПО требуют подтверждения, это влечет за собой накладные расходы на его тестирование. Однако доступ ко всему исходному коду свободного программного обеспечения дает возможность доработать его, что обычно бывает затруднено при использовании коммерческого ПО.

С каждым годом на рынке информационных технологий быстрыми темпами растет как количество доступных решений с открытым исходным кодом, так и их функциональность и качество. Соответственно растет и доля такого программного обеспечения в проектах, выполняемых в НИИ ТП.

Одна из крупных разработок НИИ ТП — Единая территориально-распределенная информационная система дистанционного зондирования Земли (ЕТРИС ДЗЗ). ЕТРИС ДЗЗ создается как система, функционально объединяющая наземные комплексы, центры, пункты приема, обработки

и распространения данных ДЗЗ различных органов, ведомств, организаций и обеспечивающая координацию их деятельности, согласованное функционирование и взаимодействие по единым правилам, удобным для них и потребителей.

ЕТРИС ДЗЗ предназначена для интеграции информационных ресурсов ДЗЗ в единое геоинформационное пространство и своевременного обеспечения потребителей информационными продуктами ДЗЗ.

ЕТРИС ДЗЗ должна обеспечить решение следующих основных задач:

- планирование применения орбитальной группировки космических аппаратов (КА) ДЗЗ;
- планирование применения наземной инфраструктуры ЕТРИС ДЗЗ;
- прием и обработка информации с российских и иностранных КА ДЗЗ;
- систематизация и хранение информационных продуктов ДЗЗ;
- ведение единого каталога информационных продуктов ДЗЗ;
- доступ пользователей к информационным ресурсам ЕТРИС ДЗЗ посредством геопорталов и веб-сервисов.

Работы по созданию ЕТРИС ДЗЗ второй очереди проводятся по заказу Федерального космического агентства (Роскосмоса) в рамках опытно-конструкторских работ (ОКР) «Прием» со сроком окончания в 2015 году. Предусмотрено продолжение работ по развитию ЕТРИС ДЗЗ с 2016 г.

Одна из подсистем ЕТРИС ДЗЗ — единый территориально-распределенный банк геоданных (единый БГД), включающий центральный банк геоданных (ЦБГД), региональные банки геоданных (РБГД) и геопортал Роскосмоса.

При создании единого БГД разработаны в том числе следующие геоинформационные технологии (и соответствующее программное обеспечение):

- методология формирования метаданных геоданных (данных ДЗЗ, цифровых моделей рельефа (ЦМР), индексов, карт и др.), включая описание концептуальной модели метаданных; разработан «Профиль метаданных единого БГД на основе стандартов ISO 19115, ISO 19115 2 и ISO 19139» (АФЕК.466515.059 П7);
- технология формирования и хранения метаданных в каталоге геоданных в соответствии с «Профилем метаданных единого БГД»;
- технология экспорта/импорта метаданных из каталога в обменные файлы в соответствии с «Профилем метаданных единого БГД»;
- технология архивирования, оперативного и долговременного хранения геоданных с ведением каталога в соответствии с «Профилем метаданных единого БГД»;
- технология поиска геоданных по каталогу;
- технология доступа к геоданным посредством геопорталов и геоинформационных веб-сервисов на основе стандартов Open Geospatial Consortium (OGC).

В 2015 г. завершается разработка информационно-вычислительного комплекса обработки данных на основе облачных технологий (ИВКОД ОТ). ИВКОД ОТ предназначен для повышения эффективности использования аппаратных средств ЕТРИС ДЗЗ за счет предоставления вычислительных ресурсов для функционирования программного обеспечения комплексов ЕТРИС ДЗЗ с целью повышения их производительности, а также обеспечения необходимого уровня качества сервисов обработки данных ДЗЗ.

ИВКОД ОТ должен учитывать особенности работы с данными ДЗЗ и выполнять следующие основные функции:

- автоматическое развертывание облачной инфраструктуры с использованием открытого и свободного ПО и аппаратных средств;

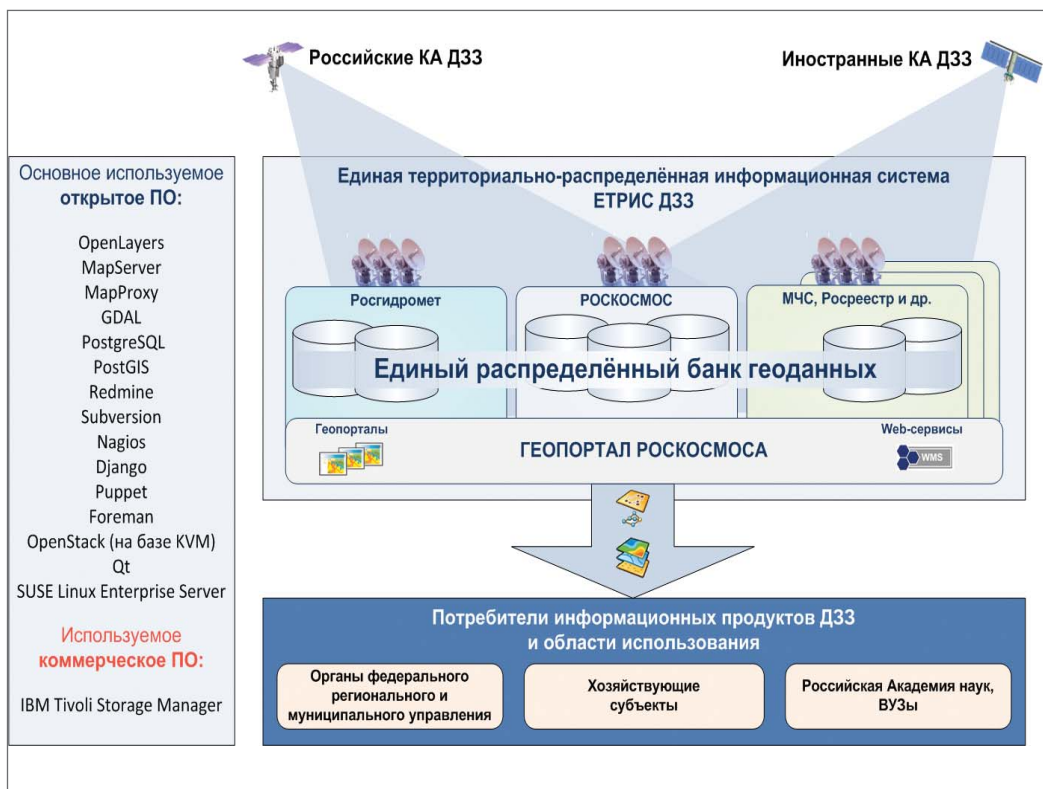


Рис. Открытое программное обеспечение, используемое при разработке единого БГД ЕТРИС ДЗЗ

• автоматическое создание, изменение и удаление виртуальных машин в облачной инфраструктуре для установки в них программного обеспечения комплексов ЕТРИС ДЗЗ;

• автоматизированное и автоматическое управление вычислительными ресурсами, которые предоставляются виртуальным машинам;

• автоматизированный контроль функционирования аппаратных средств и программного обеспечения;

• разграничение доступа к виртуальным машинам и вычислительным ресурсам.

Общий перечень используемого открытого программного обеспечения

представлен на рис. Коммерческое ПО в указанных проектах используется в исключительных случаях. При разработке единого БГД использовался программный продукт IBM Tivoli Storage Manager, применяемый при работе с ленточными библиотеками.

В заключение можно сказать, что имеющийся опыт использования при разработке единого БГД ЕТРИС ДЗЗ открытого программного обеспечения показывает актуальность и перспективность этого направления для решения задач импортозамещения в области информационных технологий в современных условиях.

Цвет: новая жизнь черного



Печать в формате до A0

С новым многофункциональным устройством HP Designjet T3500 Production eMFP вы сможете выполнять любые задачи печати как в черно-белом, так и в цветном режиме. Это профессиональное широкоформатное устройство¹ обладает расширенными функциями копирования и сканирования, а также обеспечивает экономию затрат и времени пользователей. Оно полностью соответствует самым строгим требованиям в области ИТ и безопасности.

Узнайте больше: hp.com/go/DesignjetT3500
Позвоните нам по телефону: 8 10 800 253 320 44
(звонок из России бесплатный)

1. По сравнению с широкоформатными цветными МФУ стоимостью до 25 000 долл. США. На основе показателей самой быстрой цветной печати, заявленных производителями на январь 2014 года. При тестировании использовались различные методы.

А. В. Марков

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

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

О. В. Григорьева

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

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

А. Г. Саидов

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

В 2007 г. окончил Санкт-Петербургский государственный университет путей сообщения по специальности «инженерная защита окружающей среды». В настоящее время — научный сотрудник ВКА им. А. Ф. Можайского.

В. Ф. Мочалов

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

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

Д. В. Жуков

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

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

Комплекс программных средств тематической обработки материалов космической гипер- и мультиспектральной съемки

В настоящее время, после начала активной эксплуатации российских оптико-электронных космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) серий «Канопус-В» и «Ресурс-П», существенно возросли возможности оперативного обеспечения отечественных потребителей материалами мультиспектральной (МС) и гиперспектральной (ГС) съемки. Важной особенностью этих данных является возможность использования при тематической обработке в качестве информационных признаков не только топологических, но и спектрально-энергетических характеристик (СЭХ) объектов интереса.

Новая система информационных признаков, а также объемы получаемых для ана-

лиза МС и особенно ГС данных обуславливают приоритетность автоматизации процесса их дешифрирования. В большинстве организаций, использующих в своей деятельности материалы космической съемки, для этих целей преимущественно применяются зарубежные стандартные программные средства обработки геопространственной информации, такие как ENVI, Erdas и др. Однако, несмотря на наличие разнообразных методов классификации и сегментации изображений, автоматизация процесса тематической обработки в этих программных продуктах, как правило, связана с необходимостью изучения специализированных языков программирования и реализации собственных алгоритмов.

При этом оператору необходимо иметь профессиональные знания в области распознавания образов и дешифрирования, а также пройти этап адаптации программного обеспечения с учетом индивидуальных особенностей материалов съемки, зарегистрированных конкретной космической съемочной аппаратурой. Отмечено, что в большинстве случаев имеющиеся тематические модули (например, в ENVI) требуют привлечения дополнительной информации для окончательной интерпретации данных.

Указанные обстоятельства определяют актуальность создания специализированных программ тематической обработки МС и ГС снимков, адаптированных к данным от отечественных космических систем ДЗЗ.

Научные исследования, связанные с разработкой методов и реализующих их программ автоматизированного дешифрирования разномасштабных изображений, активно ведутся в целом ряде отечественных организаций и вузов (Московский физико-технический институт, Рязанский государственный радиотехнический университет и др.). В Военно-космической академии (ВКА) им. А. Ф. Можайского работы по данному направлению базируются на многолетнем опыте проектирования программных средств обработки авиационных ГС изображений, получаемых различной видеоспектральной аэросъемочной аппаратурой из состава академической лабораторно-экспериментальной базы [1]. При этом в качестве информационной основы для обоснования методов автоматизированного дешифрирования МС и ГС данных используется имеющаяся в академии наиболее полная в нашей стране база данных (БД) эталонных СЭХ различных объектов и фонов.

Первая версия созданного в ВКА им. А. Ф. Можайского программного комплекса (ПК), предназначенного для тематической обработки МС и ГС космических

снимков, была ориентирована на выполнение региональных проектов [2] и использование материалов съемки зарубежных космических систем RapidEye, SPOT-5, Landsat ETM, WorldView-2, EO-1 Hyperion. Данная программа позволяла решать следующие задачи:

- оценивание экологического состояния акватории и территории порта с идентификацией участков, подверженных антропогенному воздействию и типовым загрязнениям [3];
 - диагностика лесного покрова с выявлением аномальных зон состояния (обводнения, гари и горельники, сухостой и другие лесопатологические изменения) и регистрацией вырубок с определением степени лесовозобновления;
 - классификация лесных массивов по породному составу и лесорастительным условиям;
 - оценка состояния почвенного покрова в результате загрязнения нефтепродуктами и отходами производства и потребления.
- Начиная с 2014 г. ПК был серьезно доработан и усовершенствован. Алгоритмы тематической обработки были адаптированы для работы с МС и ГС данными от КА «Ресурс-П» и «Канопус-В» (в том числе с учетом результатов исследования показателей качества реальных снимков). Модернизация комплекса обеспечила расширение алгоритмической базы в части реализации следующих тематических задач:

- проведения оценки глубин прибрежных акваторий;
- анализа разновременных МС и ГС данных для выявления изменений на анализируемой территории;
- построения оптимальных маршрутов передвижения по труднопроходимой местности на основе результатов ландшафтного дешифрирования и оценки рельефа;

- обнаружения спектральных аномалий и др.

Для корректной работы программы обязательным требованием является точная спектральная и энергетическая калибровка, а также качественная атмосферная коррекция МС и ГС данных. Для учета влияния атмосферы в ПК в качестве дополнительного модуля интегрирован пакет MODTRAN.

Разработанный ПК состоит из следующих частей (рис. 1):

- базы данных эталонных сигнатурных характеристик элементов подстилающей поверхности в диапазоне 0,4–2,5 мкм;
- модуля работы с векторными данными в виде ГИС-приложения;
- модуля автоматизированной обработки МС и ГС данных.

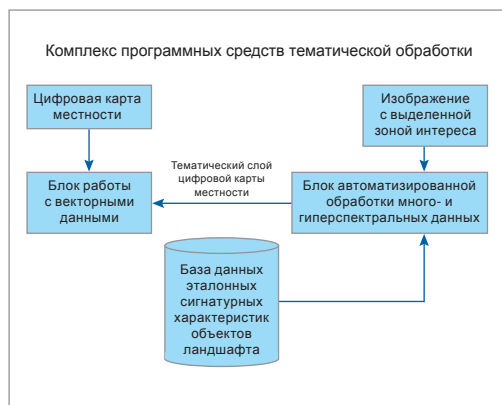


Рис. 1. Структурная схема комплекса программных средств тематической обработки материалов космической ГС и МС съемки

Модуль автоматизированной обработки обеспечивает решение практических задач дешифрирования, направленных на выявление объектов местности и определение их состояния. При этом для классификации и идентификации объектов ландшафта используется информация о СЭХ, содержащаяся в БД эталонных сигнатур. Конечным этапом решения тематической задачи является векторизация результатов обра-

ботки материалов съемки и отображение их в виде тематических слоев цифровой карты средствами блока работы с векторными данными.

БД эталонных сигнатурных характеристик, реализованная в ПК, содержит в настоящее время около 1500 спектров яркости для различных антропогенных и природных объектов ландшафта в диапазоне 0,4–2,5 мкм. Для каждого объекта в БД предусмотрено хранение следующей информации: физико-географическая зона, дата и время наблюдения, фенологический период (для растительных покровов), съемочная аппаратура, проективное покрытие, тип подстилающей поверхности, место измерения, высота Солнца, азимутальный и надирный углы измерения, высота измерения, площадь реферируемой поверхности, количество и форма облачности при измерениях, модель индикатрисы. В БД представлены сведения о коэффициентах спектральной яркости для 12 классов ландшафта, таких как, открытые почвы, леса, кустарники, водно-болотные сообщества и т. д. [4]. Информация, содержащаяся в БД, постоянно пополняется по результатам наземных и авиационных экспериментов, которые планомерно проводятся ВКА им. А. Ф. Можайского в разных регионах России (в 2014 г. занесены новые данные по СЭХ природных объектов, характерных для Алтайского края, Амурской области и Крыма).

Следует отметить, что корректное использование имеющейся в БД спектральнометрической информации в качестве эталонной возможно только при учете различий в режимах наблюдения и особенностей технических характеристик используемых приборов. Влияние этих факторов нивелируется с помощью методов коррекции эталонной информации. Коррекция заключается в адаптации спектральных сигнатур

под границы спектральных каналов, спектральное и пространственное разрешение данных. В последнем случае адаптация направлена на решение проблемы образования смесовых пикселей при изменении пространственного разрешения [5].

Модуль автоматизированной обработки предназначен для непосредственного дешифрирования МС и ГС данных [6]. Схема работы с модулем на первом этапе сводится к выделению оператором на изображении зоны интереса, в пределах которой будет производиться обработка (в некоторых задачах эта зона строится автоматически). Далее осуществляется сужение зоны интереса с использованием

универсального алгоритма, который заключается в последовательном использовании методов параметрической классификации с построением обучающей выборки по результатам сегментации или неуправляемой кластеризации. При этом в пределах кластера может быть предусмотрено назначение нескольких обучающих выборок, относящихся к разным типам ландшафта.

На последнем этапе в пределах итоговой области интереса идентифицируется каждый класс, полигон класса или пиксель в зависимости от решаемой задачи. По завершении процесса производится автоматическая векторизация результата (рис. 2).

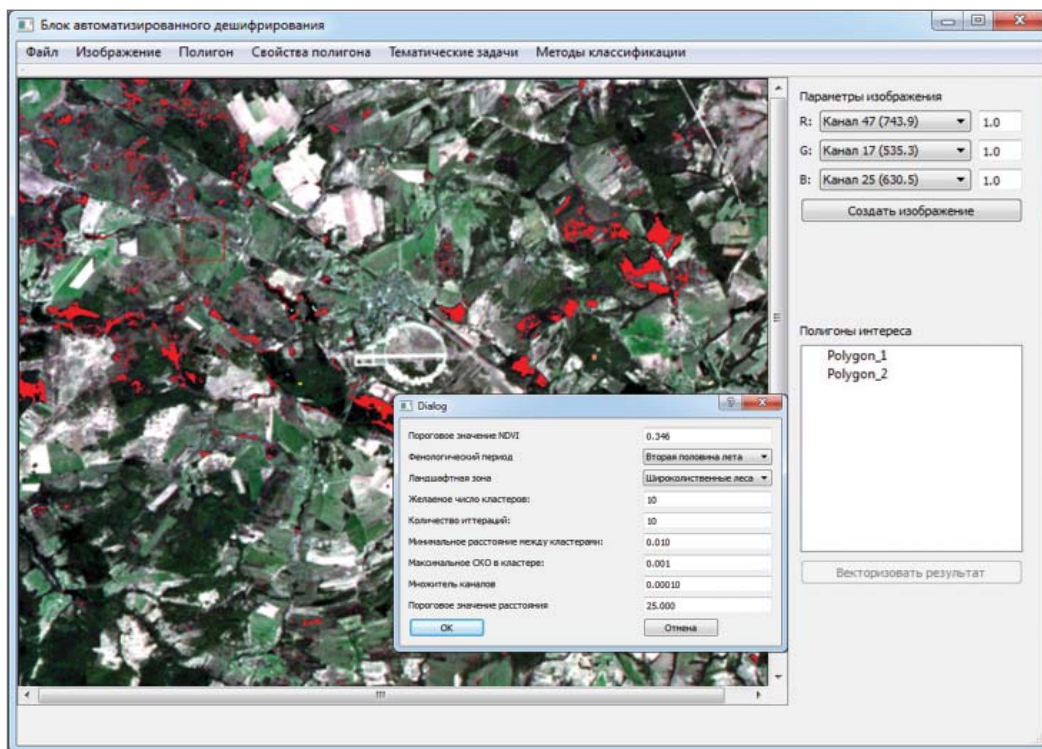


Рис. 2. Пример обработки ГС данных НА «Ресурс-П» в модуле автоматизированной обработки

На всех этапах обработки — при построении обучающей выборки, определении принадлежности выделенных кластеров к типу ландшафта, а также при идентификации и определении состояния объекта — привлекается информация из БД сигнатурных характеристик. К спектральным признакам относятся широкоспектральные и узкоспектральные индексы, признаки формы спектральной сигнатуры, характеризующие биофизические особенности наблюдаемых объектов в виде полос поглощения, яркостной контраст между объектом и фоном и др. Оценка принадлежности исследуемого фрагмента изображения к определенному типу объекта на местности осуществляется в соответствии с критериями сходимости, выраженными в виде специальных метрик [6].

Следует отметить, что для каждой задачи выбраны оптимальные методы классификации и набор информативных признаков с учетом спектральных и пространственных свойств объекта исследования. Методы классификации и кластеризации изображений, такие, как Isodata, метод максимального правдоподобия, метод спектральной угловой корреляции, субпиксельный анализ, метод нечетких множеств и другие применяются в ПК с оптимально подобранными входными параметрами, обусловленными характеристиками обрабатываемых данных и особенностями идентифицируемых объектов. Например, в алгоритмах картирования глубин прибрежных акваторий и загрязнений водной поверхности наравне с методами кластеризации изображений используется малопараметрическая модель процесса переноса излучения в воде с учетом его ослабления растворенными и взвешенными минеральными и органическими примесями, а для восстановления глубин применяется метод многомерной оптимизации в нескольких информативных узких

спектральных зонах, зарегистрированных МС или ГС сенсорами (рис. 3) [7, 8].

Конвертация результатов автоматизированной обработки в векторные данные осуществляется в соответствующем модуле ПК, который разработан с использованием открытых библиотек QGIS и обеспечивает создание и редактирование тематических слоев цифровой карты местности.

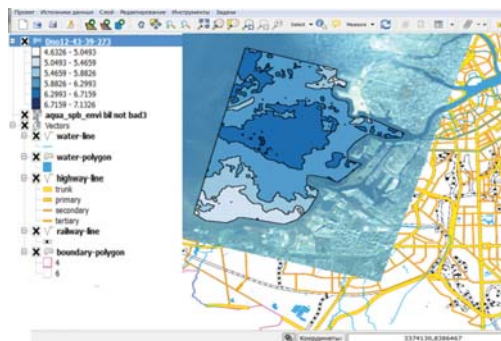


Рис. 3. Представление результатов обработки в бланке работы с векторными данными на примере анализа акватории порта по данным ГС камеры КА «Ресурс-П»

Обобщая приведенные материалы, можно отметить следующие преимущества рассмотренного программного комплекса в сравнении с зарубежными аналогами:

1) Алгоритмы, реализованные в ПК, адаптированы для работы с данными отечественных КА ДЗЗ, а качестве эталонных СЭХ используется информация, полученная в результате исследований, проведенных на территории России, с характерными для нее природно-климатическими зонами, растительными сообществами и минеральными образованиями.

2) Тематическая обработка изображения строится через специально организованный проект, в котором есть возможность автоматического сохранения всех

обучающих выборок, результатов классификации, параметров сегментации и других входных и выходных данных.

3) При разработке ПК используются открытые библиотеки для работы с растровыми и векторными данными, что значительно снижает стоимость программного продукта.

4) ПК ориентирован на пользователей, не имеющих специализированных знаний в теории дешифрирования МС и ГС космических данных. Для решения тематической задачи оператору необходимо ввести минимальное количество входных параметров, интуитивно понятных ему. Например, для определения состояния растительного покрова входными параметрами являются природно-климатическая зона и фенологический период, а в задаче выявления типовых загрязнений акваторий портов — участок с условно чистой водной поверхностью.

Особо следует отметить, что представленный ПК имеет большие перспективы по наращиванию своих функциональных возможностей. Разработчиками планомерно проводится его модернизация: расширяется круг решаемых тематических задач, пополняется база данных, создаются новые методы обработки, повышающие вероятность идентификации объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марков А. В., Шилин Б. В. Проблемы развития видеоспектральной аэросъемки. *Оптический журнал*. Т.76, №2, 2009. С.20–27
2. Марков А.В., Григорьева О.В., Бровкина О.В., Мочалов В.Ф., Жуков Д.В. Автоматизированные методы оценки состояния окружающей среды по данным мульти- и гиперспектральной космической съемки. *Геоматика*. №4. 2012. С.102–106
3. Марков А.В., Саидов А.Г., Мочалов В.Ф., Григорьева О.В., Жуков Д.В. Оценка экологического состояния акватории морского порта Санкт-Петербурга с помощью программного комплекса тематической обработки материалов аэрокосмической съемки // *Геоматика* № 3 2013 г. – С. 17–21
4. Григорьева О.В., Чапурский Л.И. Проблемы создания и информационного наполнения базы данных по коэффициентам спектральной яркости объектов наземных экосистем // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Сборник научных статей. Том 9. Номер 3.* – М.: ООО «ДоМира», 2012. – С.18–25
5. Марков А.В., Григорьева О.В., Чапурский Л.И., Мочалов В.Ф. Методы подготовки эталонной информации для обработки материалов много- и гиперспектральной аэрокосмической съемки в задаче мониторинга природной среды // *Сборник трудов III Всероссийской научной конференции «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды».* Том 2. СПб, 2014 – С. 283–286
6. Марков А.В., Григорьева О.В., Жуков Д.В., Бровкина О.В. Разработка алгоритмов эффективной тематической обработки данных гиперспектральных систем для идентификации объектов ландшафта // *Контенант. Научно-технический журнал* Том 12 № 2, 2013. С. 90–99
7. Жуков Д.В. Методика тематической обработки гиперспектральных данных в задаче оценки экологического состояния акваторий портов // *Исследования земли из космоса.* № 1. – 2014. – С.66–68
8. Григорьева О.В., Жуков Д.В. Возможности авиационной и космической съемки для определения глубин прибрежных акваторий // *Сборник трудов III Всероссийской научной конференции «Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды».* Том 2. СПб, 2014 – С. 261–267

Б. Бо (B. Baugh; DigitalGlobe, США)

Разработчик современных геопространственных продуктов
департамента исследований и развития компании
DigitalGlobe, США

Применение данных ДЗЗ для повышения экономической эффективности планирования сейсморазведочных работ*

ВВЕДЕНИЕ

Новые возможности в коммерческом дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ) призваны повысить экономическую эффективность сейсмической разведки. Новейшие коротковолновые инфракрасные каналы (SWIR) совместно с улучшенным пространственным разрешением изображений с космического аппарата WorldView-3, как ожидается, резко повысят эффективность планирования сейсморазведочных работ за счет использования космических снимков (примеры предшествующих исследований применения спутниковых данных описаны в [1]). Релевантные параметры, получаемые с помощью оптических спутниковых изображений, делятся на три основные категории: состав материала поверхности, влажность поверхности и модели поверхности рельефа. Классификация минерального состава поверхности, влажности и текстуры, полученная по данным WorldView-3, должна качественно отличаться от классификации, полученной по другим спутниковым данным.

Преимущества использования данных WorldView-3 заключаются в возможности:

- проводить технико-экономический анализ доступности области исследования для транспортных средств, полученный на основе информации об уклонах местности, составе материала поверхности и влажности;
- лучше понимать скоростные приповерхностные характеристики передвижения пород и подстилающей поверхности;
- лучше определять характеристики сцепления материалов и их устойчивости к вибрациям;

Недавно запущенный спутник WorldView-3 однозначно подходит для выполнения этих задач. При определении материала подстилающей поверхности и выявлении увлажнения спутник использует расширенный набор спектральных каналов от видимых и ближних инфракрасных (VNIR) до коротковолновых инфракрасных (SWIR). Коротковолновой инфракрасный диапазон, в частности, особо чувствителен к уникальным свойствам поглощения электромагнитного излучения минералами и почвами.

Диапазон SWIR также очень чувствителен к присутствию влаги. Все это открывает новые возможности, которые ранее были недостижимы, по картографированию

*Статья представлена компанией DigitalGlobe. Перевод с английского языка.

в крупном масштабе полезных ископаемых, растительного покрова и степени увлажненности. Для создания цифровой модели рельефа используется высокая маневренность спутника, что позволяет получать несколько изображений с одной или с нескольких орбит. Изменение углов съемки при перемещении спутника вдоль орбиты позволяет получить стереоизображение объекта.

МЕТОДИКА И ТЕОРИЯ

Съемочная аппаратура WorldView-3

Спутник WorldView-3 открывает новые возможности использования данных для составления геологических и минералогических карт, а также карт, отображающих относительную увлажненность поверхности. Применение этих возможностей совместно с традиционными спутниковыми методами, используемыми для планирования сейсморазведки, позволяет эффективнее экономить ресурсы. Изображения диапазона

SWIR WorldView-3 имеют исходное пространственное разрешение 3,7 м и охватывают широкий спектр разнообразных и уникальных особенностей поглощения электромагнитного излучения различными материалами, которые представляют интерес для геофизической разведки. Кроме того, доступны 8-канальные данные WorldView-2, охватывающие видимый и ближний инфракрасный (VNIR) диапазон электромагнитного спектра. В каналах VNIR изображения получают с более высоким разрешением — 1,2 м. Панхроматический канал имеет пространственное разрешение 0,31 м, что позволяет отобразить объекты на Земле с беспрецедентной детальностью.

На рис. 1 показаны спектральные каналы WorldView-3. 8 каналов VNIR такие же, как и у WorldView-2, но имеют более высокое пространственное разрешение (1,2 м). Новыми являются 8 каналов коротковолновой инфракрасной области электромагнитного спектра, они позволяют получать изображения с разрешением 3,7 м.

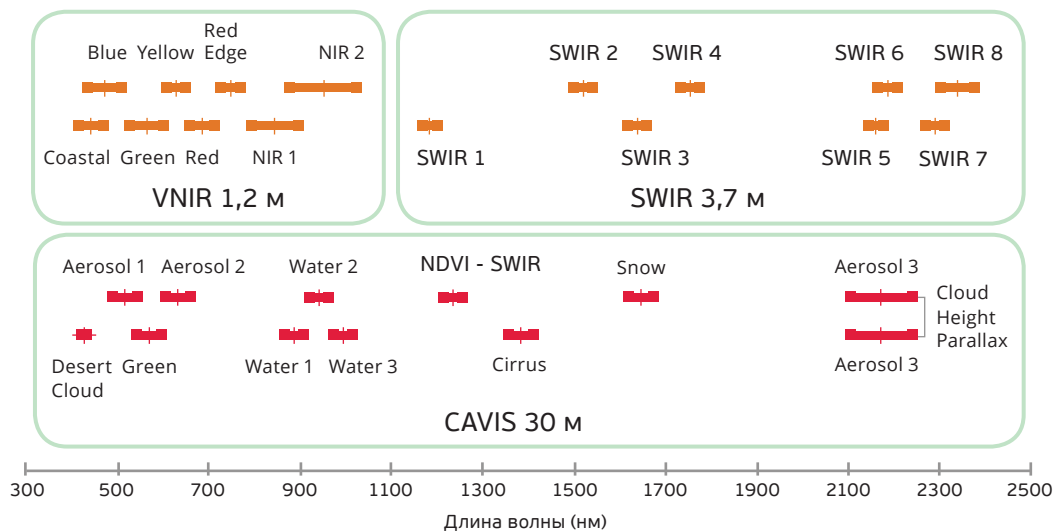


Рис. 1. Расположение спектральных каналов WorldView-3 для VNIR диапазона с разрешением 1,2 м, SWIR диапазона с разрешением 3,7 м, а также для CAVIS с разрешением 30 м. (Панхроматический канал с разрешением 0,31 м не показан)

Некоторые каналы схожи с теми, что имеют место на инструменте ASTER (спутник Terra, пространственное разрешение 30 м) [2]. Это каналы 5–8 спутника WorldView-3. Отметим корреляцию каналов WorldView-3 и ASTER для этого диапазона. Однако, аналог канала ASTER SWIR 9 не представлен на WorldView-3. Причина этого — ограниченный выбор конечного числа каналов, предназначенных для различных целей.

Каналы SWIR 2–4 на WorldView-3 соответствуют широкому каналу 4 сенсора ASTER, однако они разделены на три дискретных спектральных канала для лучшей дифференциации материалов подстилающей поверхности. Канал SWIR 1 на WorldView-3 не имеет аналога на инструменте ASTER и является эффективным как для выявления поглощения электромагнитного излучения железом (на длине волны около 900 нм), так и для расчета нормализованного индекса воды (NDWI).

Каналы CAVIS (от английских слов Cloud, Aerosol, Vapor, Ice, Snow — соответственно облачность, аэрозоль, водяной пар, лед, снег) были выбраны для получения информации о наличии в атмосфере аэрозоля и паров воды. Информация из этих каналов используется в качестве входных данных для алгоритмов атмосферного моделирования и улучшения расчетов отражательной способности поверхности. Инструмент CAVIS работает синхронно с главным сенсором и получает данные одновременно с основной съемкой. Дополнительные каналы CAVIS предназначены для обнаружения перистых облаков, выявления льда / снега на фоне облаков, а также для измерения высоты верхней границы облачности.

Что касается геофизических приложений, имеющих отношение к теме данной статьи, каналы SWIR могут дифференцировать различные классы минералов и материалов. Это обеспечивается химическим составом материала породы и тем, как он взаимодействует

с электромагнитным излучением в SWIR диапазоне. При подобном взаимодействии спектральные особенности поглощения уникальны для различных материалов, что дает возможность составить спектральную подпись для автоматизированного получения информации из изображений, а также получить информацию о химическом составе материала. Например, наличие поглощения на канале примерно 900 нм наводит на мысль о присутствии железа в породе или материале. Это достаточно интенсивное свето-химическое взаимодействие для обнаружения объектов в SWIR диапазоне (второй обертона колебательного поглощения). Эффект также присутствует во VNIR диапазоне, но он слишком слаб, чтобы его можно было использовать в аэросъемочных или космических сенсорах (третий обертона колебательного поглощения). Добавление каналов SWIR открывает совершенно новые возможности в обнаружении различных типов минералов и материалов.

Типы пород, которые могут быть определены по SWIR данным WorldView-3, включают: карбонаты, глины, слюды, вторичные минералы, железосодержащие материалы, а также некоторые оксиды кремния (рис. 2). Это позволяет лучше различать стратиграфические слои с разными составными фрагментами или скрепляющими материалами. Также обеспечивается возможность выявлять поверхности, богатые глиной или известняком.

Вода сильно поглощает электромагнитное излучение в ближнем инфракрасном (NIR) диапазоне, а тем более в диапазоне SWIR. Это позволит улучшить определение состояния влажности поверхности. Использование космических данных SWIR Landsat TM низкого разрешения для определения параметров влажности поверхности описано в [3].

И наконец, понимание текстуры поверхности в области сейсмической

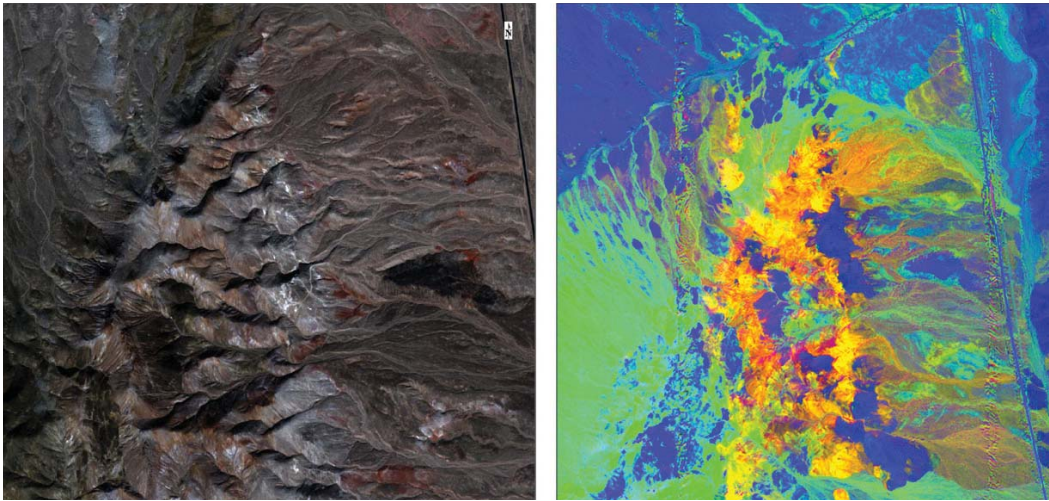


Рис. 2. Невада, США: сравнение цветного изображения WorldView-2 (слева) с минералогической картой, полученной по данным WorldView-3 (справа). Красные, зеленые и синие цвета на минералогической карте являются минеральными индексами ASTER, которые чувствительны к глинам, вторичным минералам (красный, оранжевый, желтый), слюдам (оттенки зеленого) и карбонатным породам (синие). Обратите внимание на улучшение информативности изображения при использовании SWIR каналов спутника WorldView-3.

разведки имеет решающее значение для определения контактных характеристик между источником вибраций и землей. Сверхвысокое пространственное разрешение панхроматического канала спутника WorldView-3 (0,31 м) может отобразить беспрецедентную по детальности текстуризацию исследуемой площадки.

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Геофизики используют данные сейсморазведки для создания многомерных видов геологических структур под поверхностью Земли. Во время разведки углеводородов эти подземные карты позволяют помочь в определении образований, которые могли бы служить ловушками для нефти и природного газа. После того как потенциальные резервуары обнаружены, компьютерное моделирование объединяет сейсмические и другие геофизические данные для моделирования оптимального метода извлечения углеводородов.

В сейсморазведке наиболее эффективным и часто используемым источником звука является вибросейсмический вибратор на платформе грузовика. Подобные платформы, однако, габаритные и тяжелые. Их развертывание требует тщательного технического планирования. В гористой местности есть опасность опрокидывания, а при мягком грунте платформа может застрять в песке или грязи.

Другие риски возникают во время взаимодействия источника вибраций с поверхностью земли. С одной стороны мягкие отложения и рыхлый гравий могут ослабить звуковой сигнал. С другой стороны, усыпанная твердой породой поверхность может не обеспечить правильную связь из-за того, что контактная колодка касается лишь нескольких наивысших точек на скале в точке исследования. И, наконец, использование вибросейсмической платформы может привести к тому, что она провалится под землю под действием дополнительной силы от источника

вибраций при использовании ее, например, в руслах высохших рек [4].

Эти сигналы, проходящие через поверхностные или приповерхностные горные породы и грунтовые слои и отраженные от глубоких образований, имеют серьезное влияние на понимание всей подземной структуры исследуемого объекта. В первую очередь, необходимо точно понимать скорости поверхностных звуковых волн. Основными переменными, влияющими на эти скорости, являются состав и плотность поверхностных пластов. Например, твердые породы передают сигнал на поверхность иначе, чем почвы или рыхлый гравий.

Спутниковые снимки традиционно играют много ролей в планировании сейсмической разведки. Во-первых, в качестве инструмента логистики. Сейсморазведки, как правило, включают сотни людей, десятки грузовых транспортных средств и тонны оборудования, которые должны перевозиться к месту разведки. При планировании экспедиций изображения используются для поиска близлежащих городов, современной инфраструктуры, существующих подъездных дорог и источников воды. Во-вторых, изображения используются для планирования фактического расположения сейсмоприемников. Планировщики часто используют изображения, классифицированные по растительному покрову и типу землепользования, чтобы оценить поверхности в зоне изысканий и определить наиболее или наименее благоприятные места для сейсморазведочных работ [4].

«Использование высококачественных спутниковых снимков и данных о местности ведет к минимизации рисков, — говорит Боб Брук, генеральный директор Salamanca Energy. — Общая стоимость дополнительных работ, как правило, менее 1% от типичной сейсморазведки — это небольшая цена при значительном уменьшении рисков» [4].

ВЫВОДЫ

Новые SWIR каналы высокого пространственного разрешения спутника WorldView-3 и улучшение разрешения панхроматического канала (31 см) позволят, с экономической точки зрения эффективнее планировать сейсморазведочные работы. Это связано с резким повышением качества определения поверхностных характеристик, в том числе видов полезных ископаемых, поверхностной влаги и поверхностных неровностей. Маневренные спутники позволяют создавать цифровые модели рельефа (ЦМР) высокого разрешения. Это знание дает возможность улучшить наземную часть сейсмического планирования благодаря лучшему пониманию поверхности земли, а именно более точному описанию тяговых характеристик, способности выдерживать нагрузки, вибрационные требования (например, текстура поверхности), оценке наклона местности, а также поверхностных скоростных эффектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Grabak S.C.O., Sweeney A.C.D., Schachinger R.H.M., Laake A., Monk D.J. Towart, J. [2009] *Satellite Sensing: Risk Mapping for Seismic Surveys*. *Oilfield Review*, 4, 40-51.
2. LP DAAC [2014, April 14] *ASTER Overview*. Retrieved from https://lpdaac.usgs.gov/products/aster_products_table/aster_overview.
3. Groeneveld D.P., Watson R.P., Barz D.D., Silverman J.B., Baugh W.M. [2010] *Assessment of two methods to monitor wetness to control dust emissions, Owens Dry Lake, California*. *International Journal of Remote Sensing*, 31, 3019-3035.
4. Galovski V. [2013] *Satellite Imagery Improves Quality of Seismic Surveys*. *POB Point of Beginning*, August 2013.

ЦЕНТР ОБУЧЕНИЯ КОМПАНИИ «СОВЗОНД»



Центр обучения компании «Совзонд» открыт в 2006 г. За это время обучение в Центре прошли более 800 специалистов из России и стран ближнего зарубежья, среди которых сотрудники НЦ ОМЗ, ОАО «Российские космические системы», ФГУП «Рослесинфорг», Министерство сельского хозяйства РФ, Министерство природных ресурсов и экологии РФ, ГКНПЦ им. М. В. Хруничева, АО «Национальная компания Казахстан Гарыш Сапары», ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ОАО «РКЦ «Прогресс», ТОО «Корпорация Казахмыс», МГУ, МИИГАиК и др.

Курсы проводят ведущие специалисты компании «Совзонд», участвующие в разработке и реализации проектов и имеющие большой опыт обработки космических снимков.

Обучающие курсы рассчитаны на специалистов разных уровней подготовки, работающих в области геоинформатики, картографии, ДЗЗ, геологии, природопользования, в сельском и лесном хозяйстве, кадастре и т. д. При выполнении практических упражнений используются данные со спутников WorldView-1,2, GeoEye-1, Pleiades, RapidEye, Cosmo-SkyMed-1,4, Radarsat и др.

По желанию заказчика может быть разработана специализированная программа обучения, адаптированная под решение конкретных задач, а также организовано выездное обучение.

КУРСЫ ОБУЧЕНИЯ:

- Работа в базовых модулях фотограмметрической системы INPHO.
- Использование программного комплекса ENVI для обработки и анализа данных ДЗЗ.
- Возможности языка программирования IDL. Дополнительные модули.
- Обработка радиолокационных съемок в дополнительных модулях ENVI SARscape.
- Инструменты и функциональность ArcGIS for Desktop.
- Комплексная обработка данных ДЗЗ в программных продуктах ENVI и ArcGIS for Desktop.
- Visual MODFLOW: практическое применение моделирования подземных вод и переноса загрязняющих веществ.

Дополнительная информация и запись на обучение:

Тел.: +7 (495) 642-8870, 988-7511, 988-7522. Факс: +7 (495) 988-7533. E-mail: software@sovzond.ru
Web-site: www.sovzond.ru

О. Н. Воробьев

(Поволжский государственный технологический университет)

В 1990 г. окончил Марийский политехнический институт. В настоящее время – доцент кафедры лесоводства и лесоустройства ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», специалист Центра устойчивого управления и дистанционного мониторинга лесов.

Э. А. Курбанов

(Поволжский государственный технологический университет)

В 1989 г. окончил Марийский политехнический институт. В настоящее время – профессор кафедры лесоводства и лесоустройства ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет», руководитель Центра устойчивого управления и дистанционного мониторинга лесов.

Спутниковый мониторинг недропользования в Республике Марий Эл

Работа выполнена в рамках государственного контракта «Ведение мониторинга участков недр с использованием данных дистанционного зондирования» с Департаментом экологической безопасности, природопользования и защиты населения Республики Марий Эл в 2014 г.

В работе рассмотрена методика мониторинга недропользования на территории Республики Марий Эл на основе результатов классификации разновременных спутниковых снимков в программных пакетах ENVI 5.2 и ArcGIS10.3. Для исследований использованы снимки высокого пространственного разрешения «Канопус-В», «Ресурс-П» и RapidEye, данные полевых исследований и материалы официальных источников. Использование отечественных снимков позволяет значительно повысить качество тематической классификации и степень детализации оцениваемых объектов местности, что является особенно важным в современных условиях импортозамещения и разработки отечественных технологий по обработке данных ДЗЗ.

ВВЕДЕНИЕ

Приоритетными направлениями концепции государственного мониторинга состояния недр или геологической среды Министерства природных ресурсов Российской

Федерации являются задачи по мониторингу и оценке состояния различных объектов недропользования [1]. Этому процессу способствует комплексное использование современных технологий ГИС и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Данный вид мониторинга недропользования позволяет оперативно интегрировать в исследования большие объемы разнообразной атрибутивно-пространственной информации об изучаемой местности [2, 3]. Актуальность проведения исследований в этой области подтверждается работами отечественных и зарубежных специалистов, позволяющими оптимизировать методы оценки состояния и изменения пространственной структуры объектов недропользования по данным ДЗЗ [4, 5, 6]. В последние годы наряду с традиционными методами оценки изменений объектов недропользования по разновременным мультиспектральным и панхроматическим снимкам [7, 8] также находит широкое применение радиолокационная и лазерная съемка. Ключевыми факторами точности мониторинга по спутниковым данным

являются: запланированный уровень детализации (степень сегментации объектов с возможностью мультиспектрального и текстурного анализа), площадь покрытия территории исследования, заданная точность при тематическом картировании, возможность получения разновременных изображений и стоимость данных ДЗЗ. В связи с этим использование разновременных снимков высокого и сверхвысокого разрешения позволяет повысить детальность при классификации и дешифрировании карьероотвальных комплексов на больших территориях [9, 10]. В условиях импортозамещения особый интерес в подобных исследованиях представляют изображения с отечественных спутников «Ресурс-П» и «Канопус-В».

В рамках второго года заказа Департамента экологической безопасности, природопользования и защиты населения Республики Марий Эл (РМЭ) центром устойчивого управления и дистанционного мониторинга лесов (ЦУДМЛ) ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет» в 2014 г. были выполнены следующие виды работ:

1. Усовершенствована методика идентификации и оценки изменений объектов недропользования (открытые разработки полезных ископаемых) на территории Республики Марий Эл по панхроматическим снимкам высокого разрешения «Ресурс-П» и «Канопус-В» 2013–2014 гг. на основе опыта ранее использованных мультиспектральных снимков RapidEye 2011 г.

2. Проведены полевые исследования по валидации и верификации объектов недропользования РМЭ на спутниковых снимках.

3. Актуализирована ранее полученная база данных ГИС объектов нерудных полезных ископаемых для территории РМЭ.

Общие сведения об объекте работ

Республика Марий Эл — субъект Российской Федерации в составе

Приволжского федерального округа, расположена на востоке Восточно-Европейской (Русской) равнины, преимущественно на левобережье Волги.

ТЕХНИКА ЭКСПЕРИМЕНТА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В основу работ по оценке недропользования был положен следующий алгоритм действий:

1. Подготовка изображений «Ресурс-П» и «Канопус-В» на территорию РМЭ.
2. Пошаговая классификация изображений.
3. Полевые выезды для проверки результатов тематического картирования.
4. Оценка точности тематического класса по данным полевых исследований.
5. Сравнительный анализ динамики изменений площадей недропользования по снимкам 2011–2014 гг.
6. Актуализация ГИС-проекта по спутниковым данным 2014 г.

Работа со снимками велась в программных пакетах ENVI 5.2 и ArcGIS 10.3 (рис. 1).

Характеристика экспериментальных данных

Для работы использовались панхроматические изображения высокого пространственного разрешения: «Канопус-В» (2013–2014) и «Ресурс-П» (2014), а также мультиспектральные спутниковые снимки RapidEye (2011 г.) (табл. 1). Снимки были сделаны в один, близкий по времени период вегетации растительного покрова.

Предварительная подготовка изображений

В программном пакете ENVI 5.2 для спутниковых снимков были проведены процедуры ортотрансформирования, геометрической и атмосферной коррекции. Все изображения были приведены к единой системе координат (проекция карты Пулково-42, зона 9, метры).

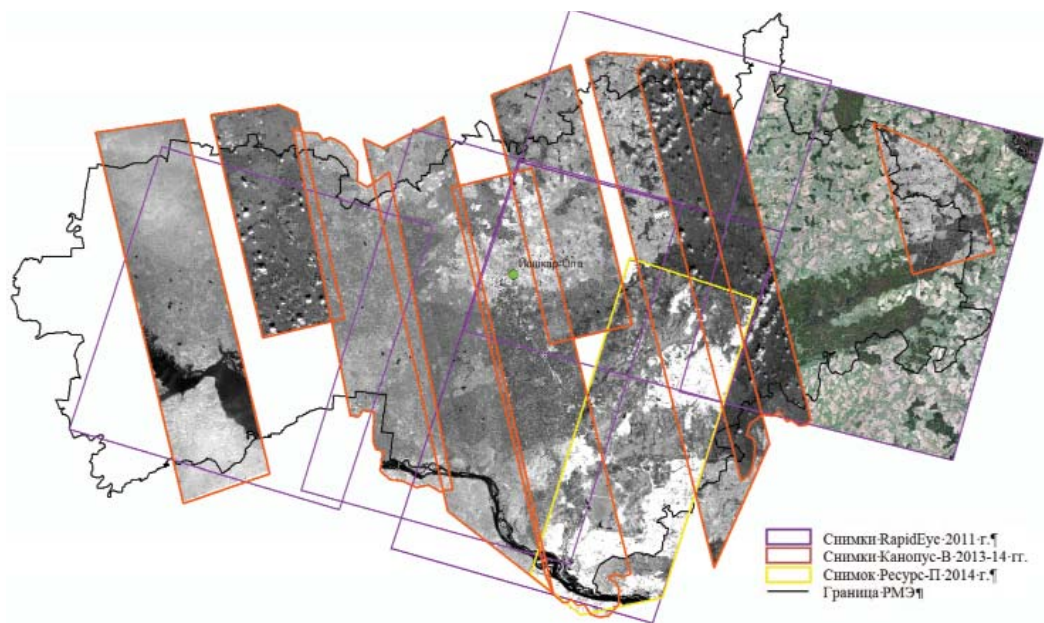


Рис. 1. Покрывение снимками «Нанопус-В» (2013-2014), «Ресурс-П» (2014) и RapidEye (2011) территории исследования

Спутник	Пространственное разрешение, м	Спектральный диапазон, мкм	Режим съемки	Количество снимков	Время съемки (весенне-летний период)
Канопус-Б	2,1	0,54–0,86	Панхроматический	9	2013–2014 гг.
Ресурс-П	1	0,58–0,80	Панхроматический	1	2014 г.
RapidEye	6,5	0,44–0,51 (синий) 0,52–0,59 (зеленый) 0,63–0,685 (красный) 0,76–0,88 (ближний ИК)	Мультиспектральный	5	2011 г.

Табл. 1. Характеристика спутниковых данных

Использование алгоритма пошаговой классификации изображений

Для выделения тематического класса «объекты недропользования» на основе панхроматических изображений на первом этапе была использована неуправляемая классификация Isodata (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique). Как и в случае с классификацией мультиспектраль-

ных снимков RapidEye, после большого количества итераций наблюдалось значительное перемешивание близких по своим спектральным характеристикам классов [6]. Тем не менее использование снимков более высокого разрешения позволило выделить при классификации отдельный тематический класс «объекты недропользования» (базовый). На втором этапе была проведена

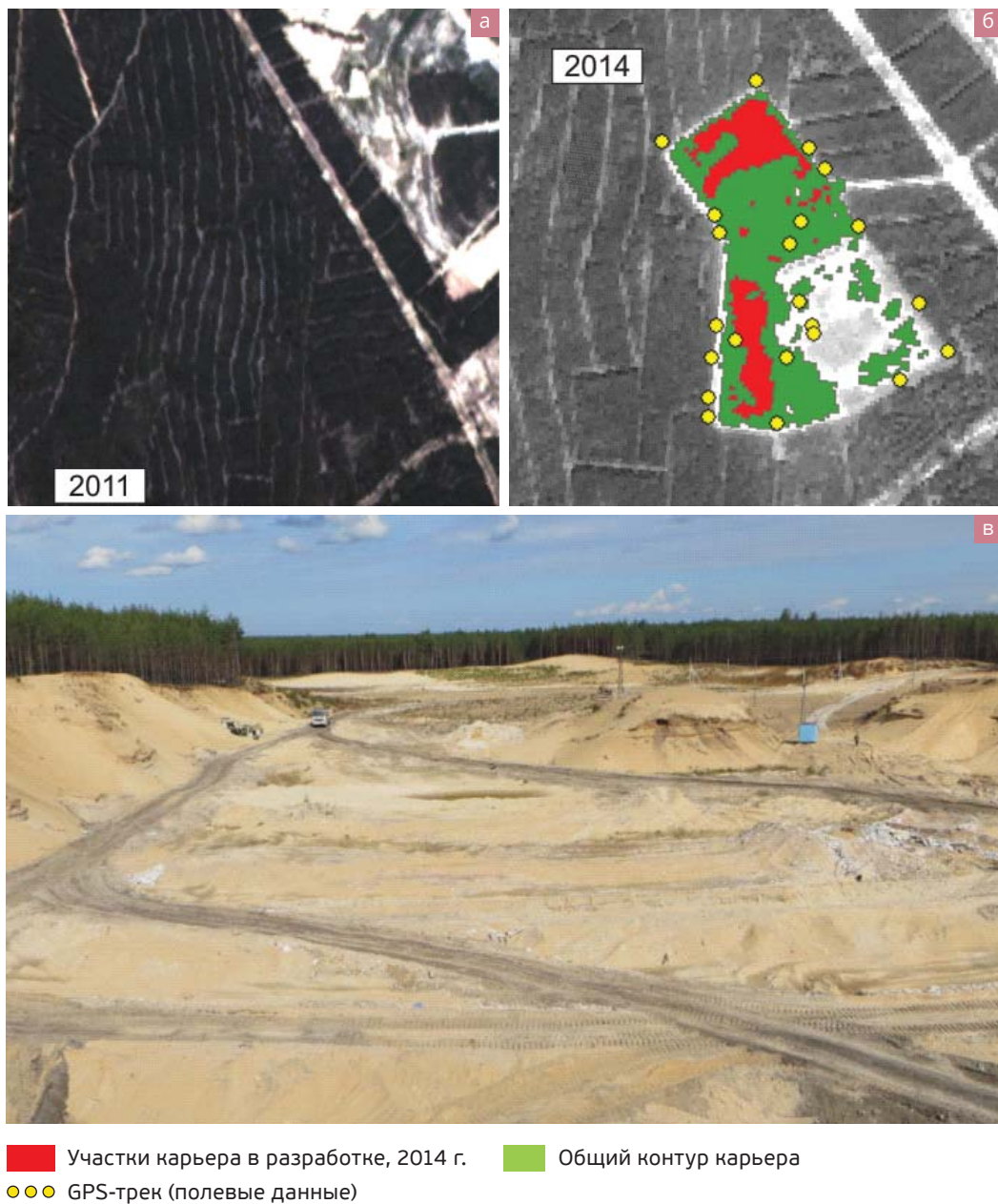


Рис. 3. Мониторинг динамики площади Кундышского месторождения РМЭ по спутниковым данным: а) отсутствие разработки на оцениваемом участке, снимок RapidEye 2011 г.; б) полевые исследования 2014 г. на местности (активная разработка карьера); в) векторный слой «песчаный карьер» 2014 г. на снимке «Наноус-В»

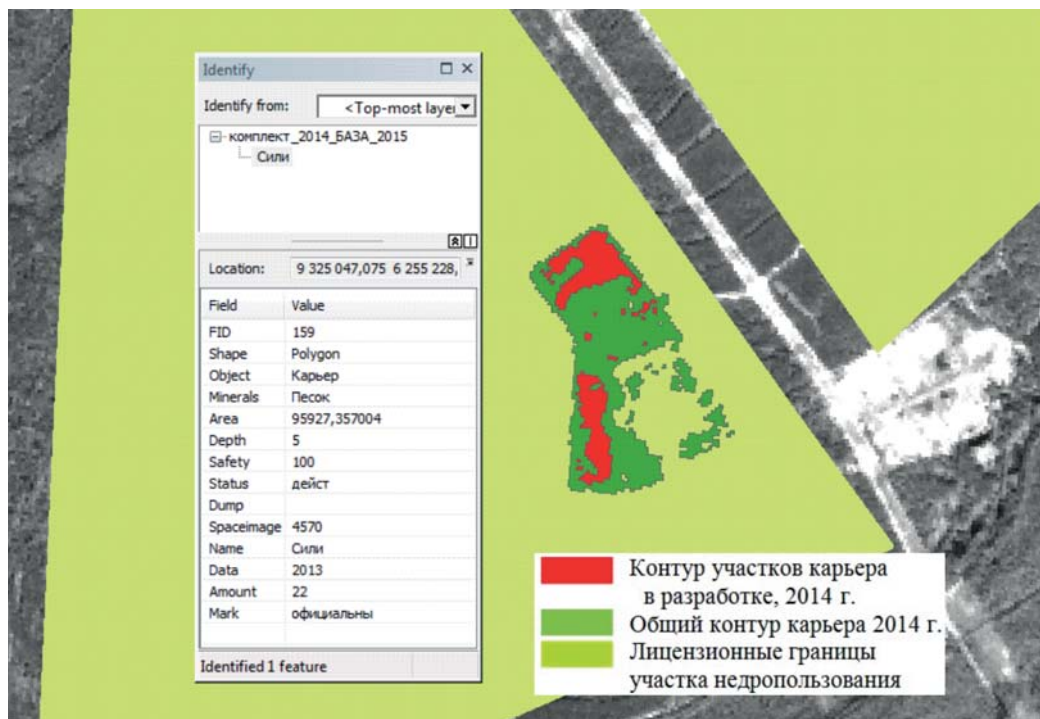


Рис. 4. Участок Кундышского месторождения РМЭ в пределах официальных границ месторождения нерудных ископаемых и с выводом атрибутивной информации об объекте недропользования в среде ArcGis 10.3

следующие мероприятия: определение местоположения основных объектов (лицензионное недропользование) на местности, их привязка и оконтуривание с использованием GPS навигатора, оценка основных геоморфологических и биотических параметров, анализ формы и текстуры объектов исследования (рис. 3).

Вторичная оценка точности полученного тематического класса проводилась с учетом данных полевых исследований. Результаты полевых данных за летне-осенний период 2014 г. и экспертно-аналитические методы оценки спутниковых снимков высокого разрешения позволили уточнить дешифровочные характеристики класса «объекты недропользования». В результате отбраковки из базы

данных были удалены некоторые объекты (например, свалки твердых бытовых отходов), ранее классифицированные как карьеры.

Актуализация ГИС-проекта

Вновь полученный бесшовный векторный слой «объекты недропользования в РМЭ» 2014 г. был интегрирован в ранее созданный проект в геоинформационной среде ArcGis 10.3. Вновь идентифицированным и прошедшим верификацию ранее полученным (2013 г.) полигонам векторного слоя «объекты недропользования» РМЭ была дана оценка по степени достоверности:

- 100% — выезд на место (фотоматериал и данные GPS-привязки);
- 70% — без полевых выездов (по снимкам высокого разрешения);

- 50% — по снимкам высокого разрешения;
- 10% — по снимкам среднего разрешения (в случае отсутствия покрытия территории снимками высокого разрешения).

Результаты

Мониторинг объектов недропользования на территории РМЭ по спутниковым данным высокого пространственного разрешения позволил провести актуализацию и сравнение ранее полученных данных на основе спутниковых снимков 2013 г., а также выявить новые площади объектов недропользования нелегального происхождения. Полученные сведения представляют собой надежную базу данных для контроля границ легальных разработок объектов недропользования в РМЭ (рис. 4).

Большая часть полигонов проекта, проведенного ЦУДМЛ в 2013 г. по заказу Департамента экологической безопасности, природопользования и защиты населения Республики Марий Эл, была вторично идентифицирована

(70,4%) как объекты недропользования. В целом по результатам классификации процент несовпадений прежней геоинформационной базы данных с вновь полученными сведениями составил 20,3, почти на 10% выросло количество вновь выявленных объектов недропользования на территории РМЭ.

В работе усовершенствована методика по выявлению и оценке объектов недропользования с использованием снимков российских спутников «Канопус-В» и «Ресурс-П» в пакете ENVI 5.2. На основе обработки полевых и камеральных данных была проведена актуализация геоинформационной базы данных (ГИС-проекта) со сквозной оценкой процесса недропользования за период с 2011 по 2014 гг. В результате проведения проектных и полевых работ в 2014 г. также получен новый полигональный слой исследуемых объектов недропользования на всю территорию РМЭ и сформирована база данных атрибутивной информации по всем интересующим специалистов площадям (рис. 5)

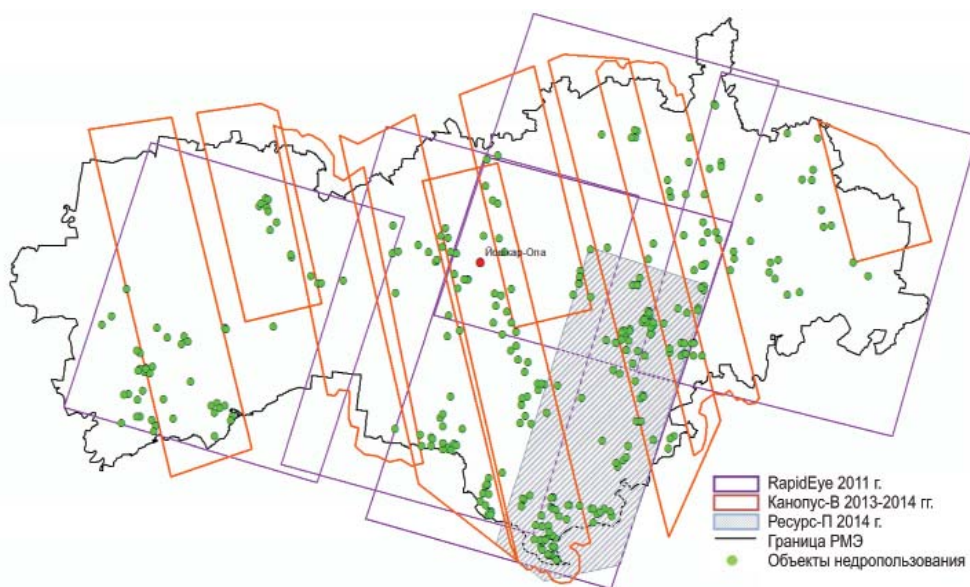


Рис. 5. Полигональный слой «Объекты недропользования» в ГИС-проекте «Мониторинг недропользования в РМЭ 2014 г.»

ВЫВОДЫ

1. Использование снимков высокого разрешения российских спутников «Ресурс-П» и «Канопус-В» позволяет значительно повысить качество тематической классификации и степень детализации оцениваемых объектов местности. Это обстоятельство является особенно значимым в современных условиях импортозамещения и разработки отечественных технологий по обработке данных ДЗЗ.

2. Предложенная методика по оценке и мониторингу за недропользованием может быть усовершенствована по мере поступления новых спутниковых данных разного пространственного разрешения и формата.

3. Ключевым требованием использования созданного ГИС проекта является необходимость непрерывности и последовательности проведения мониторинга с течением времени, что значительно увеличит степень его точности при оценке состояния недропользования субъекта РФ и принятии решений по развитию системы его контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 21 мая 2001 г. № 433 [Электронный ресурс] «Об утверждении Положения о порядке осуществления государственного мониторинга состояния недр Российской Федерации» // Федеральное агентство по недропользованию, РОСНЕДРА URL: <http://www.rosnedra.gov.ru/article/7765.html> (дата обращения: 14.02.2015).

2. Курбанов Э.А., Воробьев О.Н., Губаев А.В., Лежнин С.А., Полевщикова Ю.А., Демишева Е.Н. Четыре десятилетия исследований лесов по снимкам Landsat // Э.А. Курбанов, О.Н. Воробьев, А.В. Губаев, С.А. Лежнин, Ю.А. Полевщикова,

Е.Н. Демишева // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2014. № 1(21). С. 18-32.

3. Курбанов Э.А., Воробьев О.Н., Незамаев С.А., Губаев А.В., Лежнин С.А., Полевщикова Ю.А. Тематическое картирование и стратификация лесов Марийского Заволжья по спутниковым снимкам Landsat // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2013. № 3. С. 72-82.

4. Bishop, C. Hyperspectral remote sensing for mineral exploration in Pulang, Yunnan Province, China/ et al. // International Journal of Remote Sensing. – №32:9. – P. 2409-2426

5. Demirel, N. Land use change detection in a surface coal mine area using multi-temporal high-resolution satellite images/ N. Demirel, et al. // International Journal of Mining, Reclamation and Environment. – 2011. – №25:4. – P. 342-349.

6. Воробьев, О.Н. Опыт применения снимков RapidEye для оценки недропользования в Республике Марий Эл/ Воробьев, О. Н., Э. А. Курбанов// Журнал «Геоматика». – 2014. – №1(22). – С. 80-86.

7. Kalabin, G. Satellite monitoring of natural environment at Olimpiada gold open-cut mine / Kalabin G. V., et al. // Journal of Mining Science. – 2013, – №49, – P.160-166.

8. Richter, N. Spectral unmixing of airborne hyperspectral data for baseline mapping of mine tailings areas/ Richter N. et al.// International Journal of Remote Sensing. – 2008. - №29:13, – P. 3937-3956.

9. Stein, A. Handling uncertainties in image mining for remote sensing studies/ Stein, A. et al. // International Journal of Remote Sensing. . – 2009. – №30:20. – P. 5365-5382.

10. Полякова, Е.В. Космический мониторинг ландшафтов на территории разработки месторождения алмазов им. М.В. Ломоносова в Архангельской области/ Полякова Е.В., Гофаров М.Ю. //Журнал «Земля из космоса» – 2013. – №16. – С.27-32.

О.С. Сизов (компания «Совзонд»)

В 2005 г. окончил Алтайский государственный университет по специальности «эколог-природопользователь». В настоящее время — старший инженер направления тематической обработки данных ДЗЗ компании «Совзонд». С мая 2012 г. (по совместительству) — научный сотрудник Института криосферы Земли СО РАН. Кандидат географических наук.

Дистанционный анализ последствий поверхностных газопроявлений на севере Западной Сибири

ВВЕДЕНИЕ

Проведенные в последние 20 лет исследования [1–5] показали, что многолетнемерзлые породы (ММП) на севере Западной Сибири являются природным резервуаром, вмещающим большое количество углеводородных газов (УВГ), в том числе и метана. Так, в надсеноманских отложениях Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения повсеместно наблюдаются газопроявления различной интенсивности и продолжительности. При испытании мерзлотно-параметрических скважин в течение первых часов отработки газонасыщенных песчаных горизонтов первоначальные дебиты УВГ колебались в пределах 50–14 000 куб. м/сут., затем снижались до 3000 куб. м/сут. и менее в зависимости от толщины и размера песчаных пластов. По составу газ на 99% состоял из метана с незначительной примесью азота, диоксида углерода и ТУ (этан, пропан, бутан) [6].

Установлено [6, 7], что в ММП газы могут находиться в сорбированном, водорастворенном и свободном состояниях, а также в виде газогидратов. Этому способствует

строение криогенной толщи, которая, по сути, представляет собой многослойную систему, состоящую из мерзлых (с наличием льда), морозных (без льдистых включений) и охлажденных (водонасыщенных при отрицательных температурах) пород. Эта система обладает различными емкостными и фильтрационными свойствами: в ней есть горизонты и линзы с хорошими коллекторскими свойствами и слабопроницаемые экранирующие горизонты. Поэтому газы могут либо частично мигрировать в коллекторские горизонты ММП и преобразовываться там в твердую газогидратную форму, либо частично накапливаться в линзообразных телах и оставаться запечатанными как в газовой фазе, так и в виде гидратов.

Актуальность исследования газопроявлений можно определить как на глобальном, так и на региональном уровне.

В глобальном отношении изучение газосодержания мерзлых толщ является важным в связи с увеличением концентрации парниковых газов в атмосфере и угрозой глобального потепления. При этом повышение среднегодовой температуры

пород в северных широтах вызывает увеличение глубины сезонного оттаивания и дополнительное выделение в атмосферу метана.

Региональная значимость исследований объясняется тем, что выбросы газа могут существенно осложнять строительство и эксплуатацию объектов инфраструктуры и сопровождаться аварийными ситуациями. В частности, одно из резонансных событий произошло на полуострове Ямал в начале 2014 года, когда внезапный выброс газа привел к образованию крупной характерной формы рельефа — воронки диаметром около 40 м [8].

В данной работе рассматриваются методические вопросы выявления следов поверхностных газопроявлений на севере Западной Сибири на основе разновременных космических снимков среднего и сверхвысокого пространственного разрешения.

МЕХАНИЗМЫ, ПРИЗНАКИ И ПОСЛЕДСТВИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ГАЗОПРЯВЛЕНИЙ

Методы дешифрирования поверхностных газопроявлений основаны на понимании механизма просачивания газа на поверхность. В процессе просачивания происходит изменение существующих природных объектов, либо образуются новые специфические объекты позволяющие достоверно идентифицировать газоактивные участки.

К основным свойствам пород, влияющим на процессы образования метана в тундровых сообществах, можно отнести уровень грунтовых вод, влажность грунтов и их температуру, тип грунта, растительность, а также присутствие органического углерода в грунтах. Поэтому наиболее благоприятные условия для продуцирования и выделения газа в атмосферу существуют на участках, сложенных грунтами, насыщенными органикой, с низким окислительно-восстановительным потенциалом. Как

правило, это гидроморфные участки: хасыреи, термокарстовые котловины, ложбины стока, подозерные и подрусловые талики и т. п., где окисление метана в сезонно-талом слое происходит медленнее, чем поступление его из оттаивающих мерзлых пород [9].

Например, на севере Якутии повышенное содержание метана (до 15 мг/кг) отмечается для аласных отложений Быковского полуострова [10]. Исследования на Бованенковском ГКМ показывают, что внутримерзлотные скопления газа и очаги его разгрузки приурочены к понижениям рельефа и водоемам, где мощность криолитозоны сокращается [5]. Наибольшее содержание метана характерно для краевых участков озерных котловин, хасыреев, подозерных таликов (до 22,5 мл/кг). Причем генезис газа этих скоплений может быть как биохимический, так и катагенетический, угольный или смешанный. Общая схема миграции и аккумуляции природного газа представлена на рис. 1.

Одним из основных индикационных признаков повышенного содержания метана в воде и донных отложениях озер является

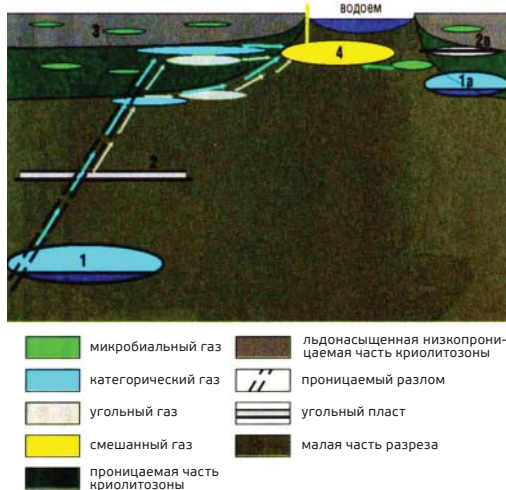


Рис. 1. Схема миграции и аккумуляции природного газа в криолитозоне

цвет воды в летний период. Так, в работах И. Л. Кузина и др. [11–14] неоднократно указывалось на различие в цвете озер на севере Западной Сибири в теплое время года при обработке данных аэрофотосъемки. Учеными был введен отдельный поисковый признак на нижележащие залежи — «голубые озера», цвет которых отличается от обычных, темных. Эта голубизна может объясняться просачиванием или прорывами глубинного газа сквозь подошвенные талики и изменением геохимической обстановки в водной толще.

Характерный пример озера с признаками дегазации представлен на рис. 2–4.

Стоит отметить, что выделение газа на дне озер может происходить как постепенно (просачивание), так и в виде кратковременных выбросов (фонтанирование). В первом случае на поверхности озера формируется шлейф растворенного газа, во втором — на дне озера образуется характерная воронка, представляющая собой конусовидное углубление, окруженное аккумулятивными валиками выброшенного грунта. Размеры воронок, обнаруженные И. Л. Кузиным [13] в ряде озер севера Западной Сибири, достигают 5–10 м и более. Внезапный выброс газа и образование воронки могут являться причиной быстрого спуска озера и образования хасырея.

Наряду с котловинами озер в некоторых случаях газ в гидратной форме может формироваться при промерзании замкнутых таликов в условиях низких отрицательных температур грунта (-10°C) и высокого давления (не менее 1,6 МПа) [10]. Подобные условия складываются, в частности, под ледяным ядром крупных бугров пучения (булгунняхх).

Булгунняххи встречаются в местах осушения озер, на террасах и междуречных равнинах, поймах и долинах рек. Большие скопления булгунняххов описаны и закартированы на Ямале (в том числе в пределах Бованенковского месторождения),



Рис. 2. Термонарстовое озеро с признаками дегазации (фото В. И. Божьявленского)



Рис. 3. Озеро Сякото (н-ов Ямал) с признаками дегазации, снимок WorldView-2, 08.07.2010 г. ©DigitalGlobe



Рис. 4. Озеро Сякото (н-ов Ямал) с признаками дегазации, снимок Landsat 21.07.2013 г.: а) RGB-синтез; б) CIR-синтез

Тазовском полуострове, в бассейнах Надыма, Ямсовея, Евояхи, Табъяхи и Хадуттэ [15–18]. Высота бугров варьирует от 4–5 до 15–20 м, диаметр основания увеличивается от десятков до первых сотен метров (рис. 5).

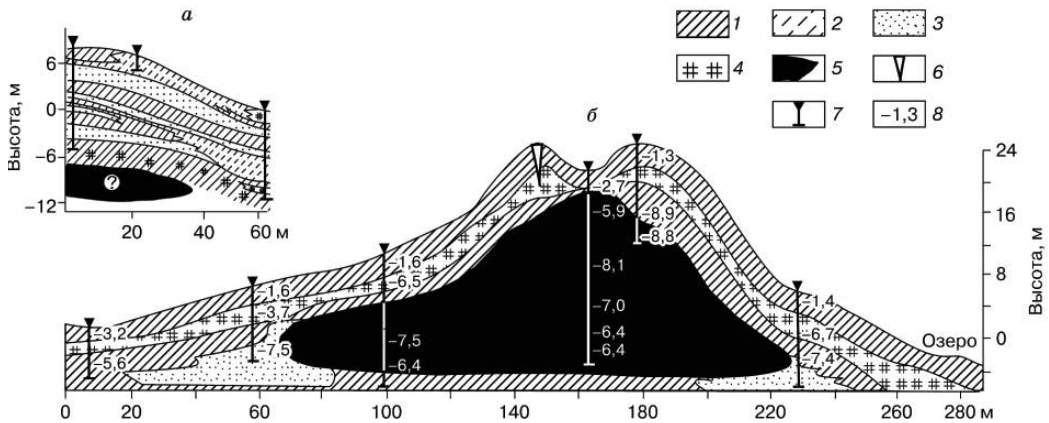


Рис. 5. Геокриологические разрезы булгунняхов на севере Западной Сибири: а) на пойме р. Ерьяха, Восточный Ямал [18]; б) на междуречье верхьев рек Юпаяха и Верхняя Пендома [19]. 1 — суглинок, 2 — супесь, 3 — песок, 4 — торф, 5 — лед ядра бугра, 6 — повторно-жильный лед, 7 — скважины, 8 — температурные замеры по скважинам

Скопление газа под большим давлением обнаружено в разрезе булгунняха полевыми исследованиями на Быковском полуострове (дельта реки Лены) [10]. Также пульсирующий бугор пучения был обнаружен в дельте Маккензи, близ поселка Тактояттак. Здесь при бурении 15–25 июня 1976 г., после прохождения льдонасыщенных пород, с глубины 23 м была получена струя воды с большим количеством песка. Фонтанирование продолжалось в течение трех дней, при этом температура воды была почти постоянной (около 0,2 °C) [20].

После достижения критических значений давления в закрытой криогидрогеологической системе возможен взрыв центральной части булгунняха и выброс значительного объема грунта с образованием воронки круглой формы [21–23]. По всей видимости, последствия подобного взрыва были обнаружены в июле 2014 г. на полуострове Ямал к югу от Бованенковского месторождения (рис. 6).

РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ГАЗОПРояВЛЕНИЙ

В данной работе для выявления поверхностных газопроявлений были выбраны три характерных участка на севере Западной Сибири (рис. 7):

- участок №1 — центральная часть п-ова Ямал, южнее Бованенковского месторождения;
- участок №2 — юго-западное побережье Енисейского залива, севернее Дерябинского месторождения;
- участок №3 — южная и центральная части Гыданского п-ова, район Гыданского и Солетского-Ханавейского месторождений.



Рис. 6. Воронка на полуострове Ямал. Вид с вертолета (фото пресс-службы Правительства ЯНАО)

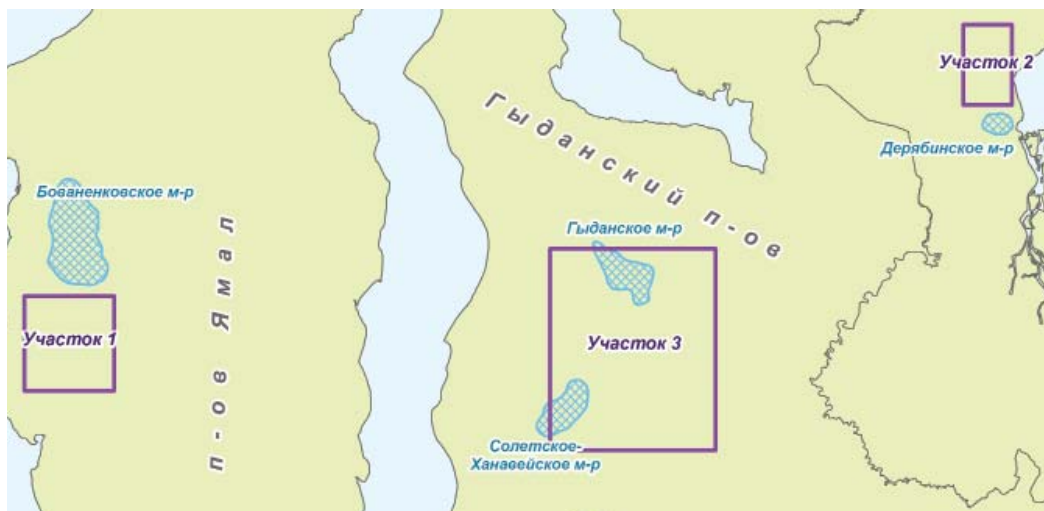


Рис. 7. Обзорная карта расположения модельных участков

Участок №1 примечателен многообразием поверхностных газопроявлений, большим количеством котловин спущенных озер и озер с растворенным в воде газом, а также наличием следов одномоментных прорывов газа (газовых воронок).

Одна из таких воронок была обнаружена в июле 2014 г. в 30 км к югу от границы Бованенковского месторождения (рис. 6). Результаты полевых замеров показали, что глубина воронки по внешнему краю составляет около 37 м, по внутреннему — не больше 25 м, а глубина от края бруствера до уровня воды — 35 м и около 40–42 м до дна. Объем внутреннего пространства воронки до поверхности земли составляет 18–19 тыс. куб. м. Содержание метана, углекислого газа, сероводорода и кислорода, замеренное снаружи и на разных уровнях внутри воронки, не превышает фонового [8].

В архивах основных операторов космических аппаратов (КА), ведущих съемку со сверхвысоким пространственным разрешением, кондиционные снимки 2014 г., к сожалению, отсутствуют. Наиболее

актуальная съемка датируется июлем 2010 г. Поэтому индикационные признаки дешифрирования последствий газопроявления основаны на фотоматериалах аэровизуальных облетов. В то же время за 1998–2014 гг. доступен достаточно обширный архив снимков Landsat со средним разрешением (до 15 м/пикс.).

В целом анализ разновременных снимков позволяет выделить следующие интересные особенности:

- образовавшаяся воронка и скопление выброшенного грунта хорошо читаются на снимках Landsat-8 за 2014 г., несмотря на малые размеры (2–4 пикс.);
- воронка сформировалась на месте небольшого (не более 35 м в диаметре) бугра пучения (рис. 8). Бугор хорошо различим на зимних снимках Landsat по повышенному отражению и характерной форме тени (рис. 9б);
- разрушение булгуны и образование воронки произошли в период с 21 февраля по 3 апреля 2014 г. (рис. 9в), при этом в течение апреля фиксируется незначитель-



Рис. 8. Место образования воронки газового взрыва, бугор пучения обозначен красным цветом, снимок WorldView-2, 08.07.2010 г. ©DigitalGlobe

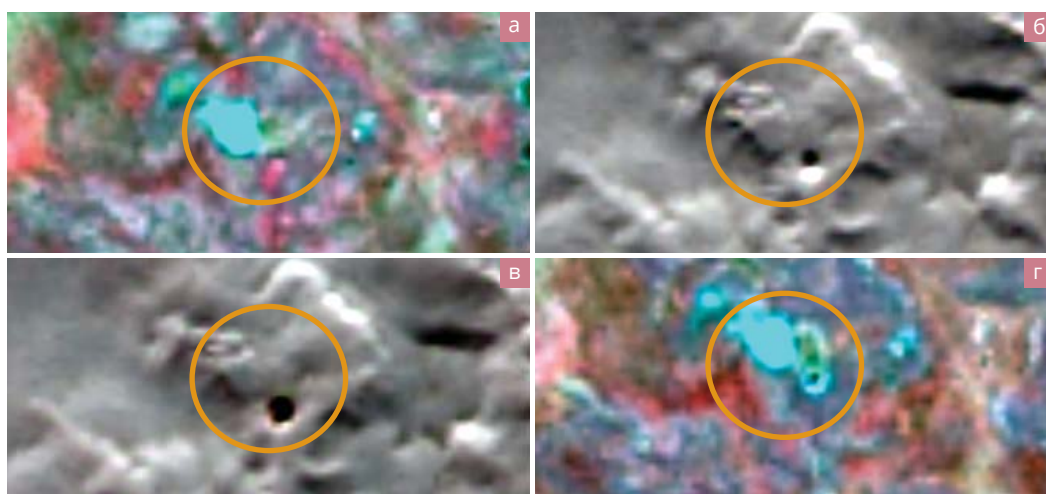


Рис. 9. Снимки Landsat района образования воронки на участке №1 (обозначен оранжевым цветом): а) 21.07.2013 г.; б) 21.02.2014 г.; в) 03.04.2014 г.; г) 22.07.2014 г.

ное увеличение внешнего диаметра объекта (на 15–20 м);

- воронка находится немного ниже по склону от небольшого (110x100 м) озера (на расстоянии 60–70 м). Озеро с северной и южной сторон имеет следы активной

термоабразии берегов и криогенного оползания склонов;

- по состоянию на июль 2013 г. озеро имело неестественный ярко-бирюзовый цвет (в инфракрасном синтезе), что может свидетельствовать о процессе выделения

газа из донных отложений. Изменение цвета воды произошло в период с 2006 по 2009 г. (рис. 10);

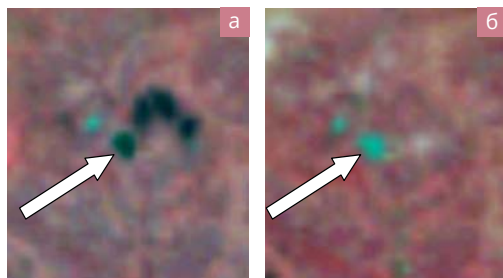


Рис. 10. Изменение цвета воды в озере вблизи места образования воронки (озеро показано стрелкой), снимки Landsat: а) 18.07.2006 г.; б) 17.07.2009 г.

- на расстоянии 75 и 650 м к западу и востоку от основного озера находятся два водоема также с водой неестественно светлого оттенка;

- склон в целом имеет следы крупного криогенного оползания в прошлом, также на склоне выделяются несколько небольших современных оползней и просадочных озер.

В пределах участка №1 к западу от озера Нюдимдато (1,2 км) обнаружено еще одно поверхностное газопровявление [24].

Выход газа произошел также на эрозионном склоне на месте небольшого (40–45 м в диаметре) бугра пучения, подпитываемого сезонно-талыми грунтовыми водами (рис. 11). По всей видимости, в данном случае газовыделение не сопровождалось мгновенным мощным выбросом, а происходило в ходе постепенного разрушения ледяного ядра и расширения термоэрозионного углубления устойчивым некоторое время потоком газа. О таком механизме говорит отсутствие явно выраженной воронки, полное заполнение водой образовавшейся полости (малая глубина) и отсутствие брусвера из выброшенной породы по периферии. Дополнительным признаком могут служить

следы протаивания, хорошо различимые по границе бугра пучения на снимке 2009 г. Это свидетельствует о проницаемости для восходящих потоков газа экраняющей толщи ММП.

Судя по разновременным данным Landsat (рис. 12), разрушение бугра пучения началось не позднее 2 мая 2013 г. На снимке



Рис. 11. Газопровявление вблизи оз. Нюдимдато: а) снимок QuickBird, 04.07.2009 г.; б) снимок WorldView-2, 21.07.2013 г. ©DigitalGlobe

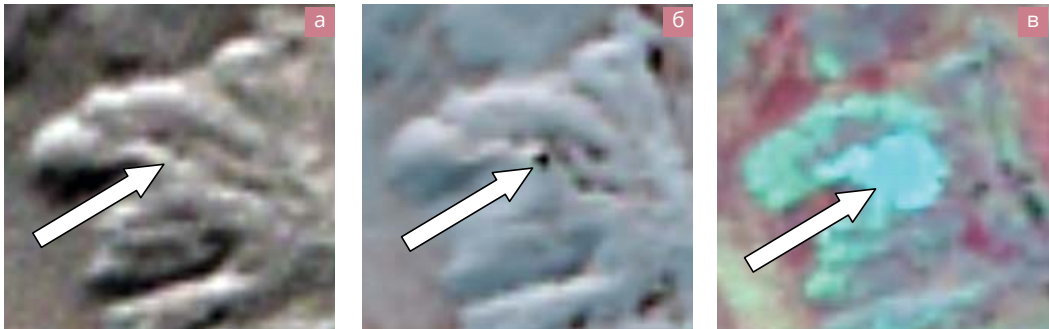


Рис. 12. Снимки Landsat участка газопроявления (показано стрелкой): а) 17.03.2000 г.; б) 02.05.2013 г.; в) 22.07.2014 г.

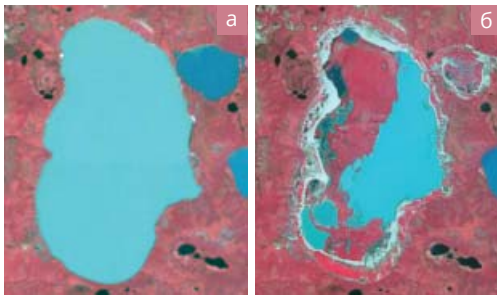


Рис. 13. Изменение уровня воды озера Халэвто, снимки Landsat: а) август 1999 г.; б) июль 2013 г.



Рис. 14. Воронка на левом берегу р. Монгоче (Таймыр), 12.04.2013 г. (фото С. В. Яптунэ)

за эту дату на месте булгуньяха уже фиксируется небольшое углубление, которое к 21 июля расширяется до размеров небольшого водоема (170x100 м). К лету 2014 г. размеры водоема незначительно сокращаются (120x80 м). Цвет воды — светло-бирюзовый (в инфракрасном синтезе), что не характерно для естественных термокарстовых водоемов.

Еще одна отличительная особенность данного участка — наличие большого количества «голубых озер», в том числе довольно крупных по площади (Харангангото, Сидя-Надоварто, Сякото и др.), и котловин спущенных озер (Томбойто, Итяторавэйто, Нюдимдато и др.). По берегам водоемов нередко встречаются следы криогенного оползания и термоабразии. Примечательно,

что с 1999 по 2013 г. происходит частичный спуск самого крупного «голубого озера» — Халэвто (рис. 13). Имея в 1999 г. размеры 5,2x2,8 км, к 2013 г. в результате снижения уровня воды озеро распадается на несколько водоемов, размеры самого большого из которых 3,2x1,4 км.

Участок №2, расположенный на юго-западном побережье Енисейского залива, имеет сходные черты с участком №1 — здесь также обнаружена воронка газового выброса, встречаются озера со следами газопроявлений и участки периодического выхода газа на эрозионных склонах.

Воронка была обнаружена 12 апреля 2013 г. оленеводом Таймырского района С. В. Яптунэ (рис. 14). По описаниям

она находится на левом берегу реки Монгоче, в 10–15 км от устья, в 110 км по прямой от поселка Носок [25]. На момент полевого обследования (лето 2014 г.) экспедицией В. А. Епифанова (Новосибирск) диаметр котлована составлял примерно 70 м (рис. 15), глубина – от 12 до 18 м [25]. Воронка расположена вблизи небольшого озера. Его глубина составляет не более 1,5 м в центральной части и около 5 м у берега, обращенного к воронке. Озеро и котлован разделяются валом — перемычкой из оттаивающих и осыпающихся пород. Данных о содержании метана в районе воронки нет.



Рис. 15. Воронка на левом берегу р. Монгоче (Таймыр), лето 2014 г. (фото В. А. Епифанова)

Дистанционный анализ основан на архиве данных Landsat 1997–2015 гг. и снимке QuickBird от 19.07.2013 г. (рис. 16, 17).

Можно выделить следующие особенности:

- выброс газа произошел не дальше 10 м от берега небольшого озера в период с 30 июня 2012 г. по 12 апреля 2013 г. Судя по внешнему виду обломков (отсутствие следов термического разрушения), выброс произошел в период отрицательных температур;
- воронка имеет правильную круглую форму, по периферии хорошо читается вал выброшенной породы светлого цвета,

к востоку выделяется шлейф мелких обломков, дно заполнено водой (рис. 17);

- размеры воронки по состоянию на июль 2013 г.: 35 м по внешней границе и 20 м — по внутренней;

- на месте воронки по архивным снимкам явно выделяется бугор пучения диаметром 20–25 м. На противоположном берегу озера на фотографии (рис. 15) и снимке (рис. 16а) замечен как минимум еще один бугор пучения со сходными параметрами;

- цвет воды в озере после образования воронки изменился с темно-синего на светло-синий (рис. 16в);

- одновременно с образованием воронки на поверхности озера в апреле 2013 г. фиксируется небольшой (до 50 м) талый участок со следами выброса воды или донных отложений в восточном направлении (рис. 16б);

- к концу февраля 2015 г. воронка хорошо выделяется на снимке Landsat, наблюдается ее незначительное расширение к северу, перемычка с озером сохраняется (рис. 16г). Можно согласиться с предположением В. А. Епифанова [25], что со временем грунтовая перемычка разрушится и полость воронки будет заполнена водой. В результате образуется озеро сложной конфигурации, что может являться косвенным признаком газопроявлений в других местах.

В пределах данного участка встречается большое количество небольших безымянных озер с признаками газопроявлений. По берегам таких озер зачастую наблюдается активное развитие эрозионных процессов. Хасыреи менее распространены и тяготеют к прибрежным районам Енисейского залива.

Участок №3, охватывающий центральную и южную части Гыданского п-ова, по видам поверхностных газопроявлений аналогичен первым двум участкам. Здесь неоднократно обнаруживались воронки газовых выбросов, широко распространены «голубые озера»

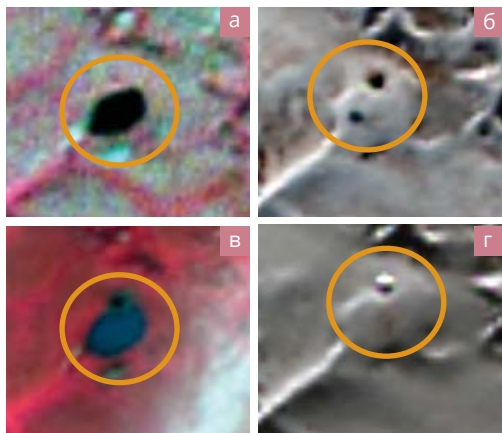


Рис. 16. Снимки Landsat района образования воронки на участке №2 (обозначен оранжевым цветом): а) 12.08.2001 г.; б) 24.04.2013 г.; в) 27.07.2013 г.; з) 20.02.2014 г.

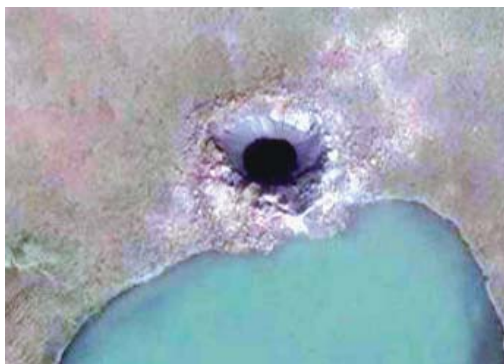


Рис. 17. Воронка газового выброса на участке №2, снимок QuickBird, 19.07.2013 г. ©DigitalGlobe

и котловины спущенных озер со следами газовых выбросов.

Один из примеров внезапных прорывов — обнаруженная оленеводами 27 сентября 2013 г. воронка, расположенная в 90 км к северо-западу от поселка Антипаюта [26]. Морфологически она сходна с подобными объектами, описанными выше: правильная округлая форма, вал выброшенного грунта по периферии, отвесные стены (рис. 18). Отличия заключаются в меньших размерах



Рис. 18. Воронка газового выброса на участке №3 (фото М. П. Лапсуй)



Рис. 19. Предполагаемые воронки на участке №2 (показаны стрелками), снимок WorldView-2, 19.06.2012 г. ©DigitalGlobe

(диаметр 15 м) и отсутствию близлежащего озера — выброс произошел в верховьях термоэрозионной балки.

Малые размеры объекта (1 пикс. снимка Landsat) и отсутствие кондиционной съемки сверхвысокого разрешения не позволяют установить период образования и определить, был ли на месте выброса бугор пучения. Тем не менее в ходе детального изучения космических снимков в пределах участка обнаружено несколько характерных объектов, которые расположены вблизи небольшого (340х370 м) озера со следами газопроявлений и активно разрушающимися берегами (рис. 19). Предполагаемые

воронки имеют диаметр около 10 м (каждая) и полностью заполнены водой.

В ходе дистанционного изучения участка внимание привлекла котловина спущенного двойного озера на левом берегу реки Юрибей в 4 км к югу от озера Меркуто. На снимке высокого разрешения в центре озера (рис. 20) явно выделяется объект, напоминающий воронку газового выброса, диаметром 45 м. Вокруг воронки хорошо различимы валики выброшенной породы. Превышение высоты образовавшихся валиков над днищем котловины подтверждает зимний снимок Landsat 2015 г. (за счет длинных теней возвышающихся объектов) (рис. 21в). Архивные данные (август

2001 г.) показывают, что, во-первых, озеро в это время было наполнено водой, а во-вторых, что в центре водоема существовала крупная воронка (рис. 21а). Выброс газа, видимо, происходил не одновременно, а постепенно в виде устойчивого восходящего потока. Протаивание донных отложений в результате теплового воздействия привело в итоге к полному опустошению озера к 2013 г. (рис. 21б). В пользу данной версии говорит также отсутствие явных следов спуска озера по причине возможного вытаивания ледяных жил в русле вытекающего из озера ручья (резкий эрозионный врез русла и конус выноса в нижележащем озере).

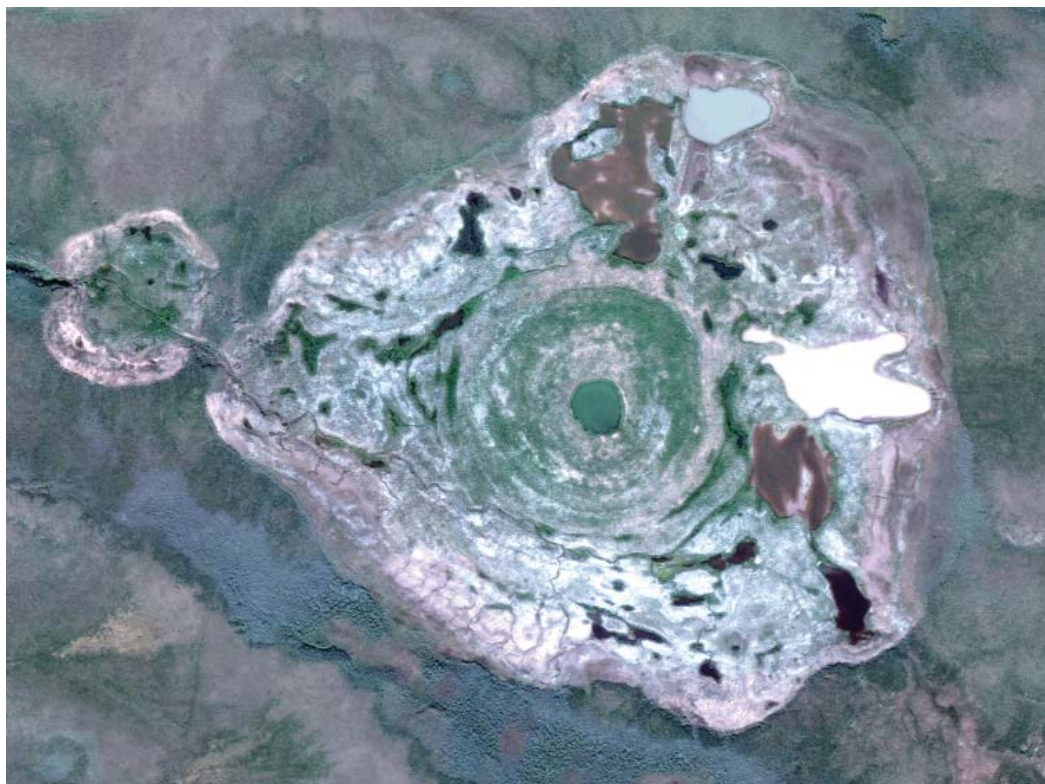


Рис. 20. Котловина спущенного озера с воронкой газового выброса в центре, снимок WorldView-2, 17.07.2013 г. ©DigitalGlobe



Рис. 21. Разновременные снимки Landsat котловины спущенного озера: а) 08.08.2001 г.; б) 25.07.2013 г.; в) 15.02.2015 г.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Лучше всего загазованность верхней части разреза (ВЧР) изучена в районе Бованенковского месторождения. Она связана с особенностями формирования толщи многолетней мерзлоты, наличием крупных сквозных таликов под озерными ваннами и их последующим осушением и промерзанием (образованием ловушек для УВГ) [27].

Натурные измерения потоков метана с поверхности различных ландшафтов, проведенные на Западном Ямале (с интервалом 0,5, 1 и 1,5 ч от начала измерений), показали, что наибольшие значения наблюдаются в термокарстовых понижениях, на поверхности террас и в ложбинах стока, составляя в среднем 8–50 мл/кв. м в час [2]. Абсолютный максимум эмиссии метана зафиксирован разовыми замерами в русловой части рек с постоянным стоком. К примеру, величина потока метана из подруслового участка реки Нгурияха достигала 1200 мл/кв. м в час [2].

Одним из важных источников круглогодичного поступления метана в атмосферу являются донные отложения озер. При этом наиболее интенсивна эмиссия в период, когда в более глубоких слоях осадков наблюдается термический годовой

максимум (с октября по январь). Самые интенсивные потоки метана зафиксированы в береговой зоне [1, 28]. Кроме того, под некоторыми глубокими озерами сохраняются сквозные талики, через которые также возможно поступление газа.

Как уже отмечалось выше, мигрирующий вверх по разрезу газ способен скапливаться под ледяным ядром бугра пучения. В этом случае промерзание сильно насыщенного в теплый период несквозного талика приводит к существенному возрастанию давления в нем. Увеличению давления в этот период может способствовать также постоянный приток газа из нижележащих горизонтов. Поскольку формирование бугра пучения завершается к марту/апрелю после прохождения пика промерзания, можно говорить о том, что именно в этот период при сочетании благоприятных условий наиболее высока вероятность внезапных выбросов воды, газа, льда и вышележащих пород на поверхность. Разгрузка давления и выброс материала происходят, видимо, в результате морозобойного растрескивания и нарушения целостности слоев выше ядра. Результаты определений периодов возникновения газовых выбросов по разновременным космическим снимкам, описанные выше, хорошо согласуются с данными полевых наблюдений за годовой

динамикой эмиссии метана и развитием бугров пучения.

Заслуживает внимания предположение В. И. Богоявленского [24] о сейсмических возмущениях, которые могут возникать в результате внезапных выбросов газа. Но для подтверждения этого необходима организация мониторинга слабой сейсмической активности в регионе, поскольку существующая сеть не охватывает в полной мере север Западной Сибири. В частности, норвежская сеть мониторинга слабых землетрясений NORSAR и Геофизическая служба (ГС) РАН за 2014 г. не зафиксировали ни одного сейсмического события на Ямале [29, 30].

По результатам исследований можно выделить три типа поверхностных газопроявлений:

1. Постепенные — происходят в течение длительного времени из донных отложений озер и русловой части рек с постоянным стоком.

2. Активные — возникают на эрозионных склонах с нарушенным верхним слоем, проявляются в виде образования небольших озер с активными оползневыми берегами. Активные газопроявления могут происходить также в русловой части рек и на дне озер, что в отдельных случаях может привести к их осушению и образованию хасыреев.

3. Внезапные — происходят в основном при критическом росте давления в ядре бугров пучения и выражаются в виде небольших конических воронок правильной формы с крутыми стенками и валом выброшенного наружу грунта по периферии.

Наиболее высока вероятность внезапных разрушений булгуниахов, располагающихся вблизи озер с признаками газопроявлений. К таким признакам относится неестественный светлый оттенок водной поверхности на снимках среднего разрешения («голубые

озера»), а также цвет и шлейфы замутненных потоков — видны на снимках высокого разрешения.

Практически для всех озер с признаками газопроявлений можно отметить активное разрушение берегов. Это может быть связано как с изменением температуры воды в озере в результате газоотделения (нередко на зимних снимках встречаются незамерзающие «окна»), так и с тепловым воздействием непосредственно газового потока, наиболее активного в прибрежной зоне.

Обнаружение следов газопроявлений на склонах, подверженных эрозии (солифлюкция, криогенное оползание), вызывает очевидное предположение, что эмиссия метана может оказывать влияние не только на озера, но и на любые участки склонов, где присутствуют первичные нарушения целостности ММП. Нарушения могут быть связаны с термокарстом, термоэрозией, антропогенным воздействием и т. п. В этом отношении эрозионные процессы в высоких широтах являются следствием взаимодействия как экзогенных (температура, влажность, глубина протаивания СТС и т. п.), так и экзогенных (тепловое воздействие эмитирующего метана) факторов.

С учетом ктивизации эрозионных процессов, в частности на п-ове Ямал, сложно переоценить необходимость и важность разработки и внедрения системы инструментального мониторинга поверхностной эмиссии УВГ.

Применимость дистанционных методов в вопросе мониторинга и прогнозирования газопроявлений оправдана по трем направлениям:

1. Выявление и мониторинг озер с признаками растворения газа в воде.

2. Выявление эрозионных участков склонов (криогенное оползание, небольшие водоемы с разрушающимися берегами).

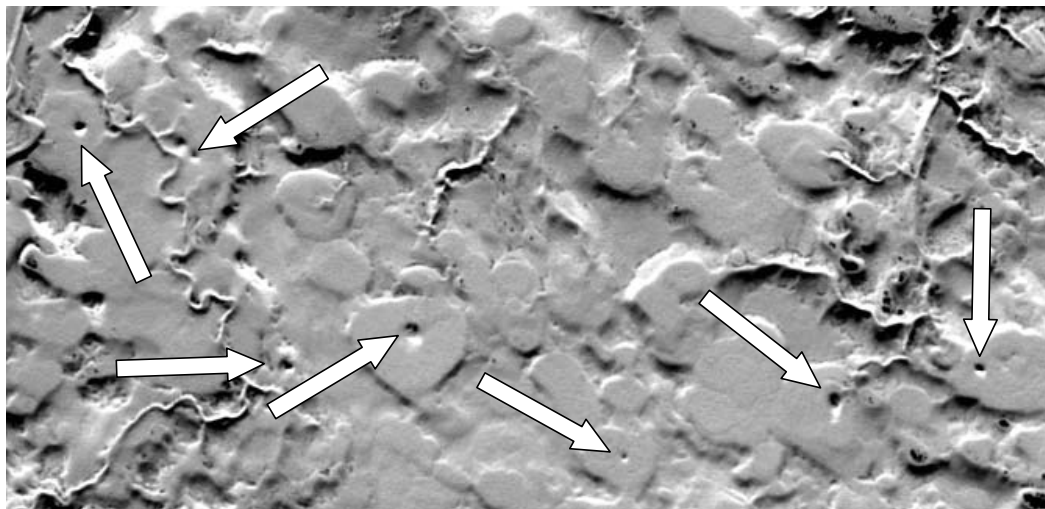


Рис. 22. Центральная часть Гыданского п-ова, снимок Landsat, 15.02.2015 г., бугры пучения обозначены стрелками

3. Инвентаризация и мониторинг крупных и средних бугров пучения, особенно вблизи «голубых озер».

Существуют различные методические подходы к организации системы дистанционного мониторинга. Для обзорных региональных исследований могут использоваться данные среднего разрешения, для детального изучения обстановок вблизи критически важных объектов рекомендуется использование снимков с высоким и сверхвысоким разрешением совместно с созданием производных продуктов (ЦМР, классификаций и т. д.). Так, для обзорной инвентаризации бугров пучения на больших территориях хорошо подходят безоблачные зимние снимки Landsat (рис. 22). В это время за счет малой высоты Солнца над горизонтом у объектов образуются длинные тени, что в отсутствие в тундре древесной растительности создает эффект теневой отмывки рельефа. На таком изображении хорошо проявляются границы котловин озер, овраги, балки, а также крупные и средние бугры пучения, неразличимые на летних

снимках. Кроме того, в зимний период заметны незамерзающие участки озер, что может служить дополнительным признаком температурных аномалий воды, возникающих в результате выделения газа из донных отложений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поверхностные газопроявления являются распространенным явлением на севере Западной Сибири. Эмиссия газа (преимущественно метана) может происходить как постепенно, так и внезапно, что подтверждается многочисленными полевыми исследованиями [2, 3, 22, 23] и результатами данной работы. В каждом случае существуют характерные индикационные признаки, на основе которых мониторинг газопоявлений возможен с помощью дистанционных методов. К таким признакам можно отнести цвет воды в озерах, специфические формы рельефа (воронки, бугры пучения) и в отдельных случаях проявления термоэрозии берегов и склонов.

Необходимость мониторинга поверхностных газопроявлений обусловлена двумя факторами: глобальным потеплением и увеличением техногенной нагрузки. В результате действия этих факторов наблюдается нарушение теплового баланса ММП, что, в свою очередь, неизбежно приведет к увеличению интенсивности поступления газа на поверхность. Поэтому контроль эмиссии УВГ необходим для оценки вклада северных регионов в глобальные климатические изменения, а также для принятия своевременных мер по инженерной защите промышленной и жилой инфраструктуры.

Методические вопросы применимости дистанционных методов мониторинга поверхностных газопроявлений требуют дальнейшего изучения. Однако для получения более детальной информации и прогнозирования очевидна необходимость создания интегральной системы мониторинга газопроявлений, учитывающей, помимо космических снимков, также климатические показатели, сейсмонаблюдения, полевой анализ эмиссии метана в различных ландшафтных условиях, результаты инженерно-геологических изысканий и другие данные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zimov S. A., Voropaev Y. V., Semiletov I. P., Davidov S. P., Prosiannikov S. F., Chapin F. S., Chapin M. C., Trumbore S., Tyler S. North Siberian lakes: a methane source fueled by Pleistocene carbon // *Science*. — 1997, Vol. 277. — P. 800–802.
2. Ривкин Ф. М. Метан в мерзлых породах и прогноз его выделения при потеплении климата и техногенных нарушениях поверхности // *Известия РАН. Серия географическая. Научный журнал*. - 1998, № 2. — С. 64–75.
3. Ривкин Ф. М. Газосодержание в верхних горизонтах мерзлых пород // *Геокриологические условия Харасавэйского и Крузенштерновского газоконденсатных месторождений (полуостров Ямал)*. — М.: ГЕОС, 2003. — С. 133–146.
4. Якушев В. С., Перлова Е. В., Чувилин Е. М., Кондаков В. В. Многолетнемерзлые по роды как коллектор газовых и газогидратных скоплений // *Газовая промышленность*. — 2003, № 3. — С. 36–40.
5. Якушев В. С. Природный газ и газовые гидраты в криолитозоне. — М.: ВНИИГАЗ, 2009. — 192 с.
6. Бондарев В. Л., Миротворский М. Ю. Зверева В. Б., Гудзенко В. Т., Облеков Г. И., Шайдуллин Р. М. Газогеохимическая характеристика надсеноманских отложений полуострова Ямал // *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*. — 2008, № 5. — С. 22–34.
7. Мельников П. И., Мельников П. В., Царев В. П. и др. О генерации углеводородов в толщах многолетнемерзлых пород // *Изв. АН СССР*. — 1989. — № 2.
8. Божоявленский В. И. Угроза катастрофических выбросов газа из криолитозоны Арктики. Воронки Ямала и Таймыра. Часть 2 // *Бурение и нефть*. — 2014, №10. — С. 4–8.
9. Wagner D., Kobabe S., Pfeiffer E.M., Hubberten H.W. Microbial controls on methane fluxes from polygonal tundra of the Lena Delta // *Permafrost and periglacial processes*. — 2003, Vol. 14. — P. 173–185.
10. Kholodov A. L., Rivkina E. M., Snytin P. S., Borisov R. R. Frozen Quaternary deposits of Laptev Sea coast as a source of organic matter and biogenic gases // *Rep. on Polar Res.*, 2004, vol. 482, p. 117–124.
11. Кругликов Н. М., Кузин И. Л. Выходы глубинного газа на Уренгойском месторождении // *Структурная геоморфология и неотектоника Западной Сибири в связи с ее нефтегазоносностью: Тр. ин-та ЗапСибНИГНИ*. — Тюмень, 1973. — Вып. 73. — С. 96–106.
12. Кузин И. Л., Любина Ю. Н., Рейнин И. В. Газопроявления на озерах Западной Сибири и их связь с месторождениями нефти и газа // *Тектонические критерии выделения и прогноза*

зон нефтегазоносности (с использованием космической информации). — Л.: ВНИГРИ, 1990 — С. 117–127.

13. Кузин И. Л. О природе аномальных озер — показателей скоплений углеводородов в глубинах горизонтов осадочного чехла // Проблемы оценки новых зон нефтегазоаккумуляции в основных продуктивных толщах Западной Сибири. — СПб: ВНИГРИ, 1992. — С. 129–137.

14. Кузин И. Л. Масштабы эмиссии природных газов в Западной Сибири // Известия РГО. — 1999. — Т. 131. — Вып. 5. — С. 24–35.

15. Минаев А. Н. Крупные гидролакколиты в Западно-Сибирской низменности // Многолетнемерзлые горные породы различных районов СССР. — М., Изд-во АН СССР, 1963, — С. 120–125.

16. Геокриологические условия Западно-Сибирской газоносной провинции. — Новосибирск, Наука, 1983. — 199 с.

17. Бердников Н. М. Бугры пучения в различных ландшафтах бассейна реки Надым // Криосфера Земли. 2012, Том XVI, №3, — С. 81–86.

18. Васильчук Ю. К., Буданцева Н. А., Васильчук А. К., Йошикава К., Подборный Е. Е., Чижова Ю. Н. Изотопный состав ледяного ядра позднеголоценового булгуныа на месторождении Песцовое в долине реки Евояха на юге Тазовского полуострова // Криосфера Земли. — 2014. — Т. 18, № 4. — С. 47–58.

19. Анисимова Н. П., Карпов Е. Г. Химический состав инъекционного льда // Геокриологические и гидрогеологические исследования Якутии. — Якутск, Кн. изд-во, 1978. — С. 125–137.

20. Mackay J. R. Pingo growth and collapse, Tuktoyaktuk Peninsula area, Western Arctic coast, Canada: a long-term field study // *Geographie Physique et Quaternaire*, 1998, vol. 52, No. 3, p. 271–323.

21. Mackay J. R. Gas-domed mounds in permafrost, Kendall Island, N.W.T. // *Geographical Bulletin* 7 (2), 1965. — p.105–115.

22. Пехович А. И., Разговорова Е. Л. Физика

взрывов бугров пучения // Труды координационных совещаний по гидротехнике. Вып. 101. Гидротехническое строительство в районах Крайнего Севера. Л.: Энергия, 1975. — С. 143–147

23. Геворкян С. Г., Корейша М. М. Взрывы бугров пучения // Материалы гляциологических исследований. — 1993, Вып. 77. — С. 120–130

24. Богоявленский В. И. Угроза катастрофических выбросов газа из криолитозоны Арктики. Воронки Ямала и Таймыра. Часть 1 // Бурение и нефть. 2014. №9. — С. 13–18.

25. Аплеснева И. Когда земля просыпается // «Красноярский рабочий». – 18 сентября 2014 г. – [Электронный ресурс] Режим доступа http://www.krasrab.com/archive/2014/09/18/34/view_article (свободный)

26. Кашубара И. Ямальские аномалии: или откуда в тундре черные дыры? // «Советское Заполярье» — №13 (8493) от 19.02.2015 — [Электронный ресурс] режим доступа <http://www.sov-zap.ru/?module=actual&action=view&id=2052> (свободный).

27. Галактионов Б. В., Ханнанов З. Д., Аверина Г. Ф. Уточнение геолого-промыслового строения Бованенковского месторождения в связи с подготовкой корректив к проекту разработки «Дать анализ результатов аварийного фонтанирования скв. 118 Бованенковского месторождения»: Отчет по договору 210-89.90. — Тюмень, 1989.

28. Семилетов И. П., Зимов С. А., Воронаев Ю. В., Давыдов С. П., Барков Н. А., Гусев А. М., Липенков В. Я. Атмосферный метан в прошлом и настоящем // Доклады Академии Наук. — 1994, т. 339. № 2. — С. 253–256.

29. NORSAR Reviewed Regional Seismic Bulletin - [Электронный ресурс] <http://www.norsardata.no/NDC/bulletins/regional/>

30. Геофизическая служба РАН. Данные о последних 50 землетрясениях, зарегистрированных в ССД в регионе lon=68.4 lat=70 - [Электронный ресурс] http://www.ceme.gsr.ru/cgi-bin/xy_cool.pl?yy=70&xx=68.4&num=50&ad=500.

С.Г. Мысляков (компания «Совзонд»)

В 2004 г. окончил Белорусский государственный университет по специальности «география». Работал в научно-исследовательском предприятии по землеустройству, геодезии и картографии «БелНИЦзем» (Минск, Беларусь). В настоящее время — руководитель блока тематической обработки данных ДЗЗ компании «Совзонд».

А.С. Скачкова (компания «Совзонд»)

В 2012 г. окончила географический факультет Белорусского государственного университета по специальности «геоинформационные системы». В настоящее время — специалист по тематической обработке данных ДЗЗ компании «Совзонд». Аспирант географического факультета Белорусского государственного университета.

В.В. Величенко

(НИИ прикладной экологии Севера СВФУ)

Окончил факультет охотоведения Кировского СХИ по специальности «биолог-охотовед». Работал в охотничьих хозяйствах спортивного и промыслового направления, а также в Лаборатории организации охотничьего хозяйства ВНИИОЗ им. Б. М. Житкова. В настоящее время — ученый секретарь НИИ прикладной экологии Севера СВФУ. Кандидат биологических наук.

Создание карты среды обитания охотничьих ресурсов по результатам дешифрирования разновременных мультиспектральных космических снимков

ВВЕДЕНИЕ

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 июля 2014 г. № 1216-р утверждена «Стратегия развития охотничьего хозяйства в Российской Федерации до 2030 года». Согласно этому документу, одной из задач реализации государственной политики в сфере охотничьего хозяйства является повышение информационной и научной обеспеченности органов государственной власти для принятия решений в сфере охотничьего хозяйства. Реализация стратегии предусматривает создание схемы размещения, использования и охраны охотничьих угодий субъектов Федерации и муниципальных образований. Разработка Схемы является обязательным мероприятием, возложенным

на региональные органы исполнительной власти соответствующего профиля. Целью разработки схемы являются планирование в области охоты и сохранение охотничьих ресурсов.

Предписания схемы обязательны к исполнению и направлены на обеспечение рационального использования и сохранения охотничьих ресурсов и осуществления видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства на территории субъекта (или муниципально-го образования) Российской Федерации.

Для некоторых регионов России охотничье хозяйство является одной из главных отраслей, во многом определяющей структуру и развитие региональной экономики в целом. Одним из таких регионов является Республика Саха (Якутия). Компания «Совзонд» уже не в первый раз выполняет

работы, связанные с информационным обеспечением территориального охот-устройства в Республике Саха (Якутия). Так, в 2014 г. была разработана схема размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории муниципального района «Мегино-Кангаласский улус». Заказчиком работ выступает Государственное казенное учреждение Республики Саха (Якутия) «Охрана, учет и воспроизводство охотничьих ресурсов».

Схема включает в себя описательную, аналитическую и планировочную части. Одной из ключевых задач при разработке схемы является качественная оценка среды обитания для различных видов животных, имеющих охотхозяйственное значение. Оценка выполняется в соответствии с установленной методикой и требует наличия данных о распространении и площадях категорий и классов элементов среды обитания охотничьих ресурсов. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 31 августа 2010 г. № 335 установлен перечень категорий и классов элементов среды обитания охотничьих ресурсов, который используется при характеристике размещения, состояния и использования охотничьих угодий, являющихся средой обитания охотничьих ресурсов.

Ниже приводится описание разработанной в компании «Совзонд» методики картографирования среды обитания охотничьих ресурсов с применением данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) и иных материалов [7, 8].

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ЭЛЕМЕНТОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОХОТНИЧЬИХ РЕСУРСОВ

Предлагаемый вышеупомянутым Приказом перечень категорий и классов содержит 13 категорий и 39 классов элементов среды обитания охотничьих

ресурсов, которые могут рассматриваться как типы землепользования (Land Use/ Land Cover), биогеоценозы, или, в широком смысле, как ландшафты. Создание подобных карт является классическим приложением ДДЗ.

Состав категорий и классов элементов среды обитания на территории Мегино-Кангаласского улуса был определен по литературным и картографическим материалам. Перечень, сведенный к 7 категориям и 14 классам, представлен в таблице № 1.

Исходными материалами, непосредственно использованными для составления карты элементов среды обитания охотничьих ресурсов, послужили:

- космические снимки Landsat 8 OLI-TIRS; уровень обработки 1T (Terrain Corrected), даты съёмки: 19 сентября 2013 г., 8 августа 2013 г. и 26 июля 2013 г. [4];
- набор данных по глобальному изменению лесного покрова Global Forest Change Dataset [2], в том числе:
 - доля покрытия древесной растительностью (Tree canopy cover) за 2000 г.;
 - год потери лесного покрытия;
- цифровая модель рельефа ASTER GDEM [3].
- данные OpenStreetMap (OSM) в формате Shp [1];
- данные ресурса BEFA-Science [5]:
 - границы пожаров и гарей за 2002 — 2013 гг.;
 - преобладающие древесные породы;
 - карта растительности (карта экосистем Северной Евразии TerraNorte);
- материалы наземных полевых обследований, выполненных в августе 2014 г.

Для предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ использовалось программное обеспечение ENVI 5.1, для подготовки векторных слоев, сведения исходных данных и результатов дешифрирования, создания итоговой карты – ArcGIS 10.2.

№ категории	Категории среды обитания охотничьих ресурсов	Классы среды обитания охотничьих ресурсов	Типы охотничьих угодий по ДЗЗ	Обозначение на карте	Площадь, га	Доля от общей, %
1	Леса	Хвойные вечнозеленые	Леса сосновые		49 572,18	4,20
		Хвойные листопадные	Леса лиственничные		332 563,74	28,15
		Смешанные с преобладанием хвойных пород	Леса лиственнично-сосновые		149 241,24	12,63
			Леса лиственнично-березовые		184 480,62	15,62
2	Молодняки и кустарники	Вырубки и зарастающие поля	Просеки чистые		340,02	0,03
			Молодняки по вырубкам и старым гарям		44 831,25	3,80
8	Сельскохозяйственные угодья	Пашня	Пашня		22 288,14	1,89
		Сенокосы и пастбища	Луга и пастбища		104 366,41	8,84
9	Внутренние водные объекты	Водотоки	Реки и ручьи		36 361,96	1,54
		Озера, пруды	Пойменные озера		176,85	0,01
			Аласные озера		36 361,96	3,08
10	Пойменные комплексы	С преобладанием леса	Лиственница, береза, осина в пределах поймы		27 388,91	2,32
		С преобладанием травянистой растительности	Пойменные комплексы с преобладанием травянистой растительности		40 080,77	3,39
			Пойменные комплексы с разреженной растительностью и песчаные гривы		14 919,75	1,26
		Смешанные кустарниковые пойменные	Смешанные кустарниковые комплексы		35 269,22	2,99
12	Преобразованные и поврежденные участки	Разработки полезных ископаемых	Карьеры		198,27	0,02
		Гари	Свежие гари		1016,91	0,09
			Старые гари		108 559,08	9,19
13	Непригодные для ведения охотничьего хозяйства	Промышленные и рудеральные комплексы, населенные пункты	Населенные пункты		4964,67	0,42

Табл. 1. Состав категорий и классов среды обитания охотничьих ресурсов Мегино-Намгасского улуса Республики Саха (Якутия) по результатам дешифрирования

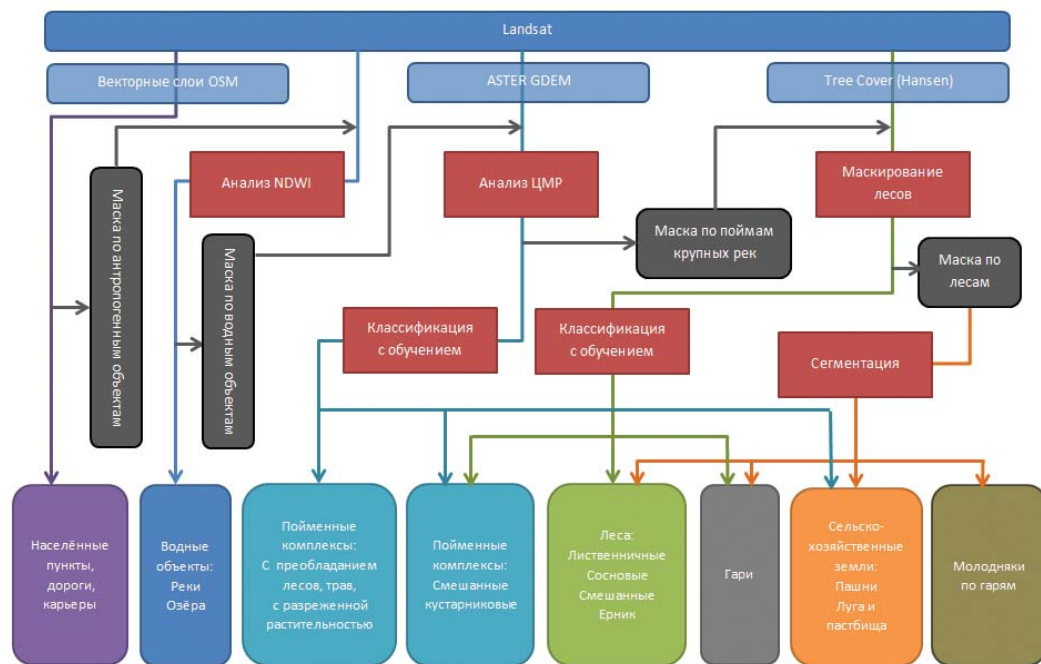


Рис. 1. Схема дешифрирования классов среды обитания охотничьих ресурсов

Общим принципом дешифрирования является последовательное выделение целевых классов от наиболее простых к сложным с маскированием уже опознанных на каждом шаге обработки (рис. 1).

В первую очередь были выделены населенные пункты, дороги, карьеры — территории, не предназначенные для ведения охотничьего хозяйства. Территория улуса отличается низкой плотностью населения, поэтому были вручную отредактированы, исправлены либо дополнены соответствующие слои OSM. В результате получены карты классов: непригодные для ведения охотничьего хозяйства (населенные пункты и дороги), преобразованные и поврежденные участки (разработки полезных ископаемых), вырубки и зарастающие поля (чистые просеки).

Также простым классом для выделения являются водные объекты. В классы «водотоки и озера» включаются озера, реки и ручьи, которые потенциально представляют собой угодья для ондатры и водоплавающей дичи, однако в действительности, к ондатровым угодьям относятся в основном различные типы озер. Водные объекты были выделены на основе порогового значения индекса NDWI (Normalized Difference Water Index, средний для сцен за июль и сентябрь). Крупнейший и единственный отобразившийся в масштабе съёмки водоток — река Лена (ширина русла в пределах улуса достигает 2 км).

Характерной особенностью территории является обилие термокарстовых западин, часто занятых озёрами. Такие озёра обычно имеют округлую форму и могут быть разных размеров — от нескольких метров до

нескольких километров в диаметре, иногда расположены протяжёнными группами (рис. 2). Промысловое значение имеют крупные озёра, они отличаются хорошими условиями для обитания ондатры и обладают высокой продуктивностью.

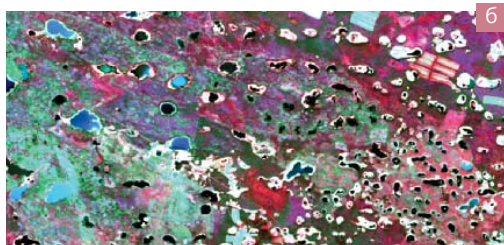


Рис. 2. а) Эрозионно-термокарстовое озеро в окрестностях с. Хочо; б) эрозионно-термокарстовые озера на снимке Landsat за 18 августа 2013 г. (различные оттенки синего обусловлены глубиной озера и степенью покрытия зеркала водной растительностью)

По мере развития термокарстовые западины пересыхают и превращаются в луговину (алас). Вокруг таких западин концентрируется хозяйственная деятельность – небольшие участки пашни и обширные луга, часто заболоченные (рис. 3).

Кроме термокарстовых озёр, широко распространены пойменные озёра и старицы. Они формируют иные, в отличие от аласов, условия для обитания животных: уровень воды в старицах связан с режимом питающих их рек — в период паводка они наполняются водой, а зимой промерзают. Такие озера весьма благоприятны для



Рис. 3. а) Пастбище на аласном лугу; б) пашня (открытые участки почвы правильной формы) и аласные луга (с разреженной и травянистой растительностью вокруг озёр) на снимке Landsat за 18 августа 2013 г.

летнего обитания ондатры: после спада паводковых вод старицы вновь заселяются ондатрой, но в зимнее время большинство этих водоемов промерзает до дна и обитающие здесь зверьки погибают. Поэтому пойменные озера отнесены в отдельную группу. Разделение озёр на типы производилось на основе принадлежности к пойме: все озера за пределами – аласные, внутри – пойменные.

Выделение пойм производилось в первую очередь с использованием цифровой модели рельефа ASTER GDEM по пороговому значению. Река Лена образует в пределах улуса пойму широкую и низкую, чётко обозначенную в рельефе, с большим количеством рукавов и стариц. Поймы же средних и малых рек узкие и выражены большей частью различиями в растительном покрове – они выделялись визуально при редактировании буферного слоя вокруг рек (рис. 4). Вследствие сильных различий между

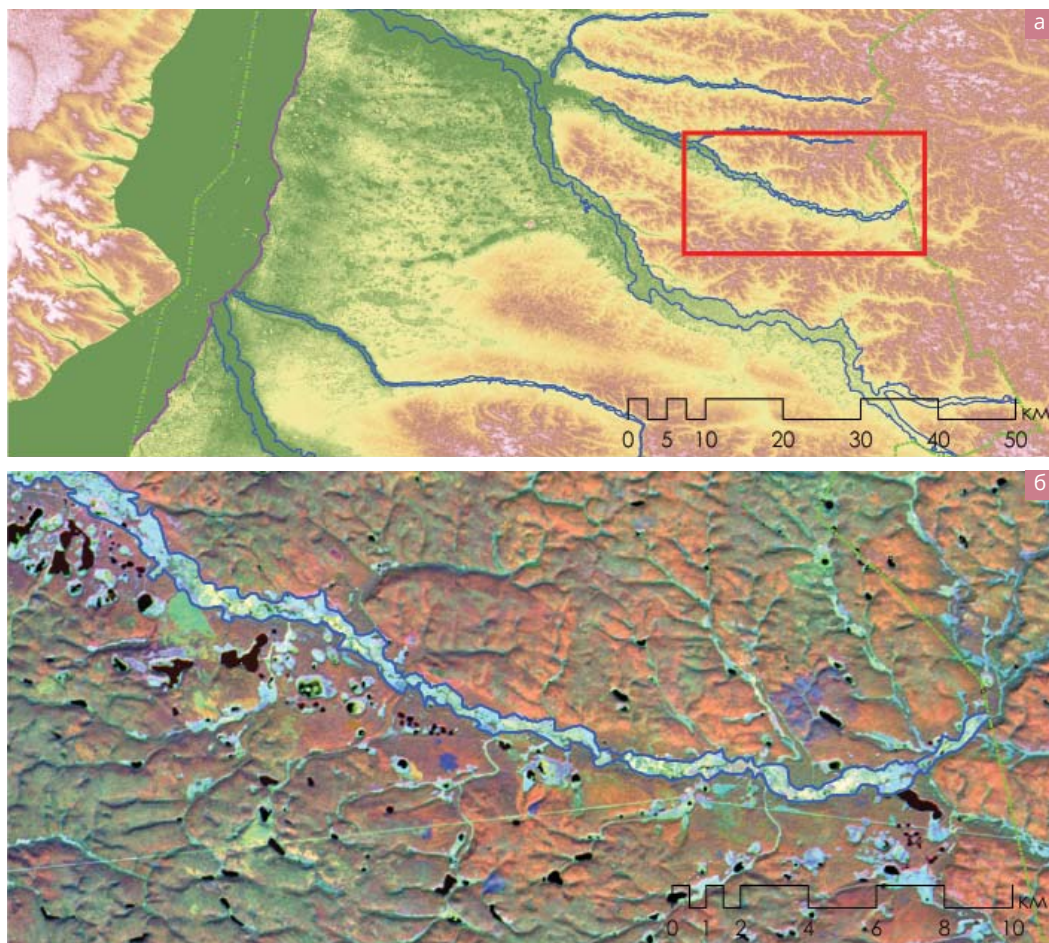


Рис. 4. Выделение пойм рек: а) пойма реки Лены выделена по характеру рельефа (сиреневый контур). Красный прямоугольник соответствует экстенду рисунка ниже; б) поймы средних рек выделены по характеру растительности в пределах трёхкилометровой буферной зоны (синий контур)

экологическими условиями в поймах крупных и малых рек распознавание классов в их пределах производилось отдельно, путём классификации с обучением по способу максимального правдоподобия.

В пределах пойм выделены классы: пойменные комплексы с преобладанием леса, с преобладанием травянистой растительности, с разреженной растительностью

(песчаные гривы), смешанные кустарниковые комплексы, пашни (в пределах поймы).

По результатам дешифрирования леса занимают более 2/3 площади улуса (табл. 1): они покрывают практически все междуречные пространства, за исключением лугов и пастбищ в аласных понижениях, чуть более 5% территории покрыто кустарниковыми зарослями. Преобладающие типы лесов –

лиственничные (лиственница даурская), иногда с примесью берёзы. Вдоль долины реки Лены ограниченно распространены сосновые леса. На севере улуса на высоких гипсометрических уровнях лиственничные леса сменяются лиственнично-берёзовыми, а еще выше – зарослями карликовой берёзы.

На этапе разделения породного состава лесов уже имеется маска без антропогенных и водных объектов, пойменных комплексов. Дополнительно снимки были маскированы с помощью продукта Tree canopy cover по значению более 20% покрытия древесной растительностью и классифицированы по методу максимального правдоподобия. Выделено 7 классов: леса хвойные вечнозелёные (сосновые), хвойные листопадные (лиственничные), смешанные с преобладанием хвойных пород (лиственнично-сосновые и лиственнично-берёзовые), лиственные

кустарники, гари, а также смешанные кустарниковые комплексы пойм малых рек (если не были выделены на предыдущем шаге).

Наибольшее распространение на территории улуса получили лиственничные леса (рис. 5). Условия для ведения промысла хорошие, за исключением участков с очень густым подростом из лиственницы.

В класс смешанных лесов с преобладанием хвойных пород включены лиственничники с березой и лиственничники с примесью сосны. Лиственнично-берёзовые леса распространены диффузно по всей территории, наибольшие площади занимают в юго-восточной части территории. Лиственнично-сосновые леса большее распространение получили в западной

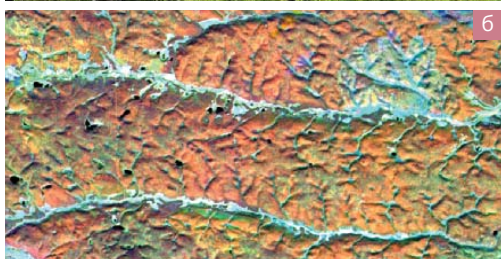


Рис. 5. а) Спелый лиственничный лес; б) лиственничный лес на мультитременном композите Landsat (различные оттенки оранжевого обусловлены возрастом лиственничника и примесью других пород)

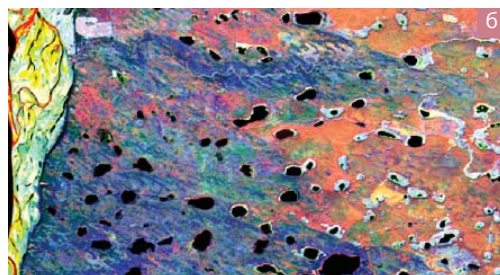


Рис. 6. а) Лиственнично-сосновый лес; б) лиственнично-сосновый лес на мультитременном композите Landsat (переход от оранжевого к синему соответствует смешанным лесам с различными долями лиственницы и сосны)

части улуса (рис. 6); представлены в основном среднепроизводительными древостоями с примесью сосны (единично – березы).

Сосновые леса распространены ограничено в западной части улуса. Условия для ведения промысловой и спортивной охоты хорошие в силу малой захламленности древостоев.

Гари различного возраста занимают более 9% от общей площади угодий. Распространены они преимущественно в юго-западной, наиболее освоенной части территории. Сравнение результатов дешифрирования гарей с границами пожаров за 2002–2014 гг. показало полное совпадение контуров. На старых гаях возобновление представлено лиственницей с примесью березы различной густоты. На свежих гаях возобновление представлено в основном березой, ива произрастает куртинами (рис. 7). Условия промысла на зарастающих (старых) гаях сложные в силу значительной захламленности.

Оставшиеся неклассифицированными территории заняты в основном сельскохозяйственными землями по аласам, вблизи посёлков, а также некоторыми другими смешанными категориями (рис. 1). Чтобы избежать излишней мозаичности, изображение сегментировалось с помощью объектно ориентированной классификации, реализованной в ENVI 5.1. Таким образом были выделены классы сельскохозяйственных земель (пашни, луга и пастбища), молодняки по гаям (как участки разреженных лесов среди гарей), а также дополнены некоторые другие классы.

Все результаты дешифрирования по категориям в итоге представляют собой непрерывающиеся растры классификации. Они были генерализированы с помощью фильтра большинства и сведены в единый растровый слой, по точности соответствующий масштабу 1:100 000. Общий вид итоговой карты представлен (рис. 8).

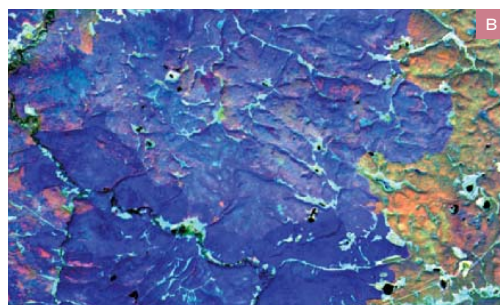


Рис. 7. а) Старая (зарастающая) гарь; б) свежая гарь; в) разновозрастные гари на мультиспектральном композите Landsat (светло-синий — старая гарь, темно-синий — свежая гарь)

КОМПЛЕКСНАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ОХОТНИЧЬИХ РЕСУРСОВ МЕГИНО-КАНГАЛАССКОГО УЛУСА

Ключевой задачей межхозяйственного



охотустройства является качественная оценка (бонитировка) категорий и классов с точки зрения их пригодности для обитания охотничьих ресурсов. При определении бонитета элементов среды обитания учитывались основные экологические факторы по трём группам: абиотические, биотические и антропогенные.

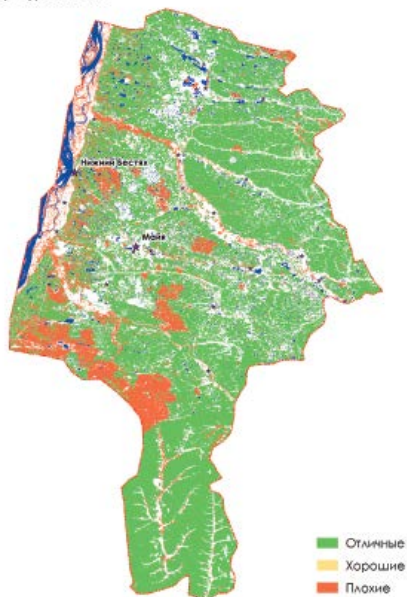
В процессе охотустройства территории оцениваются только свойственные виду уголья. Однако эти уголья неоднородны по их кормовым, защитным и гнездопригодным свойствам. Для получения интегральной оценки территории, т. е. с учетом всего разнообразия типов угодий, вычислялся средневзвешенный показатель их качества. Пример карт качества среды обитания для различных охотничьих видов приведен на рисунке 9.

При определении бонитета элементов среды обитания учитывались четыре основных экологических фактора, определяющих степень пригодности территории для обитания вида: качество угодий, климатические, трофические и антропогенные факторы. В качестве ведущего фактора рассматривалось качество угодий, так, значимыми являлись климатические особенности территории; антропогенная трансформация охотничьих угодий; особенности ведения охоты. В результате все уголья были распределены по 5 классам бонитета, были подсчитаны их площади.

Кроме того, с использованием подготовленных картографических материалов была проведена инвентаризация и уточнение границ охотничьих угодий; были выделены территории для создания новых закрепленных охотничьих угодий и зон охраны охотничьих ресурсов. В рамках разработки схемы дана характеристика охотничьих ресурсов и оценен их потенциал; рассчитаны максимальные и хозяйственно-целесообразные численности охотничьих ресурсов.

Вид ресурса: белка

а



Вид ресурса: косуля сибирская

б



Рис. 9. Картосхемы распределения угодий по качеству для отдельных видов охотничьих ресурсов: а) белка; б) косуля сибирская

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для инвентаризации и оценки среды обитания охотничьих ресурсов и оценки состояния охотничьих угодий, особенно в малонаселенных и труднодоступных районах, использование данных ДЗЗ является безальтернативным. Конечно, возможно осуществлять охотустроительные мероприятия на базе крупномасштабных топографических карт, однако ландшафты и среда обитания меняются быстрее, чем обновляются карты. К примеру, в таком регионе, как Якутия, нередки лесные пожары – лесные гари коренным образом меняют структуру среды обитания животных, продуктивность и емкость охотничьих угодий. Подобные факторы необходимо учитывать при разработке охотустроительных мероприятий.

Разработанная компанией «Совзонд» технология картографирования среды обитания охотничьих ресурсов на базе данных ДЗЗ обеспечивает получение актуальной и достоверной информации для выполнения охотустроительных работ профессиональными биологами-охотоведами.

Созданная в ходе выполнения работ схема предназначена для обеспечения органов исполнительной власти республики и улуса сведениями о составе, качестве и площадях элементов среды обитания охотничьих ресурсов, расположении закрепленных охотничьих угодий, охраняемых природных территорий, общедоступных охотничьих угодий и зон охраны охотничьих ресурсов. Мероприятия, рекомендованные к исполнению на территории улуса, будут способствовать улучшению и устойчивому функционированию охотничьих угодий, повышению численности охотничьих видов до оптимальной, рациональной организации охотничьего промысла, минимизации негативного влияния хозяйственной деятельности и развитию охотхозяйственной инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

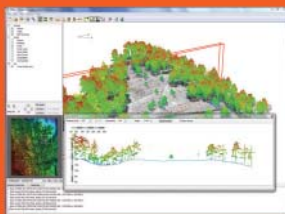
1. GIS-Lab Данные OpenStreetMap в формате shape-файлов [В Интернете] // GIS-Lab - Географические информационные системы и дистанционное зондирование. - 19 Ноябрь 2011 г. - 18 Июль 2014 г. - <http://gis-lab.info/qa/osmshp.html>.
2. Hansen M. C. [et al.] High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change [Article] // Science. - 2013. - 342.
3. METI & NASA ASTER GDEM [Online] // ASTER GDEM. - The Ministry of Economy, Trade and Industry of Japan, 2014. - Июль 18, 2014. - <http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/index.jsp>.
4. USGS EarthExplorer [Online] // EarthExplorer. - USGS, Август 14, 2014. - ЛТ. - 15 Июль, 2014. - <http://earthexplorer.usgs.gov/>.
5. ИКИ РАН BEGA-Science [В Интернете] // BEGA-Science. - ИКИ РАН, 2014 г. - 20 Июль 2014 г. - <http://sci-vega.ru/>.
6. Министерство природных ресурсов и экологии РФ Приказ от 31 августа 2010 г. № 335 «Об утверждении порядка составления схемы размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории Российской Федерации, а так же требований к её составу и структуре». - 31 август 2010 г.
7. Мышляков С. Г. Особенности дешифрирования ландшафтов по мультиспектральным космическим снимкам для создания карты элементов среды обитания охотничьих ресурсов [Статья] // Геоматика. - Москва : Совзонд, 2013 г. - 1. - стр. 53-62.
8. Скачкова А. С., Мышляков С. Г. и Величенко В. В. Двенадцатая Всероссийская открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса" [Конференция] // Методика ландшафтного картографирования с использованием ДДЗ для целей территориального охотустройства. - Москва : ИКИ РАН, 2014.

EXELIS

Меняется
окружающая среда.

Меняется климат.

Ваше программное
обеспечение не может
оставаться прежним.



Программный комплекс ENVI и язык программирования IDL предоставляют инструменты, позволяющие выполнять следующие задачи: инвентаризация лесов, обнаружение очагов возгорания, оценка биомассы и другие задачи. Автоматизированные процессы ENVI и IDL позволяют даже неопытным пользователям быстро получить точные, научно-обоснованные результаты.

Посмотрев наш вебинар «Снимки и геопространственные данные для лесного хозяйства» на YouTube, вы узнаете, как инновационные программные продукты компании Exelis могут быть использованы для решения прикладных задач лесной отрасли. Подпишитесь на наш канал Exelis на YouTube и получите доступ к другим вебинарам по данной тематике.

Компания «СОВЗОНД» является эксклюзивным дистрибьютором компании Exelis по распространению программного комплекса ENVI на территории России и стран СНГ.



ENVI

www.exelisvis.eu

Все права защищены. Exelis, ENVI и IDL являются товарными знаками Exelis, Inc. Все остальные товарные знаки являются собственностью их соответствующих владельцев.
© 2015, Exelis Visual Information Solutions, Inc.

В. Г. Николаев (ООО «Совзонд-Центр»)

В 1997 г. окончил Тюменский государственный нефтегазовый университет, кафедра ИВТ по специальности «бакалавр техники и технологий». Работал начальником отдела, заместителем директора департамента разработки информационно-аналитических систем и систем управления данными ОАО «Сибирский научно-аналитический центр». В настоящее время — заместитель генерального директора ООО «Совзонд-Центр» по информационным технологиям.

Геоинформационная платформа «Единое информационное пространство геоданных» для создания комплексных региональных систем

ВВЕДЕНИЕ

В 2014–2015 гг. группа компаний «Совзонд» реализует крупномасштабный инвестиционный проект в области геоинформатики для ОАО «Ростелеком». В ходе реализации данного проекта разрабатывается российская полнофункциональная геоинформационная платформа «Единое информационное пространство геоданных» (ЕИПГД) (рис. 1), формируется банк геопространственных данных на аппаратно-программных мощностях ОАО «Ростелеком», создаются отраслевые сервисы для мониторинга деятельности в сельском хозяйстве, лесном комплексе, недропользовании, экологии и других отраслях. Банк геопространственных данных будет постоянно пополняться различной актуализированной пространственной информацией, в том числе современными материалами космической съемки, цифровыми картографическими данными, различными картографическими сервисами и т. д.

Платформа ЕИПГД может применяться для создания комплексных информационно-аналитических систем поддержки принятия управленческих решений, таких, как:



Рис. 1. Веб-интерфейс ЕИПГД

- региональные территориальные информационно-аналитические системы;
- территориальные банки данных различной тематической направленности;
- отраслевые информационно-аналитические системы органов государственной власти всех уровней;
- банки данных государственных и частных компаний;
- территориально-распределенные хранилища информации.

ЕИПГД размещается на программно-аппаратных мощностях национальной

облачной платформы О7 ОАО «Ростелеком» и позволяет организациям-пользователям в полной мере использовать ее вычислительные ресурсы, предоставляя к ним доступ в виде сервисов SaaS и существенно снижая их затраты на обслуживание программных и технических средств. Для организаций-пользователей, которые желают использовать свои собственные программно-аппаратные мощности, предусмотрена возможность установки всего функционала программного обеспечения геоинформационной платформы на их программно-аппаратных комплексах (ПАК). При этом ОАО «Ростелеком» предоставляет доступ к своим постоянно обновляемым пространственным сервисам для получения актуальной цифровой картографической основы и данных космической съемки на территорию, необходимую пользователю.

Одной из областей применения ЕИПГД предполагается реализация на ее основе комплексных региональных информационно-аналитических систем поддержки принятия управленческих решений.

КОМПЛЕКСНАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Развитие информатизации в регионах идет по эволюционному пути. Сначала идет информационное насыщение по ведомственному признаку как на уровне региона в целом, так и на уровне муниципальных образований, происходит формирование локальных информационных ресурсов, автоматизируется деятельность в отдельных сегментах. При этом отсутствует целостное, всеобъемлющее видение ситуации.

Если необходимо в рамках решения какой-либо задачи использовать данные из различных информационных ресурсов, то возникают проблемы согласования данных, определения реального первоисточника

и документального подтверждения этой информации.

Эта задача в той или иной мере характерна для всех регионов. Для оптимального управления социально-экономическим развитием региона необходим комплексный подход к объединению и согласованию информации, необходимо развитие отдельных информационных ресурсов как комплекса взаимодействующих систем, определяющего целостное, всеобъемлющее видение ситуации.

Комплексная региональная информационно-аналитическая система в основе своей должна базироваться на уже существующих или планируемых к созданию информационных системах и ресурсах на двух уровнях — муниципальном и региональном и следовать следующим принципам:

- регламентированная актуализация данных;
- регламентированный доступ к необходимым информационным ресурсам;
- регламентированный вертикальный информационный обмен.

Ведомственные и муниципальные информационные системы обычно самодостаточны. Они автоматизируют функции ведомств и формируют информационные ресурсы ведомств в рамках их полномочий. Ведомства отвечают за очень определенный информационный сегмент региона или муниципального образования. Разделение между ними очень четкое — по функциональному и территориальному признакам. При этом информационный обмен между ними, как правило, не реализован совсем. Данные в различных информационных системах дублируются, не производится их актуализация, что приводит к существенным временным задержкам в реализации бизнес-процессов, связанным с выполнением функций органов государственной власти и местного самоуправления и невозможностью оперативно получить четкую картину текущего

состояния, когда требуется одновременное представление информации из нескольких источников.

Для решения таких проблем как раз и предназначена комплексная региональная информационно-аналитическая система, которая позволяет, с одной стороны, упростить процессы обмена и согласования данных между различными информационными системами, с другой стороны, предоставлять доступ к уже согласованным данным и аналитике на их основе, в первую очередь с учетом пространственных объектов на картографической основе. Для этого необходимо реализовать дополнительную функцию в каждой информационной системе, интегрируемой в единое информационное пространство, — необходимо ее адаптировать к информационному взаимодействию, желательно в полностью автоматическом режиме, обеспечивая при этом интеграцию на уровне согласования данных. При этом все существующие информационные системы органов государственной власти и местного самоуправления должны сохраниться. Преемственность технологий — основная задача при построении системы. Специалисты должны работать с теми технологиями, которые им привычны. Исключение составляют те направления, которые не были автоматизированы ранее. Здесь развитие информационных технологий должно осуществляться по жестко регламентированным правилам интеграции. Во все вновь создаваемые информационные системы необходимо уже на этапе проектирования закладывать интеграцию с комплексной информационно-аналитической системой.

Комплексная региональная информационно-аналитическая система функционально делится на два уровня (рис. 2):

- первый — уровень принятия управленческих и политических решений, который потребляет интегрированные

информационные ресурсы и представляет их в согласованном, комплексном виде;

- второй — уровень формирования информационных ресурсов и решения ведомственных задач.

Уровень принятия решений должен оперировать различными по типу, но связанными между собой данными:

- Геоинформационный блок. Позволяет использовать пространственные данные как в качестве картографической основы, так и в качестве данных. Различные тематические слои, карты и инструменты должны обеспечить визуальное полное пространственное представление информации.

- Табличное представление (витрина данных). Данные должны быть многомерны, иметь историю, иметь возможность синонимического представления.

- Архив первичных документов. В нем представлены фактографические данные, исходные документы. Документы должны быть ассоциированы со всеми видами данных. Основное назначение — подтвердить информацию.

- Аналитический блок. Ориентирован на представление данных, формирование деловой графики, решение аналитических задач, построение динамических отчетов.

Уровень формирования информационных ресурсов должен предоставлять механизмы интеграции разнородных данных, их согласования, хранения и комплексного представления как принятия управленческих решений, для так и для обеспечения решения ведомственных задач, при которых необходимо использование всех видов данных. В качестве первоисточников информации должны использоваться информационные системы и ресурсы федеральных структур, региональных органов государственной власти, предприятий и муниципальных образований.

Кроме обеспечения органов государственной власти и руководителей регионов



Рис. 2. Уровни комплексной региональной информационно-аналитической системы

информацией, необходимой для принятия управленческих решений, комплексная система может быть предназначена и для обеспечения доступности открытых информационных ресурсов, хранящихся в ней, особенно социальнозначимой информации для населения региона и всей Российской Федерации.

Публичный уровень комплексной системы должен обеспечивать:

- получение населением открытой для свободного доступа пространственной и атрибутивной информации как на уровне региона, так и на уровне населенных пунктов или муниципальных образований;
- возможность населению региона самостоятельно указывать на имеющиеся проблемы в ЖКХ, состоянии дорог, экологии и других областях с помощью установки маркеров с подробным описанием проблемы и визуальным ее представлением;
- оперативное реагирование органов государственной власти на возникающие проблемы и осуществление обратной

связи между населением региона и органами государственной власти

Комплексная региональная информационно-аналитическая система управления регионом должна включать в себя шину данных, обеспечивающую транспортный уровень для передачи информации как от систем первоисточников, так и между компонентами системы. Для функционирования транспортного уровня системы должны быть определены электронные регламенты и правила информационного взаимодействия между всеми участниками информационного обмена.

Кроме того, в системе должны быть реализованы механизмы, обеспечивающие полное управление всеми компонентами системы.

Можно выделить основные требования к построению комплексных региональных информационно-аналитических систем:

- широкий охват тематических направлений, необходимых для принятия управленческих решений;

- ориентация на использование первичных данных, генерируемых непосредственно в системах-первоисточниках;
- предоставление актуальной текущей информации в режиме онлайн из систем-первоисточников;
- сквозная интеграция разнородных данных внутри системы;
- возможность интеграции с любыми внешними информационными системами и ресурсами в сервис-ориентированной архитектуре;
- наличие аналитических инструментов и системы построения отчетов;
- предоставление регламентированного доступа к информационным ресурсам системы неограниченному количеству пользователей;
- многоуровневая защита данных.

АРХИТЕКТУРА КОМПЛЕКСНОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Геоинформационная платформа ЕИПГД, созданная группой компаний «Совзонд» для ОАО «Ростелеком», представляет собой программный комплекс, в полной мере удовлетворяющий представленным выше требованиям к комплексным информационным системам (рис. 3). На основе этого программного комплекса могут быть построены вертикально-интегрированные информационно-аналитические системы, как отраслевые, так и региональные.

Выделяются следующие блоки, составляющие систему:

- интегрированное хранилище атрибутивных и пространственных данных с построенной на его основе «витриной» данных для анализа всей информации хранилища;
- компоненты работы с пространственными данными;

- компоненты управления хранилищем данных;
- компоненты представления и анализа данных;
- интеграционная шина данных.

Интегрированное хранилище атрибутивных и пространственных данных предназначено для организации хранения единого набора информационных ресурсов, нормативно-справочной и атрибутивной информации (эталонные справочники и классификаторы, табличные данные) сверхбольших объемов, и управления им, в том числе с учетом ретроспективы и с документальным подтверждением.

Интегрированное хранилище данных обеспечивает оптимальное согласованное хранение данных различных видов — пространственных, табличных и документальных. В числе его особенностей:

- единая точка входа для всех компонент;
- интеграция между компонентами на уровне данных и функционала;
- взаимодействие с внешними информационными системами и ресурсами через веб-сервисы в режиме онлайн посредством шины данных.

Компоненты работы с пространственными данными включают в себя функциональные модули визуализации и обработки пространственных данных (геопортал) и средства формирования геопространственной аналитики и обладают следующими функциональными особенностями:

- геоинформационные средства представления пространственных данных;
- инструментарий для работы с пространственной и атрибутивной информацией на карте;
- обеспечение доступа к готовым картам и отдельным пространственным слоям;
- ограничение доступа по отдельным пространственным объектам слоя;
- интеграция табличной и документальной информации с пространственным представлением;



Рис. 3. Обобщенная архитектура комплексной региональной информационно-аналитической системы

- интеграция отчетов, формируемых в информационно-аналитической подсистеме, с пространственным представлением;
- интеграция между пространственным представлением и аналитическими показателями «на лету» ;
- автоматическая раскраска карты в зависимости от анализируемых показателей;
- построение различных видов графиков показателей в одном представлении с картой.

Компоненты представления данных реализуются в виде системы аналитических функций, позволяющих в режиме онлайн формировать необходимые отчеты, выполнять оперативный анализ данных и формировать прогнозы на основе специализированных алгоритмов. Обладает следующими функциональными особенностями:

- различная форма представления многомерных данных;
- высокая наглядность представления информационных ресурсов;
- анализ многомерных данных во времени;
- организация доступа к аналитическим материалам в соответствии с определенными полномочиями;
- инструменты создания аналитических отчетов, диаграмм и элементов деловой графики;
- интеграция с пространственной, табличной и документальной информацией.

Средства управления централизованным хранилищем данных предоставляют возможность:

- описывать в централизованном хранилище данных необходимую модель данных;
- осуществлять поиск, редактирование, импорт и экспорт пространственной, семантической и документальной информации;

- устанавливать ограничения прав доступа пользователей до типов информационных сущностей или отдельных объектов, а также до функциональных действий в Комплексной региональной информационно-аналитической системе;

- осуществлять мониторинг всех действий пользователей в Комплексной региональной информационно-аналитической системе.

Интеграционная шина данных обеспечивает интеграцию Комплексной региональной информационно-аналитической системы с федеральными, региональными и муниципальными информационными системами — источниками и потребителями информации, в том числе при взаимодействии через СМЭВ. Посредством интеграционной шины данных также осуществляется взаимодействие со СМЭВ при оказании государственных услуг населению в отраслевых информационных системах, реализованных на платформе Комплексной региональной информационно-аналитической системы.

Все функциональные компоненты Комплексной региональной информационно-аналитической системы реализуются в трехуровневой архитектуре (СУБД — сервер приложений — веб-браузер) и не требуют установки на рабочее место пользователя какого-либо дополнительного программного обеспечения.

Приведенная выше архитектура комплексных региональных информационно-аналитических систем поддержки принятия управленческих решений в полном объеме реализована в геоинформационной платформе ЕИПГД.

ЕИПГД представляет собой технологическую программно-аппаратную платформу, которая позволяет организовывать на основе облачных технологий различные отраслевые решения, позволяющие:

- оперировать пространственными, семантическими и документальными

данными, а также данными космического мониторинга;

- обрабатывать все виды данных и строить на их основе произвольные отчеты и другую деловую графику;

- обеспечивать регламентированный сбор информации из различных источников, включая ручной ввод;

- устанавливать регламентированный доступ пользователей ко всем информационным ресурсам и функционалу.

ЕИПГД реализуется на основе базовых программных продуктов исключительно с открытыми исходными кодами с использованием общепринятых международных стандартов и технологий. Все программное обеспечение строится в архитектуре Java Enterprise Edition. Для обеспечения информационного взаимодействия с внешними информационными системами и ресурсами применяются стандарты OGC Web Map Service (WMS), Web Map Tile Service (WMTS), Web Feature Service (WFS) и стандарты для интеграции в сервис-ориентированную архитектуру SOAP.

ЕИПГД позволяет осуществлять размещение информационных ресурсов либо в облачной среде ОАО «Ростелеком» и предоставлять их потребителям, как сервисы, либо на программно-аппаратных мощностях заказчика.

На рис. 4 представлены основные технологические компоненты ЕИПГД.

На функциональном уровне ЕИПГД представляет собой набор следующих компонентов:

- хранилище пространственных и атрибутивных данных, обеспечивающее хранения всех видов данных в промышленной СУБД;

- банк пространственных данных космического мониторинга, предоставляющий возможности по организации единого хранилища данных космического мониторинга для всех пользователей системы;

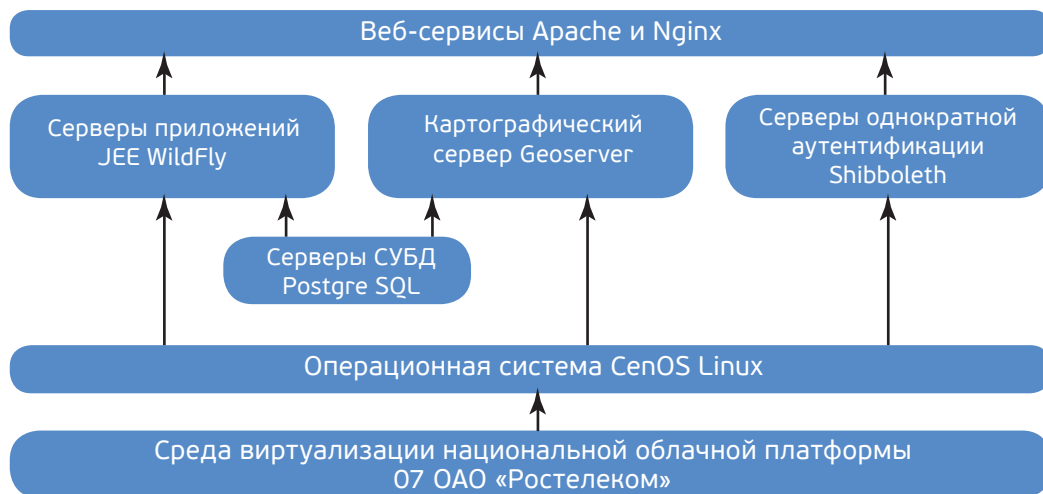


Рис. 4. Архитектура технологических компонентов ЕИПГД

- геопортал, позволяющий осуществлять работу с пространственными данными, их визуализацию и пространственный анализ. Подсистема сервисов работы с данными, включающая в себя средства доступа пользователей к отраслевым сервисам, в том числе описание предметных моделей данных, средства визуализации, редактирования атрибутивных и документальных данных, средства автоматизированного импорта и экспорта всех видов данных, установку прав доступа к информационным ресурсам системы, формирование отчетов и деловой графики и другой функционал, необходимый для работы с отраслевыми решениями или осуществления контрольных полномочий;

- подсистема администрирования прав доступа, позволяющая вести реестры пользователей системы, в том числе с использованием LDAP-каталогов, создавать отраслевые сервисы и предоставлять пользователям общесистемные права доступа к информационным ресурсам и функционалу, осуществлять журналирование всех действий пользователей в системе;

- подсистема мониторинга, осуществляющая постоянный мониторинг работоспособности базового и специализированного программного обеспечения системы;

- интеграционная шина данных, позволяющая интегрироваться в сервис-ориентированной архитектуре с практически любыми внешними информационными системами и ресурсами.

Таким образом, геоинформационная платформа «Единое информационное пространство геоданных» (ЕИПГД) может применяться на уровне регионов, как для создания отдельных отраслевых решений, так и для создания на основе этих сервисов, а также интегрированных с ней существующих информационных систем единого информационного пространства региона и построения комплексной региональной информационно-аналитической системы поддержки принятия управленческих решений, ориентированной на решение задач руководства региона по управлению социально-экономическим состоянием всего региона в целом.

А.А. Мусатов (АО «НИИАА»)

В 1981 г. окончил Московский авиационный институт, факультет прикладной математики, по специальности «инженер-математик». В настоящее время — начальник научно-технического центра информационных систем АО «Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт автоматической аппаратуры им. академика В. С. Семенихина» (АО «НИИАА»).

Некоторые вопросы выбора архитектуры геоинформационной системы при импортозамещении в отрасли ДЗЗ и ГИС

При решении задач импортозамещения в отрасли ДЗЗ и ГИС в системах информационно-телекоммуникационного обеспечения органов государственной власти (ИТКО ОГВ) большое внимание уделяется архитектуре ГИС как основному фактору, обеспечивающему надежное, высокоскоростное, доверенное функционирование ГИС-приложений.

К сожалению, существующие технологии программного обеспечения, такие, как программные платформы Java и Net Framework, применяемые в качестве основы функционирования ГИС, без существенной переработки не позволяют построить доверенную среду для работы ГИС-приложений, обеспечивающую выполнение требований руководящих документов Гостехкомиссии России по соответствию реальных и декларируемых в документации функциональных возможностей.

Для решения поставленных задач АО «НИИАА» разработало архитектуру ГИС, являющейся частью общесистемного программного обеспечения информационной системы ИТКО ОГВ и базирующейся на использовании сервисной шины.

В функции сервисной шины входят:

- поддержка международных протоколов OGC, WMTS, WFS, WCS и др.;
- прием запросов от клиентских ГИС-приложений, реализованных при помощи веб-браузеров, и их передача к серверным веб-приложениям, а также обратная передача результатов обработки запросов;
- обеспечение функционирования ГИС-приложений, с поддержкой отказоустойчивости (обеспечением перезапуска приложения при возникновении критических условий функционирования системы);
- реализация механизма аутентификации пользователей сервисной шины и передача веб-приложению (в том числе удаленному) сведений о вызвавшем его пользователе или ГИС-приложении;
- поддержка механизма маршрутизации передаваемых сообщений, обеспечивающего возможность передачи сообщений через различные промежуточные серверы, на которых функционируют компоненты сервисной шины, в соответствии с настраиваемыми правилами взаимодействия;
- поддержка правил взаимодействия, позволяющих описать маршруты передачи

сообщений и определить правила их обработки;

- предоставление технологических инструментальных средств для настройки перечня объектов и серверов системы, управления списком функционирующих на этих серверах веб-приложений, настройки их параметров, разграничения прав доступа пользователей, ведения правил взаимодействия и др.

Сервисная шина и ее компоненты функционируют в различных операционных системах (Astra Linux, UNIX, MCBC 3.0, MCBC 5.0, ИНТРОС, Free BSD, Android, Solaris, Синтез, ОС "Эльбрус", Windows XP/7/8), на архитектуре Intel, ARM, Эльбрус, System Z и др.

На базе сервисной шины разработано мультиплатформенное ядро ГИС «Горизонт», обеспечивающее:

- создание и обновление геопространственной информации на основе единой объектноориентированной модели (рис. 1а, б);

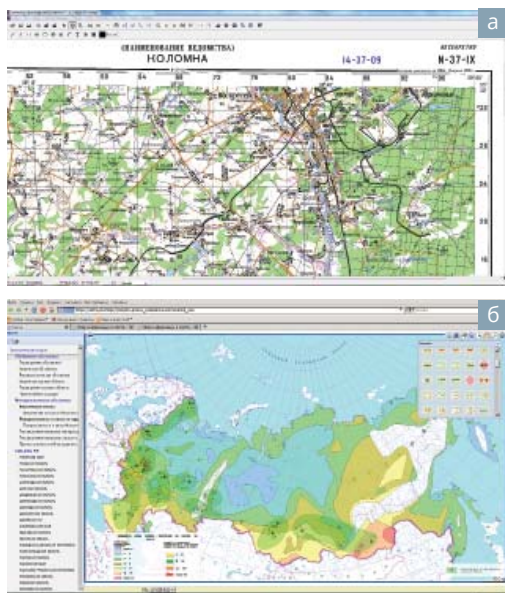


Рис. 1. Примеры создания и обновления ГПИ на основе ООМ: а) автономный режим; б) клиент-серверный режим

- формирование и обновление баз объектноориентированных геопространственных данных, в том числе на основе существующего фонда номенклатурных листов (НЛ) электронных топографических карт (ЭТК) и электронных навигационных карт (ЭНК) (рис. 2а, б);

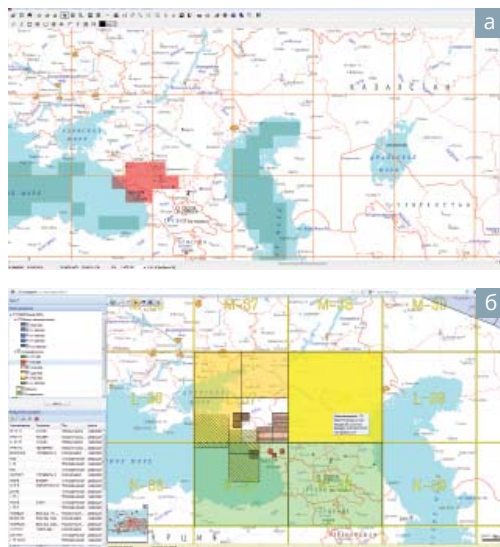


Рис. 2. Примеры формирования и обновления ОО БД ГПИ на основе существующего фонда НЛ ЭТК и ЭНК: а) автономный режим; б) клиент-серверный режим

- создание и обновление по объектноориентированным пространственным данным электронных топографических, морских навигационных, специальных карт и планов городов всего масштабного ряда и пространственных моделей местности в различных форматах и их метаданных (рис. 3);

- хранение и ведение геопространственной информации (ГПИ) в виде объектноориентированной базы данных в среде реляционной СУБД;

- формирование на основе информации объектноориентированной базы единого картографического покрытия на любые

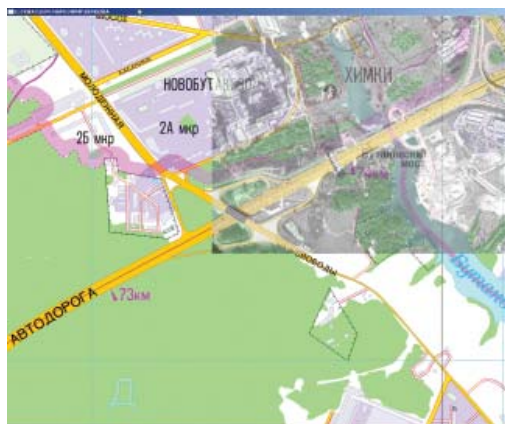
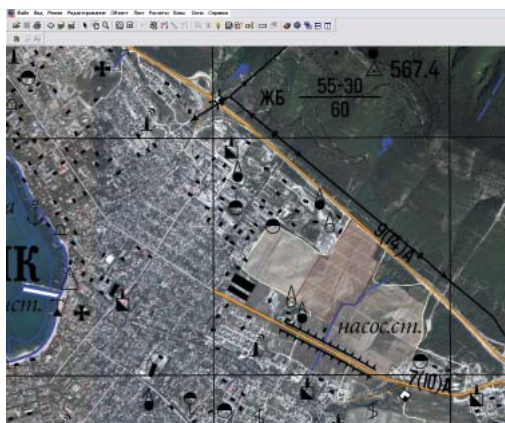


Рис. 3. Примеры создания и обновления по ОО пространственным данным ЭТК, ЭНК, специальных карт и планов городов и их метаданных

участки поверхности Земли в двумерном и трехмерном представлении в векторной и растровой формах в различных системах координат и предоставление этого покрытия пользователям в виде как наборов ГПИ, так и доступа к нему посредством геосервисов для просмотра и скачивания информации (рис. 4);

- возможность поиска геопространственных данных по их метаданным (рис. 5);
- доступ к геопространственным данным путем использования функций программного доступа (рис. 6);

- работу с трехмерными моделями земного шара, включающими различные типы данных – тайловые покрытия, векторные ЭТК, ДЗЗ (рис. 7);

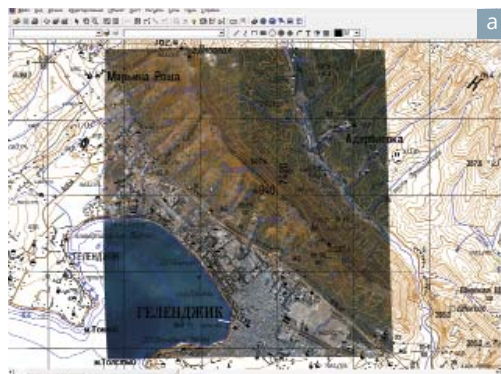


Рис. 4. Примеры формирования на основе информации ОО базы единого картографического покрытия на любые участки поверхности Земли в 2D (а) и 3D (б) представлениях в векторной и растровой формах в различных системах координат: а) двухмерное представление ГПИ; б) трехмерное представление ГПИ

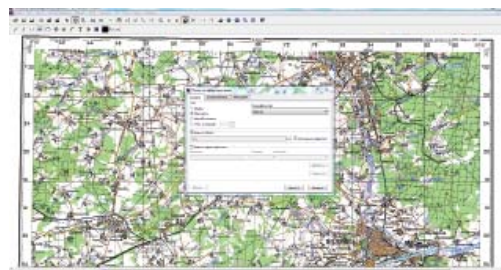


Рис. 5. Пример поиска геопространственных данных по их метаданным. Автономный режим



Рис. 5. Пример поиска геопространственных данных по их метаданным. Клиент-серверный режим



Рис. 6. Пример обеспечения доступа к ГПД путем использования функций программного доступа

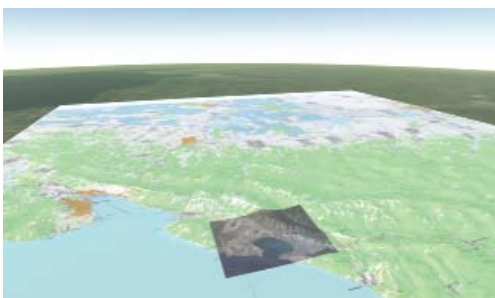


Рис. 7. Пример работы с трехмерными моделями земного шара

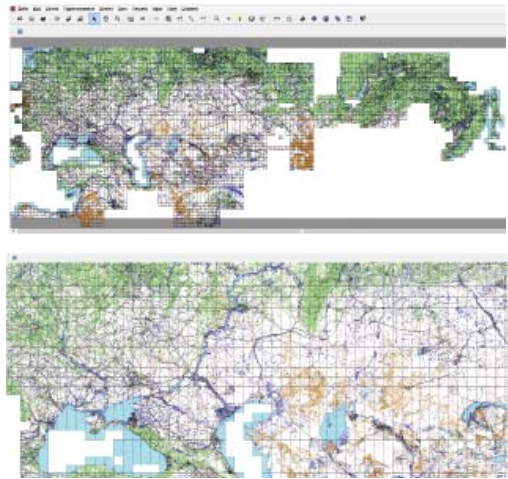


Рис. 8. Пример работы с сверхбольшими сшивками векторных ЭТК в реальном масштабе времени

- работу со сверхбольшими сшивками векторных ЭТК (50 000 НЛ и более) в реальном масштабе времени (рис. 8);
- поддержку языка моделирования для трехмерной визуализации ГПИ.

Весь комплекс приведенных решений по архитектуре ГИС позволяет формировать доверенную отечественную платформу, основанную на применении единых информационных и программных решений.

Геоинформационные системы на базе ядра «Горизонт» сертифицированы по 2-му уровню контроля отсутствия НДВ и взаимному соответствию реальных и декларируемых возможностей, документации присвоена литера «О1», что позволяет их использовать для широкого класса прикладных задач.

Применение в составе приведенной архитектуры оригинальных отечественных решений обеспечивает достижение паритета (по отдельным показателям — превосходства) по отношению к зарубежным аналогам качественных и количественных показателей функционирования ГИС.

А. И. Гаязов (ООО «ГрадоСервис», Казань)

Окончил факультет экологии Казанского государственного университета по специальности «экология». В настоящее время — директор по обработке пространственных данных ООО «ГрадоСервис» (Казань).

И. А. Попов (ООО «ГрадоСервис», Казань)

Окончил факультет истории Казанского государственного университета по специальности «история». В настоящее время — руководитель отдела маркетинга ООО «ГрадоСервис» (Казань).

ГИС ActiveMap GS

как решение для импортозамещения

Проблема замещения импортного программного обеспечения (ПО) отечественными аналогами — это вопрос безопасности Российской Федерации. Несмотря на то что технологии обработки геоданных имеют европейские и американские корни, отечественные разработчики готовы предоставить адекватную замену.

Давно идут разговоры о национальной безопасности и замещении импортных технологий в жизненно важных отраслях. Власти считают рискованным использование зарубежных разработок в государственных органах управления и компаниях. По разным причинам эти продукты могут перестать функционировать или станут представлять угрозу безопасности предприятия и страны, в том числе есть риск утечки данных. Хранение геоданных на зарубежных серверах и в закрытых базах данных может привести к использованию этих данных спецслужбами.

Большой популярностью геоинформационные системы пользуются в стратегически важных отраслях — нефтегазовой, оборонной и ракетно-космической. В связи с введением санкций продукты многих зарубежных разработчиков оказались недоступными для нефтяников и военных.

В нынешней ситуации есть все условия для замещения импорта в области ГИС. Во-первых, импорт стал дороже в два раза; во-вторых, недоступен для некоторых представителей рынка по причинам

информационной безопасности; в-третьих, уровень российских разработок уже не уступает зарубежным. В целом импортозамещение окажет положительное влияние на геоинформационную отрасль, даст дополнительный толчок развитию, доработке и улучшению имеющихся ГИС и сервисов.

Современная отечественная геоинформационная система должна обладать следующими характеристиками:

1. Разработка на территории России силами ее граждан. Это гарантирует защиту информации и независимость от уникальных иностранных кадров.
2. Разработка основана на свободном ПО, которое исключает случаи, когда иностранные разработчики по указу своих органов власти отключают российские компании.
3. Геопортал — программная среда, где пользователи делятся друг с другом геоданными. Это нужно при коллективной работе и для публикации информации для населения.
4. Редактор геоданных. Обработка входящих данных является необходимым условием работы с геоинформатикой.
5. Мобильные приложения. Мобильные устройства позволяют автоматизировать и облегчить труд тех, кто должен вносить новые данные в ГИС. Мобильное приложение предназначено для создания, отправки, получения, просмотра и проверки



Компания «ГрадоСервис» представляет многофункциональную современную геоинформационную систему ActiveMap GS - мощный инструмент для создания собственных карт и геопространственных приложений. ActiveMap GS обеспечивает сбор, визуализацию (как в двумерном так и в трехмерном виде), хранение, обработку и анализ пространственных данных, мониторинг и управление задачами.

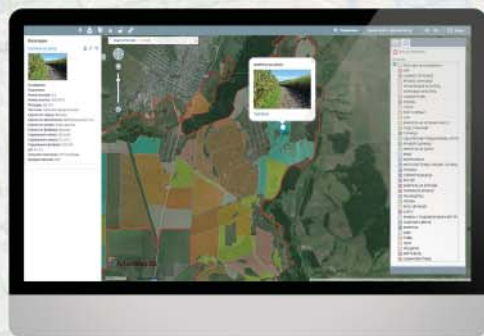
ActiveMap GS – состоит из следующих компонентов, использующих общие данные:

1. **Геопортал** (MapSurfer GS) для редактирования и визуализации пространственных данных в Web браузере как персональных компьютеров, так и мобильных устройств.

2. **Геоинформационный редактор** с расширенными возможностями (MapEditor GS), предназначенный для коллективной работы операторов и ГИС специалистов с пространственными и описательными данными. Редактор работает в сетевом режиме с контролем доступа и ведением истории правок.

3. **Мобильное приложение** геоконтроля исполнительской дисциплины (MapMobile GS) для создания, получения и выполнения задач с отображением на карте.

4. **Комплект средств разработки** для развития функциональности компонентов ActiveMap GS и её интеграции с другими системами.



Компания «ГрадоСервис» также развивает специализированные приложения: для контроля передвижных единиц - AutoMap GS, для моделирования объектов инфраструктуры и природных процессов в трехмерном пространстве - GlobalMap GS.

Успешно применяют:



ООО УК "Просто
молоко"



ГБУ "Автомобильные
дороги" г. Москвы



ИКМО г.Казань



ГКУ "Главтатдортранс"

задач с отображением их на карте. Отличительная черта мобильных приложений — независимость от доступа к Интернету (для тех районов, где нет связи, а работа приложения должна быть обеспечена) или работа в реальном времени с сервером при наличии доступа.

6. Работа ГИС по типу SaaS (Software as a service). Данный вариант позволяет осуществить с минимальными затратами совместную распределенную работу множества пользователей, например находящихся в разных городах. Дополнительно работа ПО типа SaaS снижает первичные затраты на внедрение системы и покупку оборудования. Для пользователя достаточно иметь компьютер, планшет или смартфон с подключением к сети Интернет и установленным веб-браузером. Все операции производятся мощностями сервера, на котором установлена ГИС.

7. Масштабируемость и скорость запуска. ГИС должна быть гибкой. Если нужно увеличить количество пользователей и организаций, разработчики должны обеспечить это в разумные сроки. При этом процесс должен быть не трудозатратным.

8. Универсальность. ГИС, как правило, нужна для работы в связке с другим программным обеспечением. Это может быть учетная система, компоненты телеметрии, CRM (Customer Relationship Management). Совместимость обеспечивает API (Application Programming Interface) и SDK (Software Development Kit).

Есть российские ГИС, которые соответствуют критериям импортозамещения. Остановимся подробнее на продукте ActiveMap GS от компании «ГрадоСервис». Эта ГИС стала результатом порядка 10 лет работы над разноотраслевыми проектами («Учет сельскохозяйственных угодий и агротехнических мероприятий», «Автоматизированная система управления производством и содержанием

автомобильных дорог», «Система автоматизированного учета рекламных конструкций») как результат объединения наработанных технологий в универсальную систему.

ActiveMap GS — это система геомониторинга, осуществляющая сбор, регистрацию, обработку, хранение и анализ данных, мониторинг и управление задачами и сообщениями, учет любых объектов и территорий.

ActiveMap GS является клиент-серверной геоинформационной системой, основанной на программном обеспечении с открытым исходным кодом и компонентах собственной разработки. Система представляет собой комплекс взаимосвязанных компонентов. ActiveMap GS отвечает самым современным требованиям к ГИС и включает в себя передовые технологии в данной области. Компоненты ActiveMap GS развиваются с 2006 г., и на февраль 2015 г. имеют продакшн-версию номер 2.9 от 22 декабря 2014 г.

Состав ActiveMap GS можно представить в виде следующей схемы (рис. 1):

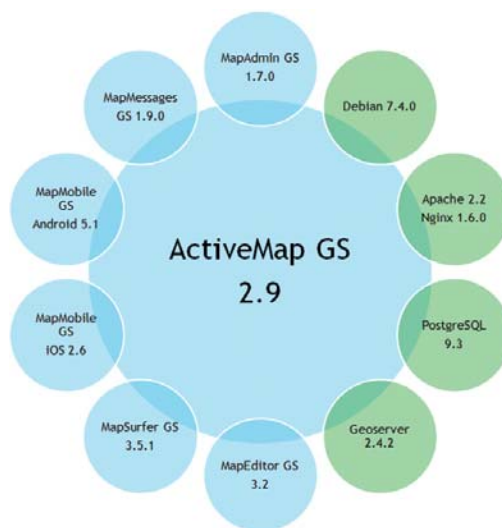


Рис. 1. Состав ActiveMap GS

Серверная часть системы геомониторинга ActiveMap GS для стабильной работы использует наиболее развитое и хорошо зарекомендовавшее себя свободное ПО с открытым исходным кодом. Сервер управляется операционной системой Debian 7.4.0.

Данные хранятся и обрабатываются с помощью свободной мультиплатформенной объектно-реляционной системой управления базами данных PostgreSQL с географическим расширением PostGIS, позволяющим хранить геоданные и манипулировать ими. PostGIS поддерживает стандарты, рекомендованные Open Geospatial Consortium (OGC). В качестве WMS сервиса используется мультиплатформенный Geoserver, имеющий мощные средства оформления слоев, уменьшения нагрузки на сервер и удобный REST интерфейс, также использующий стандарты OGC.

Использование свободного программного обеспечения:

- снижает зависимость от операционных систем и баз данных;
- устраняет санкционные риски;

- уменьшает стоимость приобретения и владения системой;
- увеличивает гибкость системы в целом;
- расширяет круг специалистов, которые могут настраивать и проводить интеграцию системы ActiveMap GS.

ПОЛНОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГИС

ActiveMap GS является полнофункциональной геоинформационной системой. Она включает в свой состав пространственную базу данных, геоинформационный портал, программный модуль администрирования системы, настольный редактор растровой и векторной графики, мобильные приложения, средства пространственного анализа данных. Дополнительные модули — система пространственного трехмерного моделирования и система мониторинга транспорта (рис. 2).

Это позволяет ActiveMap GS справляться практически со всеми задачами, которые могут встать перед геоинформационной системой. Использование веб-части, настольных редакторов, мобильных

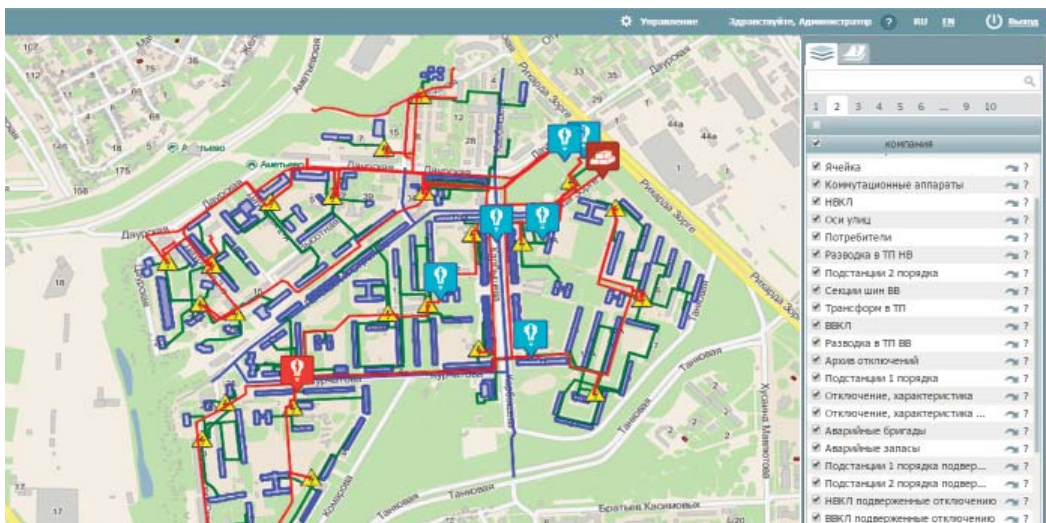


Рис. 2. Управление сообщениями и ремонтными бригадами с помощью системы геомониторинга ActiveMap GS

приложений существенно расширяет сферу применения системы, а также позволяет использовать ее в различных условиях. Данные из разных программных модулей синхронизируются с серверной частью, что упрощает сбор и обработку информации. Поговорим ниже о составных элементах комплекса ActiveMap GS. Более подробную информацию можно получить на сайте компании – разработчика ООО «ГрадoСервис»: <http://gradoservice.ru/city/>

ГЕОПОРТАЛ MapSurfer GS

Геопортал имеет панель администратора. В ней настраивают права доступа, роли пользователей, управляют слоями. Геопортал работает в браузере, доступно редактирование информационных слоев без установки приложений.

Программный модуль геоинформационного портала представляет собой многофункциональный программный инструмент для визуализации пространственных данных, публикации и отображения геоинформационных ресурсов, разработки

пользовательских порталных приложений на основе веб-технологий как для персональных компьютеров, так и для мобильных устройств представления (рис. 3).

Программный модуль обеспечивает публикацию базовых картографических слоев, динамически обновляемых специализированных слоев, космических снимков, данных дистанционного зондирования Земли; создание тематических картографических и табличных отчетов на основе пространственных и атрибутивных данных.

НАСТОЛЬНЫЙ РЕДАКТОР MapEditor GS

Профессиональный настольный (desktop-based) редактор MapEditor GS представляет собой полнофункциональный геоинформационный редактор, предназначенный для коллективной работы операторов и ГИС-специалистов с пространственными и табличными данными, для чего содержит инструменты визуализации и навигации, создания и редактирования объектов, измерения расстояний между объектами, измерения площадей объектов, просмотра

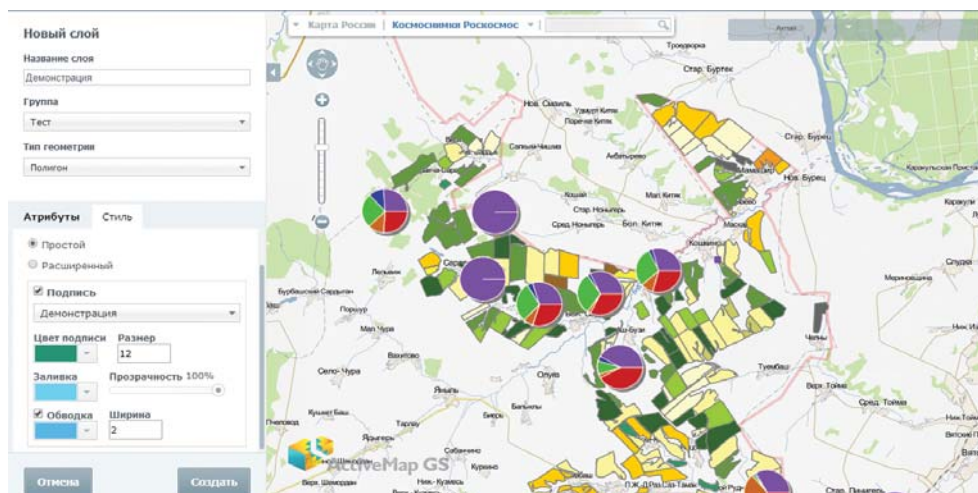


Рис. 3. Момент создания слоя на геопортале

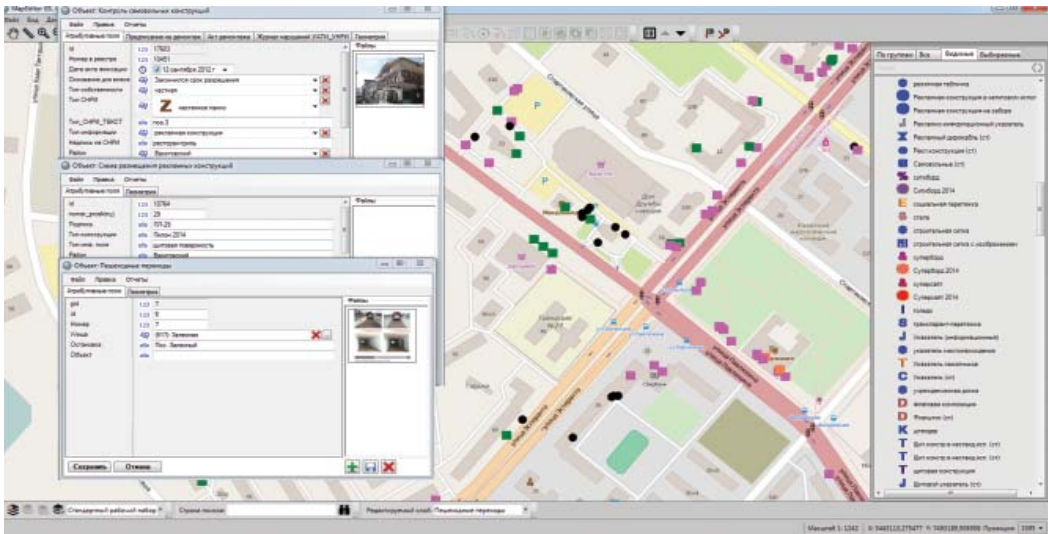


Рис. 4. Работа системы по учету рекламных конструкций г. Казань

прикрепленных к объектам файлов (изображений, документов и других типов файлов), работы с атрибутивной информацией.

MapEditor GS позволяет организовать работы по созданию и редактированию различных тематических слоев и управлению ими. Поскольку MapEditor GS интегрирован с MapSurfer GS, управление правами пользователей, а также создание слоев и их групп могут осуществляться через панель администратора MapSurfer GS. Все действия по редактированию слоев в MapSurfer GS фиксируются в истории правок (рис. 4).

В MapEditor GS реализованы широкие возможности по детальному редактированию геометрии объектов слоев на карте.

Программа обладает широкими возможностями экспорта и импорта данных (экспорт данных в форматы SHP, TAB, MapInfo Interchange Format, GeoJSON, SQLite, файл Microsoft Excel, DBF, текстовый файл; импорт данных из форматов SHP, TAB, MapInfo Interchange Format, GeoJSON, SQLite, DBF, файлов Microsoft Excel; файлов формата JPEG со стандартом EXIF).

В редакторе реализованы возможности формирования различных видов отчетов по табличным данным с использованием дизайнера отчетов FastReport.NET.

В редакторе также реализованы возможности печати картографических изображений.

В MapEditor GS, также как и в MapSurfer GS, реализовано расширение функциональных возможностей путем написания модулей сторонними разработчиками с использованием API и SDK.

МОБИЛЬНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ iOS и Android

Для мобильного сбора данных на территории, а также для того, чтобы все геоинформационные данные были доступны специалистам, где бы они ни находились, разработано семейство мобильных приложений (рис. 5) для смартфонов под управлением операционных систем iOS и Android.

Приложения позволяют решать следующие задачи:

- сбор информации о различных событиях, проблемах и нарушениях в режиме реального времени (с возможностями добавления медиафайлов, выполнения географической привязки полученных данных и синхронизации с серверной СУБД);
- формирование заданий для сотрудников ответственных ведомств;
- обратная связь и контроль над выполнением заданий;
- формирование статистики и количественной динамики по заданиям;
- визуализация геоинформационных данных в онлайн- и офлайн-режимах;
- кэширование участков карты (автоматическое и явное кэширование) (рис. 5).



Рис. 5. Виды мобильных приложений

РАБОТА ПРИЛОЖЕНИЙ В ОФЛАЙН-РЕЖИМЕ С КЭШИРОВАНИЕМ СЛОЕВ И ПОДЛОЖКИ

В мобильных приложениях реализованы широкие возможности по работе с геоинформационными данными:

- визуализация геоинформационных данных в режимах онлайн и офлайн;
- кэширование участков карты (автоматическое и явное кэширование);
- получение картографической информации (списка слоев, объектов и их атрибутивных данных в выбранной точке карты);
- сохранение на мобильном устройстве

информационных слоев для работы в условиях отсутствия связи.

Демонстрационные системы ActiveMap GS доступны на следующих веб-сайтах:

<http://gradoservice.ru/service>
<http://gradoservice.ru/dorhoz>
<http://gradoservice.ru/road>
<http://gradoservice.ru/leshoz>
<http://gradoservice.ru/selhoz>

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Подключение программного модуля GlobalMap GS позволяет легко визуализировать в трехмерном виде данные государственных и корпоративных информационных систем, интегрированных с MapSurfer GS, например объекты инфраструктуры, рекламные щиты, несанкционированные свалки, предприятия розничной торговли, строительные площадки, сетевые структуры (линии оптоволоконной связи, водопроводных труб и т. д.) (рис. 6).

КОНТРОЛЬ НАД ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ ТРАНСПОРТА И НЕ ТОЛЬКО

Подключение программного модуля AutoMap GS позволяет контролировать перемещение транспортных средств и расход топлива, просматривать историю перемещения транспорта, вести учет технических характеристик автопарка, создавать маршруты для отдельного транспортного средства и группы ТС, управлять задачами и получать отчеты (рис. 7).

Доступ к демонстрационной версии программы осуществляется по адресу <http://automapdemo.geo4.me/login> (во вкладке администрирование), логин и пароль — demoall.

На рис. 7 представлен графический отчет о движении транспортного средства.

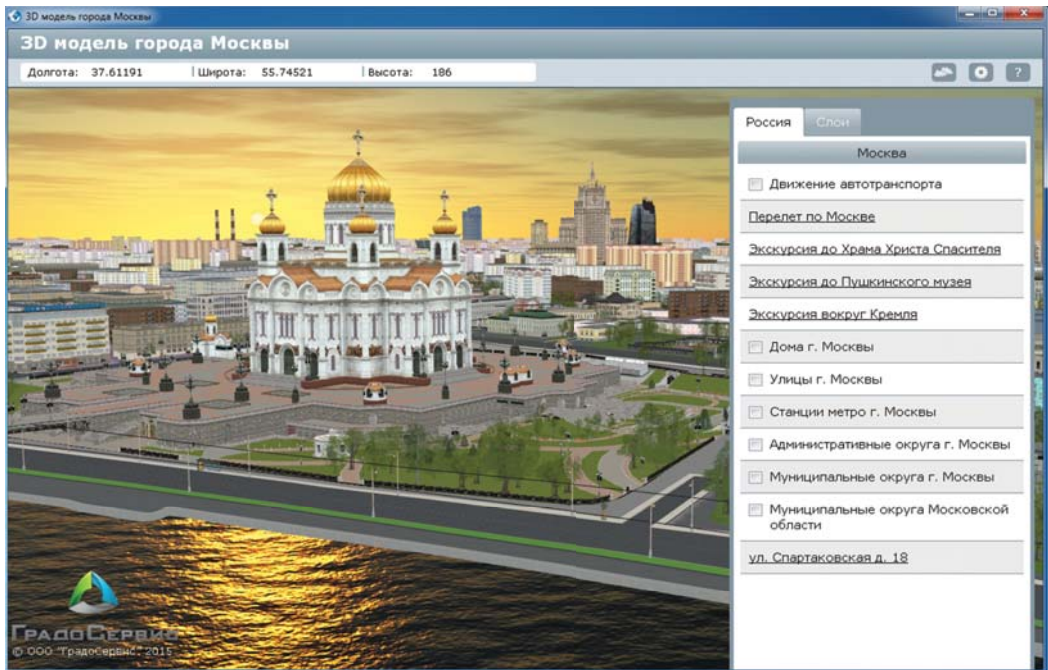


Рис. 6. Примеры видов трехмерной модели Москвы. Демонстрационная версия доступна на сайте <http://3d.gradoservice.ru>

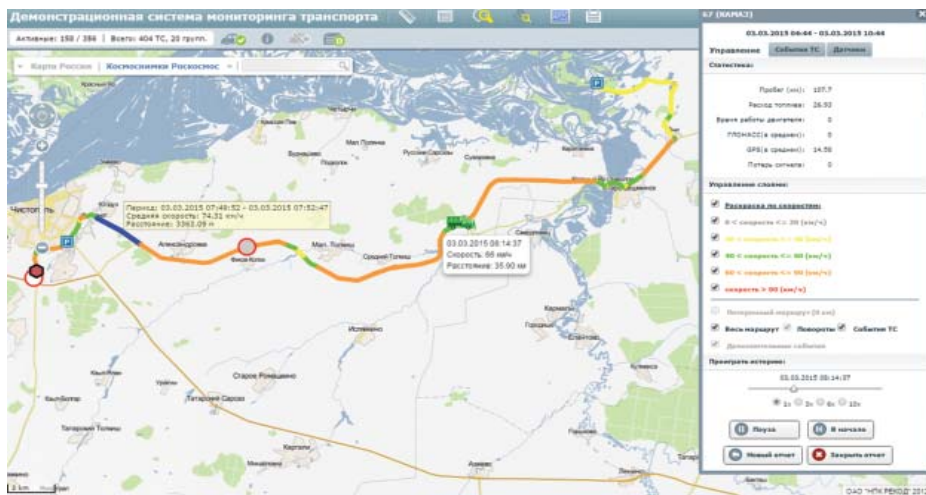


Рис. 7. Графический отчет о движении транспортного средства

РАБОТА В ОБЛАКЕ И НА СЕРВЕРЕ

ActiveMap GS может быть поставлена как в облачной, так и в коробочной версии. При установке коробочной версии вся система переносится на подготовленный сервер заказчика, она может работать внутри корпоративной сети. Использование облачных технологий для работы ActiveMap GS обеспечивает легкое обновление и масштабирование системы.

БЫСТРЫЙ ЗАПУСК ОБЛАКА ЧЕРЕЗ СИСТЕМУ STORE

Компанией «ГрадоСервис» реализована система Store, которая позволяет запускать в облаке экземпляр системы ActiveMap GS, настроенной индивидуально для каждого клиента за считанные минуты. К системе автоматически заводится биллинг-аккаунт, который позволяет управлять настройками использования облачного сервиса, а также вопросами его оплаты.

Высокая скорость создания ActiveMap GS через систему Store позволила создать

компании партнерскую сеть. Информация о партнерах компании доступна на странице сайта <http://gradoservice.ru/o-kompanii/partnery>

Api

ActiveMap GS обладает набором Api и SDK, которые позволяют сторонним интеграторам использовать систему для разработки собственных прикладных ГИС либо расширения функционала ActiveMap GS и обеспечивают доступ к внутренним функциям вышеуказанных программных модулей.

Благодаря данным инструментам можно самостоятельно разрабатывать приложения к ActiveMap GS, расширяя его функции. Также можно разработать интерфейс взаимодействия между ActiveMap GS и любой другой системой.

В результате использования отечественных ГИС мы получаем защищенность от колебаний курса валют и санкций. Российские технологии обеспечивают поддержку экономики и развитие ИТ-отрасли страны. Компания, использующая ActiveMap GS, получает функциональный продукт, построенный на современных технологиях.



12-я Международная выставка
геодезии, картографии,
геоинформатики

13–15 октября 2015

**Москва,
ВДНХ (ВВЦ),
павильон 75**



Забронируйте стенд
на сайте

www.geoexpo.ru

Реклама



Тел.: +7 (495) 935 81 00
E-mail: geoformexpo@ite-expo.ru

Генеральный
информационный спонсор:



GIS-FORUM: космический мониторинг и веб-сервисы для управления агропромышленным комплексом регионов



В рамках III Международного GIS-Forum «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий» пройдут два тематических семинара по использованию геоинформационных технологий и космического мониторинга для эффективного управления сельскохозяйственным производством (рис.).

Участники семинара «Современные геоинформационные веб-сервисы для сельского хозяйства» ознакомятся с новой разработкой компании «Совзонд» — интеллектуальной геоинформационной платформой «Геоаналитика» и реализованным на ее базе сервисом сельскохозяйственного мониторинга.

В ходе семинара «Космический мониторинг для управления агропромышленным комплексом регионов» специалисты компании «Совзонд» продемонстрируют положительный опыт реализации проектов компании в регионах России (Калужская, Московская области и др.). Также вниманию участников будет представлен новый сервис компании BlackBridge, который гарантированно позволяет получать качественные

данные о состоянии сельскохозяйственных земель и посевов по снимкам высокого разрешения 3–5 раз в течение вегетационного сезона.

Другие интересные темы GIS-Forum для специалистов агропромышленного комплекса:

- ГИС для сельского хозяйства — опыт использования.
- Уникальные онлайн-сервисы автоматизированной фиксации изменений земной поверхности по данным многократной космической съемки.
- Супермультиспектральные спутники сверхвысокого разрешения — новейшие системы космического мониторинга.
- Big Data — особенности сбора, хранения и обработки данных.
- Как интегрировать геопространственные данные, полученные из разных источников.

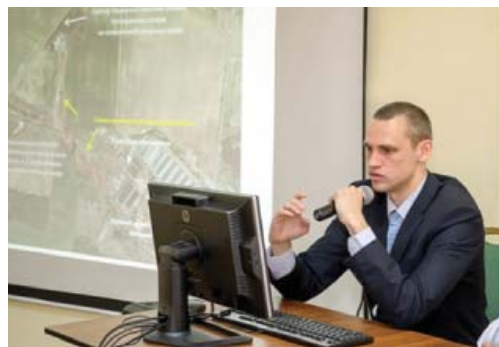


Рис. Семинар «Геоинформационные технологии для управления сельскохозяйственным предприятием» в рамках GIS-Forum 2014 г.

Создание корпоративных ГИС на базе открытого программного обеспечения

В последнее время все больше организаций задумываются об использовании открытого программного обеспечения (ПО) в качестве основы для создания информационных систем. Открытое ПО позволяет минимизировать затраты на развертывание системы из-за отсутствия необходимости приобретения лицензий. Благодаря открытому исходному коду организация получает возможность самостоятельно адаптировать программное обеспечение под новые задачи, не попадая в зависимость от компании-разработчика.

В рамках III Международного GIS-Forum «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий» пройдет семинар «Создание корпоративных ГИС на базе открытого программного обеспечения».

Основные темы семинара:

- Плюсы и минусы использования открытого ПО для создания ГИС.
- Политика лицензирования, применяемая для открытых ГИС.
- Наиболее распространенные в настоящее время открытые настольные и серверные ГИС (QGIS, GeoServer, Mapnik и др.).
- Возможные сложности при переходе с коммерческого на открытое ПО.
- Решения компании «Совзонд», построенные на базе открытых ГИС.

Последняя из указанных тем будет посвящена как конкретным проектам, выполненным компанией «Совзонд» с использованием открытых ГИС, так и готовым сервисам и

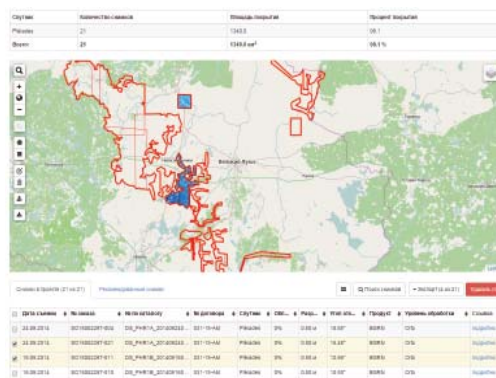


Рис. 1. Интерфейс веб-сервиса «СХД-Гео»



Рис. 2. Интерфейс веб-сервиса «Геоаналитика.Агро»

продуктам, предлагаемых заказчикам (СХД-ГЕО, Геоаналитика.Агро).

Семинар будет интересен пользователям, перед которыми стоит задача выбора программной платформы ГИС, а также всем желающим расширить свои представления о современных ГИС.

Семинар «Технологии Геоскан» для аэрофотосъемки и моделирования местности.

GEOSCAN

2–3 апреля 2015 г. состоится семинар «Технологии «Геоскан» для аэрофотосъемки и моделирования местности», организуемый группой компаний «Геоскан» в Санкт-Петербурге.

Тематика мероприятия:

- Беспилотная аэрофотосъемка;
- Фотограмметрия;
- Трехмерное моделирование местности.

В программе семинара:

- Доклады о применении беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных отраслях (картография, маркшейдерия, дорожное хозяйство, сельское хозяйство, муниципальное хозяйство, мониторинг строительных работ, мониторинг ЛЭП, мониторинг чрезвычайных ситуаций).

- Доклады пользователей комплексов «Геоскан» о выполненных работах, обмен опытом.

- Демонстрация образцов БПЛА серии «Геоскан» и новой версии ПО наземной системы управления.

- Демонстрация возможностей ГИС «Спутник».

- Обзор новых опций ПО Agisoft Photoscan Pro.

- Показательные полеты.

Цель мероприятия:

Продемонстрировать новые образцы беспилотной серии «Геоскан», обсудить проекты, выполненные с помощью БПЛА, выполнить

показательные полеты, посмотреть новые возможности ПО Agisoft Photoscan и ГИС «Спутник», обменяться профессиональным опытом.

Одними из самых интересных направлений семинара являются тепловизионная съемка с БПЛА, технологии мониторинга ЛЭП и дорожной инфраструктуры, визуализация и анализ данных, зарубежный опыт применения российских беспилотных систем «Геоскан».

Семинар пройдет в гостинице «Спутник», по адресу: Санкт-Петербург, м. «Площадь Мужества», пр. Тореза, д. 36. Требуется предварительная регистрация.



Рис. а) Стенд компании «Геоскан»;
б) запуск БПЛА

Новосибирск
Россия



Novosibirsk
Russia

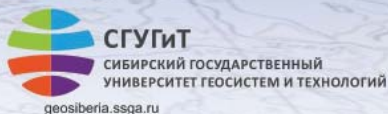
20 – 22 апреля 2015

Интерэкспо Гео-Сибирь

XI Международная выставка
и научный конгресс "Электронное
геопространство на службе общества"

XI International Exhibition
and Scientific Congress "Open-Source
Geospatial Solutions for Public Benefits"

Организаторы / Organizers



Партнер Форума / Partner of the Forum

**NOVOSIBIRSK
EXPO CENTRE**

Официальная поддержка / Official support



EAGE



GIM
INTERNATIONAL

Российская группировка ДЗЗ

(по состоянию на 01.03.2015 г.)

«КАНОПУС-В» №1



Космический аппарат (КА) «Канопус-В» предназначен для обеспечения оперативной информацией подразделений Федерального космического агентства, Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральной службы

по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Российской академии наук и других ведомств.

Решаемые задачи:

- мониторинг техногенных и природных чрезвычайных ситуаций;
- мониторинг сельскохозяйственной деятельности и водных объектов;
- картографирование и землепользование;
- оперативное наблюдение заданных районов земной поверхности.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА

Дата запуска: 22 июля 2012 г.		
Стартовая площадка: космодром Байконур		
Средство выведения: РН «Союз-У»		
Разработчик: ОАО «Корпорация ВНИИЭМ»		
Оператор: НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»		
Масса, кг	465	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	510
	Наклонение, град.	97,4
Расчетный срок функционирования, лет	5	

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Режим съемки	Панхроматический (ПСС)	Мультиспектральный (МСС)
Спектральный диапазон, мкм	0,54–0,86	0,46–0,52 (зеленый) 0,51–0,60 (оранжевый) 0,63–0,69 (красный) 0,75–0,84 (ближний ИК)
Пространственное разрешение (в надире), м	2,1	10,5
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	12	
Ширина полосы обзора, км	23	20
Производительность съемки, тыс кв. км/сут.	Более 500	
Периодичность съемки, сут.	4–16	
Возможность получения стереопары	Да, со смежных витков	

«РЕСУРС-ДК1»



КА «Ресурс-ДК1» предназначен для ДЗЗ поверхности с целью получения в масштабе времени, близком к реальному, высокоинформативных изображений в видимом диапазоне спектра. Информация оперативно доставляется по радиоканалу с последующим представлением ее после тематической обработки широкому кругу потребителей.

Решаемые задачи:

- создание и обновление топографических и специальных карт и планов;
- инвентаризация и контроль строительства объектов инфраструктуры транспортировки и добычи нефти и газа;

- выполнение лесоустроительных работ, инвентаризация и оценка состояния лесов;
- инвентаризация сельскохозяйственных угодий;
- обновление топографической основы для разработки проектов генеральных планов перспективного развития городов, схем территориального планирования муниципальных районов;
- инвентаризация и мониторинг состояния транспортных, энергетических коммуникаций;
- информационное обеспечение рационального природопользования и хозяйственной деятельности;
- оперативный контроль чрезвычайных ситуаций.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА

Дата запуска: 15 июня 2006 г.		
Стартовая площадка: космодром Байконур		
Средство выведения: РН «Союз-У»		
Разработчик: АО «РКЦ «Прогресс»		
Оператор: НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы» (Россия)		
Масса, кг	6570	
Орбита	Тип	Эллиптическая
	Высота, км	360–604/590*
	Наклонение, град.	70,4
Расчетный срок функционирования, лет	3	

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Режим съемки	Панхроматический (ПСС)	Мультиспектральный (МСС)
Спектральный диапазон, мкм	0,58–0,80	0,50–0,60 (зеленый) 0,60–0,70 (красный) 0,70–0,80 (ближний ИК)
Пространственное разрешение (в надире), м	1/2,8*	2–3/3–5*
Максимальное отклонение от надира, град.	30	
Радиометрическое разрешение, бит/пиксель	10	
Ширина полосы обзора, км	28,3	
Производительность съемки, млн кв. км/сут.	1	
Периодичность съемки, сут.	6	
Возможность получения стереопары	Да, с соседних витков	
Формат файлов	GeoTIFF	

* До/после сентября 2011 г.

«РЕСУРС-П» №1, №2



КА «Ресурс-П» предназначены для дистанционного зондирования земной поверхности с целью получения в масштабе времени, близком к реальному, высокоинформативных изображений в видимом диапазоне спектра. Оптико-электронная аппаратура высокого разрешения дополнена гиперспектральной съемочной аппаратурой (ГСА) и комплексом широкозахватной мультиспектральной съемочной аппаратуры высокого (ШМСА-ВР) и среднего (ШМСА-СР) разрешения. Запуск «Ресурс-П» №3 запланирован на 2015 г.

Решаемые задачи:

- составление и обновление общегеографических, тематических и топографических карт;

- контроль загрязнения окружающей среды, в том числе экологический контроль в районах геолого-разведочных работ и добычи полезных ископаемых, контроль водоохранных и заповедных районов;

- инвентаризация природных ресурсов (сельскохозяйственных и лесных угодий, пастбищ, районов промысла морепродуктов), создание земельного кадастра и контроль хозяйственных процессов для обеспечения рациональной деятельности в различных отраслях хозяйства;

- информационное обеспечение поиска нефти, природного газа, рудных и других месторождений полезных ископаемых;

- контроль застройки территорий, получение данных для инженерной оценки местности в интересах хозяйственной деятельности;

- информационное обеспечение для прокладки магистралей и строительства крупных сооружений, автомобильных, железных дорог, нефте- и газопроводов, систем связи;

- обнаружение незаконных посевов наркосодержащих растений и контроль их уничтожения;

- оценка ледовой обстановки;

- наблюдение районов чрезвычайных ситуаций с целью мониторинга стихийных бедствий, аварий, катастроф, а также оценки их последствий и планирования восстановительных мероприятий.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА

Дата запуска: 25 июня 2013 г. («Ресурс-П» №1), 26 декабря 2014 г. («Ресурс-П» №2)		
Стартовая площадка: космодром Байконур		
Средство выведения: РН «Союз-У»		
Разработчик: АО «РКЦ «Прогресс»		
Оператор: НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»		
Масса, кг	2258	
Орбита	Тип	Круговая солнечно-синхронная
	Высота, км	475
	Наклонение, град.	97,276
Расчетный срок функционирования, лет	5	

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Режим съемки	Оптико-электронная аппаратура высокого разрешения		ШМСА		ГСА
	Панхроматический	Мульти-спектральный	ШМСА-ВР	ШМСА-СР	
Спектральный диапазон, мкм	0,58–0,80	0,45–0,52 (синий) 0,52–0,60 (зеленый) 0,61–0,68 (красный) 0,72–0,80; 0,67–0,70; 0,70–0,73 (красный+ ближний ИК)	Панхроматический 0,43–0,70 Мультиспектральный 0,43–0,51 (синий) 0,51–0,58 (зеленый) 0,60–0,70 (красный) 0,70–0,90 (ближний ИК-1) 0,80–0,90 (ближний ИК-2)		0,4–1,1 (не менее 96 спектральных каналов)
Пространственное разрешение (в надире), м	1	3–4	12 (панхроматический) 24 (мульти-спектральный)	60 (панхроматический) 120 (мульти-спектральный)	25
Точность геопозиционирования, м	СЕ90 моно = 3,1–21				
Ширина полосы съемки, км	38		96	480	25
Ширина полосы обзора, км	950		1300		950
Производительность съемки, млн кв. км/сут.	1				
Периодичность съемки, сут.	3				

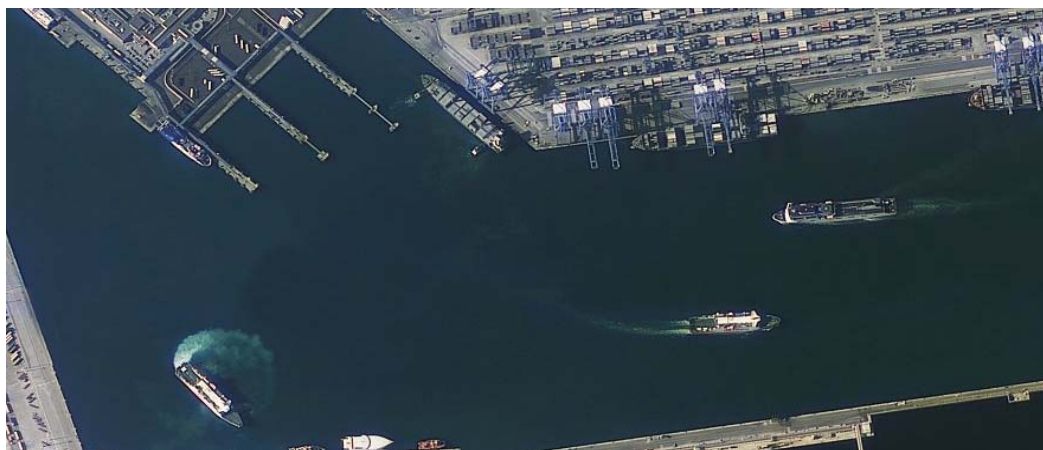


Рис. Альхесирас, Испания. 07.01.2015 г. Космический снимок со спутника «Ресурс-П» №2 (мультиспектральное изображение; информация получена и обработана НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»)

«МЕТЕОР-М» №2



В 2009 г. в России начала разворачиваться космическая система гидрометеорологического назначения «Метеор-ЗМ». Первым был запущен спутник «Метеор-М» №1, который был предназначен для получения космической информации ДЗЗ в интересах оперативной метеорологии, гидрологии, агрометеорологии, мониторинга климата и окружающей среды. В 2014 г. спутник был выведен из эксплуатации. 8 июля 2014 г. на орбиту был выведен спутник «Метеор-М» №2, оснащенный гидрометеорологической аппаратурой и аппаратурой оперативного мониторинга, в которой Комплекс многоканальной спутниковой съемки (КМСС), состоящий из 2 камер и многоканального сканирующего устройства малого разрешения (МСУ).

Решаемые задачи:

- анализ и прогноз погоды в региональном и глобальном масштабах;
- анализ и прогноз состояния акватории морей и океанов, включая контроль ледовой обстановки;
- анализ и прогноз условий для полета авиации;
- анализ и прогноз гелиогеофизической обстановки в околоземном космическом пространстве (ОКП), состояния ионосферы и магнитного поля Земли;
- мониторинг климата и глобальных изменений;
- контроль чрезвычайных ситуаций;
- экологический мониторинг окружающей среды.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА

Дата запуска: 8 июля 2014 г.		
Стартовая площадка: космодром Байконур		
Средство выведения: РН «Союз-2»		
Разработчик: ОАО «Корпорация ВНИИЭМ»		
Оператор: НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»		
Масса, кг	2900	
Орбита	Тип	Солнечно-синхронная
	Высота, км	832
	Наклонение, град.	98,8
Расчетный срок функционирования, лет	5	

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Режим съемки	КМСС		МСУ-МР
	МСУ-100	МСУ-50	
Спектральный диапазон, мкм	0,535–0,575 (зеленый) 0,63–0,68 (красный) 0,76–0,90 (ближний ИК)	0,37–0,45 (зеленый) 0,45–0,51 (красный) 0,58–0,69 (ближний ИК)	0,5–0,7 (красный) 0,7–1,1 (ближний ИК) 1,6–1,8 (средний ИК) 3,5–4,1 (средний ИК) 10,5–11,1 (дальний ИК) 11,5–12,5 (дальний ИК)
Пространственное разрешение (в надири), м	54	116	1000
Ширина полосы обзора, км	946	943	2900
Периодичность съемки, сут.	2		

«ЭЛЕКТРО-Л»



Первый геостационарный спутник системы гидрометеорологического назначения, предназначенный для оперативного получения изображений облачности и подстилающей поверхности Земли, «Электрон-Л» (международное наименование GOMS №2) был запущен в 2011 г. Спутник обеспечивает мультиспектральную съемку всего диска Земли в видимом и инфракрасном диапазонах. Штатная периодичность съемки — 30 минут. В случае наблюдения стихийных явлений периодичность съемки (по командам с Земли) может быть доведена до 10–15 минут. Кроме того, на КА «Электрон-Л» возлагаются задачи получения гелиогеофизических данных, ретрансляции и обмена метеоинформацией, а также приема и ретрансляции данных от автономных метеорологических платформ и сигналов аварийных буев системы КОСПАС-SARSAT. 31 марта 2014 г. у спутника «Электрон-Л» возникли

проблемы с системой ориентации и стабилизации, вследствие чего ухудшилась точность стабилизации космического аппарата относительно заданной ориентации. С конца октября 2014 г. разработчикам удалось стабилизировать аппарат для работы в сокращенном режиме. В дневное время основной прибор «Электрон-Л» МСУ-ГС осуществляет до 11 включений с интервалом в 30 минут.

Решаемые задачи:

- получение данных о гелиогеофизической обстановке на высоте орбиты КА для решения задач гелиогеофизического обеспечения;
- выполнение телекоммуникационных функций по распространению, обмену гидрометеорологическими и гелиогеофизическими данными и ретрансляции информации с платформ сбора данных;
- сбор и ретрансляция гидрометеорологической и служебной информации.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КА

Дата запуска: 20 января 2011 г.		
Стартовая площадка: космодром Байконур		
Средство выведения: РН «Зенит»		
Разработчик: ФГУП «НПО им. С. А. Лавочкина»		
Оператор: НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы»		
Масса, кг	2200	
Орбита	Тип	Геостационарная
	Точка стояния	76° в. д.
	Наклонение, град.	10
Расчетный срок функционирования, лет	10	

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЪЕМОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Спектральный диапазон, мкм	1,46–0,7 (видимый диапазон, 3 канала); 0,6–0,7 — 10,5–12,5 (ИК, 7 каналов)
Пространственное разрешение, м	1000 (в видимом диапазоне) 4000 (в инфракрасном диапазоне)
Ширина полосы обзора	Вся видимая часть земного шара

ПОДПИСКА

на журнал «Геоматика» 2015

1. На почте в любом отделении связи.

Каталог агентства «Роспечать».

Полугодовой подписной индекс — 20609, цена – 435 р. / 2 номера.

2. По системе адресной подписки.

а) Заполните платежный документ (указав количество журналов, общую стоимость).

Стоимость 1 номера: 217 р. 50 к., периодичность выхода: 4 номера в год.

б) Отправьте копию квитанции об оплате:

по факсу: +7 (495) 988-7533;

по e-mail: geomatics@sovzond.ru;

по адресу: 115563, Москва, ул. Шипиловская, д. 28А, бизнес-центр «Милан», компания «Совзонд».

Подписка оформляется с ближайшего номера после поступления оплаты.

В стоимость подписки включена доставка журналов.

ИЗВЕЩЕНИЕ	ООО «Компания СОВЗОНД» ИНН 7720568664 / КПП 772001001 Р/с № 40702810038120110056 Московский банк ОАО «Сбербанк России» г. Москва БИК 044525225 К/с № 30101810400000000225 Ф.И.О. _____ Почтовый адрес _____ Организация _____ Тел. _____ <table border="1"> <thead> <tr> <th>Название журнала</th> <th>Количество номеров</th> <th>Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Геоматика</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Плательщик</td> <td>Дата</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Название журнала	Количество номеров	Сумма	Геоматика			Плательщик	Дата	
Название журнала	Количество номеров	Сумма								
Геоматика										
Плательщик	Дата									
КВИТАНЦИЯ	ООО «Компания СОВЗОНД» ИНН 7720568664 / КПП 772001001 Р/с № 40702810038120110056 Московский банк ОАО «Сбербанк России» г. Москва БИК 044525225 К/с № 30101810400000000225 Ф.И.О. _____ Почтовый адрес _____ Организация _____ Тел. _____ <table border="1"> <thead> <tr> <th>Название журнала</th> <th>Количество номеров</th> <th>Сумма</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Геоматика</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Плательщик</td> <td>Дата</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Название журнала	Количество номеров	Сумма	Геоматика			Плательщик	Дата	
Название журнала	Количество номеров	Сумма								
Геоматика										
Плательщик	Дата									

15–17 апреля 2015

«Атлас Парк-Отель»
Подмосковье



III Международный GIS-Forum

«Интеграция геопространства —
будущее информационных технологий»

Деловая программа:

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



Организатор — компания «Совзонд»
Адрес: ул. Шипиловская, 28а, г. Москва, 115563
Тел.: +7 (495) 988-7511 (доб. 823)
Факс: +7 (495) 988-7533
E-mail: info@gisforum.ru
Web-site: www.gisforum.ru

Генеральный партнер:



Спонсоры:

