

---

## Содержание

<b>В. Н. Адров.</b> Корпоративный управленческий Геопортал.....	3
<b>Ю. Б. Баранов.</b> Построение ЦМР и измерение смещений рельефа методом космической радарной интерферометрии.....	4
<b>А. В. Беленов и др.</b> Опыт применения неметрических камер БПЛА для оперативного выявления изменения территорий и создания реалистичных моделей местности.....	4
<b>Л. В. Быков и др.</b> Создание ортофотопланов по космическим снимкам WorldView-2 в программном комплексе PHOTOMOD 5.0.....	5
<b>А. И. Васильев и др.</b> Применение графических процессоров NVIDIA для построения единого изображения местности по данным аэрофотосъемки.....	7
<b>А. Грюн.</b> 3D-картографирование из космоса.....	7
<b>А. Грюн.</b> Достижения в области БПЛА фотограмметрии.....	9
<b>М. А. Дракин.</b> Высокопроизводительные кластерные вычисления с PHOTOMOD NPC Edition.....	10
<b>С. А. Дудкин.</b> Новые подходы к системе космического мониторинга на основе дистанционного зондирования Земли.....	10
<b>Е. В. Иващенко и др.</b> Проект космической системы многопозиционного радиолокационного наблюдения в СВЧ-диапазоне частот и её возможные приложения для решения народнохозяйственных задач.....	13
<b>Х. Р. Исмагова.</b> Цели и задачи аэрокосмического мониторинга морской поверхности и суши.....	15
<b>С. А. Кадничанский.</b> Цифровые перспективные снимки и их применение. Возможности аэрофотосъемочной системы АЗ при выполнении перспективной аэрофотосъемки.....	17
<b>С. А. Кадничанский.</b> Сравнение производительности различных цифровых аэрофотосъемочных систем при аэрофотосъемке больших территорий.....	19
<b>Дж. Канг и др.</b> Повышение производительности обработки космических изображений с использованием технологии вычислений на графических процессорах (GPU).....	20
<b>И. Кацарский.</b> Цифровая фотограмметрия в Болгарии и PHOTOMOD.....	21
<b>С. Г. Кириченко.</b> Построение геопорталов.....	21
<b>А. С. Киселева.</b> PHOTOMOD 5.2. Новые возможности.....	24
<b>Г. Конечный.</b> Новые достижения в области геоинформационных технологий, их влияние на фотограмметрию и дистанционное зондирование.....	24
<b>Г. Конечный.</b> Дистанционное зондирование на службе регионального развития.....	25
<b>Д. В. Кочергин.</b> PHOTOMOD GeoMosaic 5.2. Значительное расширение функционала и повышение производительности.....	25

<b>Е. В. Кравцова.</b> Перспективный КА Канопус-В. Технология обработки снимков КА Канопус-В в ЦФС PHOTOMOD.....	26
<b>Е. В. Макушева.</b> Разработка динамической геометрической модели съемки оптико-электронных съемочных систем для перспективных космических комплексов.....	26
<b>А. П. Михайлов и др.</b> Испытательный полигон для тестирования беспилотных летательных аппаратов, используемых для картографирования и мониторинга территорий.....	28
<b>П. И. Нейман.</b> О технологии дешифрирования радиолокационных изображений земной поверхности.....	29
<b>В. Петрова.</b> Обновление крупномасштабных топографических карт Болгарии с использованием PHOTOMOD 5.1.....	32
<b>М. Печатников и др.</b> Программа наземной обработки Visionmap A3 LightSpeed.....	32
<b>А. А. Пешкун и др.</b> Эксперимент по созданию цифровой модели рельефа с использованием стереопары панхроматических изображений, полученных космическим аппаратом «Ресурс-ДК 1».....	34
<b>Ф. Пульс.</b> Альянс European Space Imaging и WorldView.....	35
<b>Я. В. Разумова.</b> Особенности обработки материалов космической съемки со спутника GeoEye-1 в системе PHOTOMOD.....	36
<b>В. П. Савиных и др.</b> Космические перспективы ЦФС PHOTOMOD.....	37
<b>М. А. Сергеева и др.</b> Оперативный космический мониторинг и геопортальные решения.....	38
<b>А. Ю. Сечин.</b> Особенности фотограмметрической обработки аэросъемки с БПЛА.....	40
<b>Р. Сингатулин.</b> Особенности археологических работ с использованием программы PHOTOMOD.....	40
<b>А. В. Смирнов.</b> Опыт использования БПЛА для создания карт и планов крупных масштабов. Проблемы и недочеты, влияющие на результат.....	43
<b>О. Н. Солонцов.</b> Создание актуализированных карт-схем лесных страт при государственной инвентаризации лесов.....	44
<b>А. С. Судоргин и др.</b> Комплекс совместного анализа разноспектральных данных ДЗЗ.....	49
<b>А. Р. Хачатрян.</b> Опыт применения космических снимков для обновления топографических карт территории Нагорного Карабаха.....	51
<b>Р. Ю. Шевченко</b> Использование GPS-карт Киева при реализации программ сбалансированного природопользования.....	53
<b>А. Шумаков.</b> ДЗЗ сегодня — эволюция от пикселей к интегрированным решениям.....	54

## Корпоративный управленческий Геопортал

*В. Н. Адров*

*«Ракурс», Москва, Россия*

У компаний, работающих на рынке геоинформатики, за годы функционирования накапливается огромное количество геопривязанной информации. Это и исходные аэро и космические снимки; и результаты их обработки – ортофотопланы, цифровые модели местности, векторные карты и т.п.. В результате складывается ситуация, когда у компании в архивах много гео-, и сопутствующей финансовой и управленческой информации, но приходится затрачивать большие усилия для ее систематизации, наглядного представления и поиска. Все это мешает принятию быстрых и эффективных управленческих решений, основанных на анализе имеющихся архивных материалов.

Для успешной работы руководителям и менеджерам компаний необходимо иметь в доступном и наглядном виде информацию по имеющимся данным, в том числе и хранящуюся в проектах различных систем обработки данных (например, PHOTOMOD и др).

Предлагаемое в виде Геопортала программное решение позволит компаниям упорядочить сбор, хранение и анализ геопривязанной информации с удобной выборкой, как в интерактивном режиме, так и в виде отчетов.

К достоинствам разрабатываемого Геопортала можно отнести:

- простоту и удобство использования;
- дружелюбный WEB-интерфейс;
- распределенную обработку и хранение данных;
- быстрый доступ к информации;
- экспорт данных в унифицированные форматы;
- получение наглядных отчетов.

Продуктивной работе в рамках Геопортала будут способствовать следующие возможности:

- разграничение прав доступа;
- интеграция данных в единую систему координат;
- оперативный доступ как к самим данным, так и к информации по их размещению в архивах;
- гибкая настройка представления выбранных данных с учетом условий поиска и инструментария графического интерфейса;
- подключение библиотек с планово-экономической, финансовой и юридической документацией.

Реализация разработки Геопортала на бесплатных библиотеках с открытым исходным кодом в дальнейшем позволит эффективно адаптировать и модернизировать данное программное решение для задач конкретного предприятия.

Представленный подход к систематизации и анализу данных в виде Геопортала поможет создать единое информационное пространство, которое позволит успешно развиваться компаниям на рынке геоинформатики.

## **Построение ЦМР и измерение смещений рельефа методом космической радарной интерферометрии**

*Ю. Б. Баранов, М. А. Ванярхо, Е. Д. Денисевич, Л. Ю. Кожина  
«Газпром ВНИИГАЗ», Москва, Россия*

В докладе представлен опыт авторов в части использования космических радиолокационных съемок (Envisat, тандем Envisat-ERS, AlosPalsar, TerraSAR-X, COSMO-SkyMed) и космической альтиметрии для построения цифровых моделей рельефа масштабов 1:100 000 – 1:25 000, а также измерений смещений земной поверхности, опасных для инженерных объектов.

## **Опыт применения неметрических камер БПЛА для оперативного выявления изменения территорий и создания реалистичных моделей местности**

*А. В. Беленов, С. А. Дудкин  
«Совзонд», Москва, Россия*

В настоящее время в дистанционном зондировании отработан целый арсенал приемов, позволяющих выявлять изменения территорий по снимкам, полученным в разном временном интервале.

Разновременные снимки – незаменимый источник объективной пространственно-временной информации при изучении изменений природных и антропогенных объектов. При этом они одновременно содержат информацию как о количественных, так и о качественных изменениях, произошедших на рассматриваемой территории.

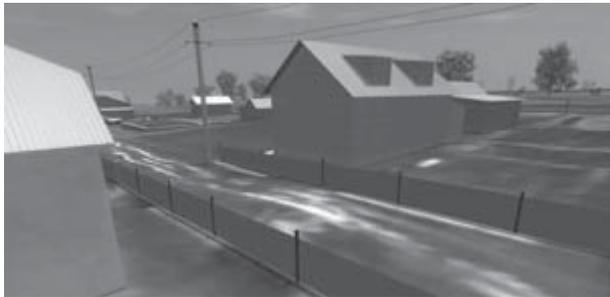
В своей проектной деятельности Компания «Совзонд» использует разновременные космические снимки и созданные по ним мультिवременные композиты при решении большого спектра задач в таких отраслях как добыча и транспортировка углеводородов, сельское и лесное хозяйство, водное хозяйство и строительство.

Предпринятые в Российской Федерации шаги по формированию рынка беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), а также расширение сфер использования видовой информации, получаемой с борта БПЛА, делают актуальной задачу встраивания этой информации в технологические процессы выявления изменений территорий, отработанные по материалам космических съемок.

В представленном докладе будут отражены результаты экспериментальной работы по определению возможности использования изображений, полученных неметрической камерой, установленной на борту БПЛА в технологии оперативного выявления изменений территорий при совместном использовании с космическими снимками сверхвысокого пространственного разрешения. Также будут продемонстрированы результаты 3D-моделирования, основанного на высотной информации, извлеченной из стереоскопических пар изображений, полученных с БПЛА.



**Рис. 1.** Фрагмент мультивременного композита, составленного с использованием изображений, полученных с БПЛА.



**Рис. 2.** 3D-модель местности, созданная по стереопарам изображений, полученных с БПЛА.

### **Создание ортофотопланов по космическим снимкам WorldView-2 в программном комплексе PHOTOMOD 5.0**

*А. Л. Быков, Л. В. Быков  
«ЛАГ», Омск, Россия*

Работа выполнялась НПК «ГЕО» по заказу Министерства строительства Омской области. Предусматривался выпуск ортофотопланов масштаба 1:5000 с точностью ориентирования снимков, соответствующих масштабу 1:2000. Картографированию подлежали территории двухсот населенных пунктов Омской области.

Наша часть работы заключалась в полевой привязке снимков и в исследованиях по определению точности способов ориентирования снимков.

Для изготовления фотопланов использовались снимки со спутников WorldView-1, WorldView-2 и GeoEye-1, полученные в период 2008-2010 гг.

Привязка снимков выполнялась зимой 2010-2011 гг. методами спутникового позиционирования. Каждое село обеспечивалось минимум шестью опорными точками. Для исследовательских целей три села были обеспечены десятью опознаками каждое.

Фотограмметрическая обработка снимков выполнялась в ЦФС PHOTOMOD 5.0. Для определения оптимальных параметров ориентирования были проведены небольшие исследования. По трем тестовым селам с избыточным количеством опознаков ориентирование снимков было выполнено в нескольких вариантах. Первый вариант предусматривал ориентирование снимков универсальным способом с использованием всех опознаков в качестве опорных точек. Контроль полевых данных выполнялся по расхождениям координат опорных точек. Во втором варианте ориентирование выполнялось с использованием RPC-коэффициентов без опорных точек. Интересно, что точность такого ориентирования составила 2,6 м. В третьем варианте к RPC-коэффициентам добавлялась одна опорная точка, в четвертом – две точки, и так далее, до семи точек. Оценка точности выполнялась по контрольным точкам. Результаты оценки точности по одному из сел приведены в таблице 1.

**Табл. 1.** Погрешности ориентирования снимка (с. Кирсаново).

Количество опорных точек	Количество контрольных точек	СКО, м	Средний модуль, м	Максимальное значение, м
Универсальный метод				
10	0	0,35	0,35	0,35
RPC-коэффициентами				
1	9	0,72	0,60	1,32
2	8	0,65	0,61	0,99
3	7	0,65	0,63	0,91
4	6	0,57	0,53	0,85
5	5	0,41	0,36	0,68
6	4	0,43	0,39	0,73
7	3	0,42	0,39	0,70

В результате мы пришли к выводу о необходимости использования пяти опорных точек при ориентировании снимков с использованием RPC-коэффициентов.

## **Применение графических процессоров NVIDIA для построения единого изображения местности по данным аэрофотосъемки**

*А. И. Васильев, А. В. Крылов, А. С. Судоргин  
«НИИ ТП», Москва, Россия*

Для фотограмметрической обработки маршрутов, включающих тысячи/десятки/сотни тысяч кадров (размеры которых варьируются от десятков Мб для снимков с БПЛА, до сотен Мб для снимков ЦАФА), время формирования единого изображения может достигать десятка часов. Таким образом, ускорение обработки является весьма актуальным направлением. На сегодняшний день одним из наиболее перспективных способов решения этой задачи является использование графических процессоров, тем более что практически любая фотограмметрическая станция снабжается такими ускорителями.

В ОАО «НИИ ТП» для фотограмметрической обработки перспективной аэрофотосъемки было разработано программное обеспечение параллельной обработки данных (этапы корреляции, фототриангуляции и трансформации). Это ПО, адаптированное под семейство графических процессоров NVIDIA GT200/Fermi с применением технологии NVIDIA CUDA, является кроссплатформенным и функционирует под различными операционными системами семейства Windows и Linux.

В докладе рассматриваются реализованные алгоритмы и общая структурная схема параллельной обработки данных с использованием разработанного ПО. Также приведены результаты полностью автоматической обработки аэрофотосъемки в надир для различных цифровых камер (Leica, Trimble) и с камер БПЛА (в том числе двухобъективной камеры разработки ОАО «НИИ ТП»).

## **3D-картографирование из космоса**

*А. Грюн*

*Институт изучения и охраны культурного наследия, Швейцария*

Продолжающийся рост пространственного разрешения спутниковых систем поднимает ряд вопросов в области фотограмметрии, дистанционного зондирования, картографирования и картографии. Все они связаны с вопросом, в какой степени традиционные методы и технологии картографирования на основе аэрофотосъемки могут быть заменены на новые подходы, позволяющие в полной мере использовать возможности спутниковых систем.

С появлением спутников IKONOS, QuickBird, WorldView и GeoEye-1 нам стало доступно метровое и полуметровое разрешение. В будущем будет больше подобных спутников. В докладе будет рассмотрен вопрос, в какой степени данные этих спутников могут быть использованы для создания топографических карт.

При нынешних технологиях мы должны решить ряд проблем, которые не обязательно новы, но которые редко рассматриваются в дистанционном зондировании.

Среди них:

- цифровая картография, каков возможный уровень автоматизации в настоящее время;
- 3D-картографирование — чем это отличается от традиционного картографирования в 2.5D;
- дешифрирование изображений — какой размер пикселя необходим для того, чтобы извлечь свойства объекта, которые требуются для топографических карт определенного масштаба;
- качество изображения — каковы различия в качестве изображения (и, следовательно, дешифрируемости) между аэрофотоснимками и спутниковыми изображениями одного и того же пространственного разрешения;
- ориентирование/привязка — насколько точно мы можем привязать спутниковые снимки (с и без GSD) в плане и по высоте;
- построение ЦМР — какие точности следует ожидать у полученных автоматически ЦМР, какие параметры определяют точность ЦМР и какова надежность моделей рельефа;
- каковы наилучшие подходы к построению моделей рельефа и местности;
- каковы основные проблемы, требующие решения.

Мы постараемся рассмотреть в докладе все эти вопросы. Выполненные нами проекты дали богатый опыт в привязке снимков и автоматическом построении ЦМР. Мы использовали снимки SPOT-5, ALOS/PRISM, Cartosat-1, IKONOS и Quickbird на различных тестовых площадках по всему миру (Германия, Италия, Япония, Швейцария, Вьетнам и т.д.), у нас есть опыт работы с полностью автоматическими и полуавтоматическими функциями извлечения объектов, прежде всего в 3D-моделировании городов и дорог.

При ориентировании снимков мы получали субпиксельную точность как в плане, так и по высоте. Мы можем показать, что использование RPC-коэффициентов, как правило, дает очень хорошее относительное ориентирование, в то время как абсолютное ориентирование содержит заметные систематические ошибки.

Эти виды ошибок зависят от спутника/сенсора. В лучшем случае это сдвиг координат, в других случаях следует использовать поправки более высокого порядка. При автоматическом получении ЦМР мы получили точность от 1 до 5 пикселей, в зависимости от типа местности, растительного покрова, текстуры и качества изображения. Все вычисления были выполнены на нашем собственном программном обеспечении SAT-PP.

При 3D-моделировании городов мы используем нашу полуавтоматическую технику CyberCity Modeler (CC-Modeler) для получения домов. На основе некоторых примеров, для создания которых использовались снимки IKONOS и Quickbird, мы продемонстрируем, для какой территории и при каком пространственном разрешении эти объекты могут быть смоделированы.

Для дешифрирования дорожной сети мы разработали метод «LSB-Snakes» (Least Squares B-Spline Snakes), который позволяет нам моделировать дороги в 3D с помощью полуавтоматической технологии.

Мы так же покажем технологию извлечения объектов по моноснимкам.

3D-картографирование требует совершенно новых подходов к моделированию. Большинство традиционных методов и коммерческих программных продуктов, которые были разработаны в рамках 2.5D, неизбежно потерпят

крах перед строгими требованиями 3D. В настоящее время мы сосредоточены на работах, касающихся вопросов дешифрирования в целях картографирования. Мы продемонстрируем результаты, которые показывают, какие объекты могут быть распознаны при каком геометрическом разрешении. 3D-картографирование по спутниковым снимкам по-прежнему тема, которая вызывает много споров. Мы надеемся, что сможем разъяснить некоторые спорные моменты.

## **Достижения в области БПЛА фотограмметрии**

*А. Грюн*

*Институт изучения и охраны культурного наследия, Швейцария*

С момента появления недорогих платформ, оснащенных устройствами навигации и датчиками управления, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) оказались в центре пристального внимания. В настоящее время многие группы во всем мире занимаются разработкой БПЛА. Типы БПЛА лежат в широком диапазоне, от стратосферных дирижаблей до вертолетов летающих на малых высотах, а также квадрокоптеров, октокоптеров, моделей самолетов и др. Отличные перспективы применения есть у вертолетов, оснащенных GPS, IMU, стабилизированными платформами и цифровыми камерами и, в будущем, сканирующими лазерными системами. Такие модели сочетают в себе все черты, которые делают их привлекательным в качестве устройства сбора данных. Они не дороги, очень гибки в эксплуатации (могут работать в надири и под углом), устойчивы к ветру (в отличие от квадрокоптеров, воздушных шаров и змеев), могут летать в ограниченном пространстве, могут управляются вручную, а получаемые данные обрабатываются в режиме реального времени.

Мы наблюдаем большой интерес во всех уголках мира к этой технологии, мы ожидаем, что в ближайшем будущем это откроет новые и инновационные приложения для фотограмметрии.

В докладе мы расскажем об опыте нашей группы в области БПЛА за последние пять лет. Мы ответим на вопросы связанные с аппаратным обеспечением, обсудим использование фотограмметрических продуктов и расскажем о различных способах использования данных БПЛА.

Хотя большинство наших проектов связаны с археологией и сохранением культурного наследия, но мы также используем возможности БПЛА и в геологии, строительстве, гидрологии и т. д. Очевидно, что мониторинг разрушений, вызванных природными и техногенными катастрофами, также является одной из важных областей применения БПЛА.

БПЛА — это новые съемочные платформы, которые значительно расширяют наши возможности по эффективному сбору данных. Благодаря прогрессу в области аппаратного и программного обеспечения, мы можем с уверенностью предсказать еще много новых интересных способов применения БПЛА в ближайшем будущем.

## **Высокопроизводительные кластерные вычисления с PHOTOMOD HPC Edition**

*М. А. Дракин*

*«Ракурс», Москва, Россия*

Стандартная версия системы PHOTOMOD рассчитана на эффективное использование ресурсов локальной сети для распределенного выполнения вычислительно трудоемких задач (расчет связующих точек, построение ЦМР, ортотрансформирование и т.д.). Тем не менее, при использовании специализированных вычислительных комплексов (вычислительных кластеров) и адаптированного для них ПО, возможно дальнейшее многократное повышение производительности, а также полностью автоматическое выполнение некоторых технологических последовательностей обработки (например, построение бесшовных ортофотопланов из данных космической съемки сверхвысокого разрешения), что позволяет решать различные задачи оперативного мониторинга практически в реальном времени.

В докладе рассматриваются некоторые аспекты создания такого высокопроизводительного вычислительного комплекса и особенности PHOTOMOD HPC Edition, позволяющие реализовать преимущества массивированной кластерной обработки.

## **Новые подходы к системе космического мониторинга на основе дистанционного зондирования Земли**

*С. А. Дудкин*

*«Совзонд», Москва, Россия*

Космический мониторинг является наиболее перспективным методом наблюдения, анализа и прогноза природных и антропогенных объектов и процессов. Он заключается в непрерывном многократном получении информации о качественных и количественных характеристиках природных и антропогенных объектов и процессов с точной географической привязкой за счет обработки данных, получаемых со спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Космический мониторинг позволяет получать однородную и сравнимую по качеству информацию одновременно для обширных территорий, что практически недостижимо при любых наземных обследованиях.

Исходя из этого определения, можно выделить ряд принципиальных требований к космическому мониторингу:

- возможность наблюдения за большими площадями и протяженными объектами;
- высокое пространственное разрешение (до 50 см) и точность, в т. ч. без наземных точек привязки;
- высокая периодичность съемки, оперативность получения исходных и обработанных данных ДЗЗ;
- возможность построения цифровых моделей рельефа (ЦМР) и местности (ЦММ) по стереосъемке с космических аппаратов (КА) ДЗЗ;

- возможность выполнения съемки в большом количестве спектральных каналов;
- возможность использования материалов космического мониторинга напрямую во всех стандартных ГИС.

Существуют различные варианты получения данных ДЗЗ при осуществлении космического мониторинга. Среди них наибольшее распространение получили два подхода: заказ необходимых данных ДЗЗ у оператора КА через дистрибьютора и установка собственной станции приема, получение лицензии, и прием данных ДЗЗ непосредственно с КА.

Заказ необходимых данных ДЗЗ через дистрибьютора — наиболее распространенный способ получения необходимой информации для космического мониторинга.

Установка собственных станций приема и получение данных непосредственно с космических аппаратов, на первый взгляд, кажется наиболее эффективной, однако анализ преимуществ и недостатков говорит об обратном.

Станции приема позволяют принимать данные ДЗЗ только с некоторых спутников (в основном, среднего и низкого разрешения), поэтому их применение эффективно для организаций (компаний), решающих, например мониторинговые задачи с применением радарных данных, или работающих с метеоданными ДЗЗ. Для пользователей, которым космические снимки нужны в качестве средства для решения практических задач, таких например, как экологический и сельскохозяйственный мониторинг, крупномасштабное картографирование и многие другие, собственные станции приема вряд ли могут быть полезны, а затраты на их приобретение представляются чрезмерными.

В мире персональные станции были актуальны 10–12 лет назад, когда не было нынешних технологий скоростной передачи данных, бортовые запоминающие устройства (ЗУ) имели ограниченный объем, что предполагало регулярный сброс накопленных данных на наземный сегмент во избежание переполнения ЗУ и потери части данных.

В настоящее время ведущие мировые операторы работают по совершенно другим схемам: данные с современных КА сбрасываются на одну-две станции оператора, и доводятся до потребителя посредством высокоскоростных каналов связи с использованием сетевых технологий. Сейчас на персональные станции можно принимать, как правило, данные с морально (да и физически устаревших КА). Данные с самых современных КА ДЗЗ (WorldView-1,2, GeoEye-1 и др.) на персональные станции приема не передаются, а операторы этих спутников не предусматривают такой возможности и в будущем.

Во всем мире государственные организации и агентства (а они, как правило, и являются главными пользователями станций приема) отказываются от использования персональных станций приема, и переходят к заказу съемок операторам КА ДЗЗ и получению данных непосредственно от них (или через дистрибьютеров).

Бурное революционное развитие отрасли ДЗЗ привело к тому, что оба традиционных подхода уже не могут обеспечить современный уровень задач космического мониторинга.

Все это требует пересмотра традиционных подходов к космическому мони-

торингу. Новый подход, предлагаемый компанией «Совзонд» предполагает активное использование виртуальных инструментов получения данных. В этом случае традиционные дистрибьюторы (поставщики данных ДЗЗ) уступают место системным интеграторам.



Рис. 1. Новый подход: прямой доступ к данным ДЗЗ

При использовании нового подхода заказчику обеспечивается возможность доступа к данным ДЗЗ посредством геопорталов и геосерверов. Отметим главные предпосылки, дающие преимущество системе прямого доступа:

- появление широкополосных каналов передачи данных (увеличение скоростей, объемов, устойчивости, качества передачи данных, снижение стоимости);
- появление КА новейшего поколения:
  - сверхвысокого разрешения (WorldView-2);
  - высокого разрешения картографического назначения (ALOS);
  - высокого разрешения природоресурсного мониторингового назначения (Rapid-Eye);
  - радарных сверхвысокого разрешения (TerraSAR-X, TanDEM-X, RADARSAT-2).
- развертывание на орбите отечественной навигационной системы ГЛОНАСС;
- появление технологий высокопроизводительной потоковой обработки данных ДЗЗ, в т. ч. большого числа спектральных каналов и стереосъемки даже без наземных опорных точек;
- появление новейших систем визуализации геопространственной информации и поддержки принятия решений.

Новый подход получения данных ДЗЗ (виртуальный прием, минуя дистрибьютера) делает космический мониторинг особенно перспективным в качестве информационно-аналитической основы ситуационных центров различного уровня. Космический мониторинг обеспечит наблюдение за теми или иными видами природных ресурсов, промышленными, транспортными объектами. Виртуальный прием — главная гарантия оперативного получения пространственной информации в ситуациях требующих принятия безотлагательных решений: экологические проблемы, чрезвычайные ситуации.

**Проект космической системы многопозиционного радиолокационного наблюдения в ОВЧ-диапазоне частот и её возможные приложения для решения народнохозяйственных задач**

*Е. В. Иващенко<sup>1</sup>, А. А. Журавлёв<sup>1</sup>, Н. Р. Стратилатов<sup>1</sup>,*

*С. И. Ткаченко<sup>1</sup>, О. В. Горячкин<sup>2</sup>*

*1-ПУТИ, 2- ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», Самара, Россия*

В настоящее время успешно эксплуатируются космические системы радиолокационного дистанционного зондирования Земли, работающие в диапазонах частот от L ( $\lambda=23$  см) до X ( $\lambda=3$  см). Эти диапазоны можно назвать наиболее «комфортными» для функционирования радиолокаторов с синтезированной апертурой (РСА) с точки зрения влияния атмосферы Земли на зондирующий сигнал.

В то же время, расширение числа используемых диапазонов позволит повысить информативность радиолокационных изображений. Известно, что растительные и почвенные покровы объёмно рассеивают радиолокационные сигналы ОВЧ-диапазона. Это свойство позволяет измерять характеристики растительности, а также осуществлять обнаружение и мониторинг подпочвенных объектов и структур.

Ключевой проблемой при реализации систем радиолокационного наблюдения в ОВЧ-диапазоне является разрушающее влияние ионосферы на структуру зондирующего сигнала данного диапазона [1,2].

Развитие технологий многопозиционного радиолокационного зондирования в последние годы открывает возможности по созданию нового класса аппаратуры радиолокационного зондирования.

В докладе представлен проект космической системы (КС) радиолокационного мониторинга в ОВЧ-диапазоне частот. Система должна включать бортовой и наземный сегменты. На борту космического аппарата (КА) должен размещаться ОВЧ-передатчик. Наземный пункт (НП) должен содержать приёмник ОВЧ-сигнала РСА и средства формирования и обработки радиолокационных изображений (РЛИ). При этом НП должен обеспечивать приём как сигнала, отражённого от лоцируемого участка земной поверхности, так и сигнала, приходящего непосредственно с КА. Использование «прямого» сигнала КА-НП обеспечивается компенсация влияния ионосферы на когерентность зондирующего сигнала РСА.

В силу специфичности геометрии наблюдения, тип съёмки у такой системы ДЗЗ кадровый. Размер кадра определяется зоной фокусировки, которую можно определить, вычисляя корреляцию фазы, искажённой ионосферными эффектами, для сигналов, распространяющихся по путям КА-НП и КА-Земля-НП.

По предварительным оценкам предлагаемая КС будет иметь следующие характеристики:

- пространственное разрешение 3-5 м;
- размер кадра (поперёк  $\times$  вдоль трассы полёта КА) до  $5 \times 7$  км (при использовании 1-го КА);
- глубина проникновения под поверхность до 10 м (в зависимости от влажности почвы);
- точность определения высоты до 3 м.

Проведённые оценки позволяют определить возможные сферы применения радиолокационной информации предлагаемой КС.

Одной из особенностей системы является локальный характер её использования, то есть с её помощью может быть получено радиолокационное изображение участков местности, находящихся в окрестности приёмного пункта. Этот факт ограничивает возможность использования такой КС для решения задач картографирования и мониторинга обширных территорий на региональном и федеральном уровнях. Вместе с тем, необходимо отметить, что ряд задач мониторинга носит локальный характер. Так предлагаемая КС могла бы обеспечить решение следующих задач:

- а) в интересах нефтегазовой отрасли
  - мониторинг экологического состояния территорий в районах добычи и переработки нефти и газа;
  - мониторинг состояния и объёма карьеров и штабелей гидронамыва песка в районах развития нефтегазовой инфраструктуры;
  - мониторинг просадок почвы в районах добычи углеводородов и на территориях подземных хранилищ газа.
- б) в интересах сельскохозяйственной отрасли
  - оперативный контроль состояния посевов;
  - оценка всхожести, прогнозирование характеристик урожайности;
  - оценка биофизических параметров почвы.
- в) в интересах лесного хозяйства
  - мониторинг пожаров и несанкционированных вырубок;
  - оценка биомассы леса;
  - определение породного состава леса.

Решение этих задач при использовании предлагаемой КС представляется эффективным за счёт высокой проникающей способности зондирующего сигнала ОВЧ-диапазона под растительные покровы и почвенные структуры и возможности реализации радиолокационной интерферометрической и дифференциальной интерферометрической съёмки.

Система может быть масштабирована увеличением числа КА для повышения оперативности и увеличением числа приёмных пунктов – для увеличения площади покрытия территории. При наличии соответствующей инфраструктуры приёмный пункт может функционировать без управления оператором.

Кроме традиционных для радиолокационного наблюдения всепогодности и независимости от времени суток, к достоинствам предлагаемой КС можно отнести следующие качества:

- невысокая (относительно эксплуатируемых в настоящее время комплексов) стоимость реализации системы за счёт простоты радиолокационного комплекса и возможности размещения бортовой аппаратуры на малом космическом аппарате;
- радиолокационная информация формируется непосредственно и только в аппаратуре пользователя, что приводит к отсутствию потерь времени на доставку информации потребителю;
- возможность обнаружения и мониторинга подпочвенных объектов и структур.

Таким образом, в докладе рассмотрен проект многопозиционной космиче-

ской системы радиолокационного ДЗЗ в ОБЧ-диапазоне и показан ряд задач народного хозяйства, которые при её использовании могут быть решены с большей эффективностью.

Список литературы:

1. Ishimaru A., Kuga Y., Liu J., Kim Y., Freeman T. Ionospheric effects on synthetic aperture radar at 100 MHz to 2 GHz. //Radio Science (USA) – 1999 – vol. 34 – num.1 – p. 257-268.
2. Goriachkin O.V. Azimuth Resolution of Spaceborne P,VHF-Band SAR // IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters. – 2004. – Vol. 1. - №4. – P.251-254.
3. Akhmetov R.N., Belokonov I.V., Goriachkin O.V., Kovalenko A.I., Riemann V.V., Stratilatov N.R., Tkachenko S.I. Space-based juxtaposition Earth and Circumterrestrial radar monitoring system based on micro-satellites technologies // in Book of abstracts of the First Specialized International Symposium, Limassol, Cyprus, November 2-7, 2009, M., A.A.Maximov Space Systems Research Institute (NIKS), 2009. – 62 p.

### **Цели и задачи аэрокосмического мониторинга морской поверхности и суши**

*Х. Р. Исмадова, А. Н. Бадалова, А. М. Д. Пашаев, А. Ш. Мехтиева  
Национальная Академия Авиации, Азербайджан.*

Важнейшим вопросом стратегии регулирования качества окружающей природной среды является вопрос создания системы, способной определять критические источники и факторы антропогенного воздействия на условия проживания населения и окружающую среду, выделять наиболее уязвимые элементы и звенья биосферы, подверженные такому воздействию. Такой системой признана система экологического мониторинга состояния окружающей среды, способная представить необходимую информацию для принятия решений соответствующими службами, ведомствами, организациями.

Перспективными представляются комплексные технологические решения, которые обеспечивают создание интегрированных информационных систем в структуре аэрокосмического мониторинга окружающей среды. Информационная система аэрокосмического мониторинга предназначена для обслуживания фундаментальных космических исследований поверхности Земли методами дистанционного зондирования. Отсюда, различные модели данных Дистанционного Зондирования Земли формируют базис для построения архитектуры информационной системы аэрокосмического мониторинга.

Основные цели комплексного экологического, в том числе и аэрокосмического мониторинга состоят в том, что на основании полученной информации:

1) оцениваются показатели состояния и функциональной целостности экосистем и среды обитания человека;

2) выявляются причины изменения этих показателей и оцениваются последствия таких изменений, а так же определяются корректирующие меры

в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются (т.е. провести диагностику состояния экосистем и среды обитания);

3) создаются предпосылки для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб, т.е. обеспечивается заблаговременное предупреждение негативных ситуаций.

Нашей целью является формирование совокупного информационного ресурса пространственных данных регионов Азербайджана для организации и проведения аэрокосмического мониторинга, отвечающих требованиям:

- интегрированности с электронными картами;
- позиционирования в пространстве и времени в единой системе координат ГЛОНАСС/GPS;
- структурированности по отраслям экономики и территориям;
- объединенных в единую систему информационно-аналитических (ситуационных) центров аэрокосмического мониторинга;
- обновляемых с использованием космических и других систем дистанционного зондирования;
- возможности предоставления информации любым пользователям в простой и удобной форме.

Комплексные технологические решения на базе сформированной таким образом априорной пространственной базы данных должны отвечать требованиям адекватности к решаемым проблемным задачам, обеспечивать гибкость автоматизированной системы управления и доступность пользователю. В силу географического положения Азербайджанской Республики возникают две важные задачи – это аэрокосмический мониторинг Каспийского моря и мониторинг регионов Азербайджана.

#### **Информационная система мониторинга морской поверхности**

Мониторинг морской поверхности проводится периодически средствами Министерства Экологии и Природопользования, экологическим отделом SOKAR и рядом других организаций. Однако использование аэрокосмических методов исследований не нашло широкого применения в силу объективных факторов - внешних и внутренних по отношению к системам дистанционного зондирования и их использования в регионах. Отсюда создание региональной информационно-аналитической системы для проведения аэрокосмического мониторинга морской поверхности, отвечающей перечисленным выше требованиям, является актуальной задачей. При создании такой системы основное внимание уделялось проблеме интегрированности наземных и спутниковых данных средствами WEB/ГИС-технологий. Создана электронная модель с различными тематическими слоями, отражающими данные наземных измерений в различных временных и пространственных масштабах. База данных электронной модели содержит различные показатели загрязнений морской воды, донных отложений и сравнительный анализ с ПДК по этим показателям. Анализ данных осуществляется с помощью инструментария ГИС пакетов программ и привлечения аэрокосмической информации с различным пространственным разрешением. Разработана интерактивная оболочка для управления данными.

#### **Аэрокосмический мониторинг регионов Азербайджана**

Информационно-аналитическая система для организации и проведения аэрокосмического мониторинга представлена в виде электрон-

ной модели данных по регионами Азербайджана и автоматизированной системой управления этими данными. Автоматизация ряда процедур обработки и анализа спутниковых, картографических и наземных данных повышает эффективность использования спутниковой информации для целей мониторинга территорий, а удобный интерфейс для пользователей создан с использованием технологий ESRI ArcGIS Server. Геопортал, созданный по геоданным регионов Азербайджана, кроме стандартных возможностей (использование информации из базы геоданных, создания тематических карт, включения/выключения слоёв в легенде карты и использования базовых инструментов ГИС), обладает возможностью дополнять геопортал документами, видео- и фото-файлами. Эти возможности значительно повышают понимание и интерпретацию спутниковых данных.

*Особенности представляемой модели:*

1. Картографический материал по регионам Азербайджана оцифрован и трансформирован в единую картографическую проекцию (проекция UTM, зона 39 и 38, WGS-84).

2. Иерархическая структура модели. Вся информация разделена в зависимости от масштаба представляемой информации. Разбиение соответствует топографической разграфке исследуемой территории в последовательности масштабов: 1:600 000 (500 000), 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000). Такое разбиение способствует удобной и оперативной выборке данных, комбинированию различной степени доступности информации. Каждая единица пространственной детализации закодирована в соответствии с выбранной проекцией, и каждая вершина квадрата имеет свои зафиксированные пространственные координаты.

3. Модель содержит базовую топографическую основу, представленную топокартами масштаба 1:100 000. Базовые тематические карты представляют собой различные тематические аналоговые и векторные карты, отображающие информацию по растительному, почвенному покрову территории, геоморфологическую, климатическую, физико-географическую, ландшафтно-химическую.

4. Спутниковые данные представлены имеющимися в наличии снимками и выходом в интерактивный режим поиска данных по Интернет-ресурсам.

Использование методов организации геопространственной информации на основе комплексирования данных ДЗЗ и геомоделей местности, разработка интегрированных технологий их обработки и использование геопортальных технологий является универсальным подходом, легко адаптируемым для решения соответствующих тематических задач в системах аэрокосмического мониторинга.

### **Цифровые перспективные снимки и их применение. Возможности аэрофотосъемочной системы АЗ при выполнении перспективной аэрофотосъемки**

*С. А. Кадничанский*

*«НП АГП «Меридиан+», Москва, Россия*

В последнее время, в связи со стремительным развитием информацион-

ных технологий, геоинформационных систем, цифровой аэрофотографии и цифровых методов обработки материалов аэрофотосъемки перспективная аэрофотосъемка и использование перспективных снимков обретают новый смысл и большое значение в решении самых разных задач, хотя до сих пор не всеми оценены по достоинству.

Перспективная аэрофотосъемка – это аэрофотосъемка, при которой проектируемый и фактический угол отклонения от вертикали оптической оси камеры имеет отличные от нуля значения, например, около  $40^\circ$ . Геопривязанные цифровые перспективные аэрофотоснимки – принципиально новый вид продукции, представляющий собой набор цифровых перспективных снимков с определенными элементами внешнего ориентирования, позволяющих наблюдать объекты местности с четырех или более различных ракурсов.

По сравнению обычными плановыми снимками они предоставляют даже неискушенному пользователю возможность легко дешифровать изображения и ориентироваться по ним на местности.

При использовании таких снимков в специальной программной среде можно выполнять необходимые пространственные измерения.

Чем же перспективные аэрофотоснимки могут быть интересны и полезны по сравнению с обычными плановыми аэрофотоснимками?

Преимущества перспективных снимков:

- изображенные объекты существенно легче распознаются,
- в них содержится намного больше информации об изображенных объектах,
- просто определяется характер пространственной (в трехмерном пространстве) протяженности и формы объектов,
- легко определяется пространственное (в трехмерном пространстве) взаиморасположение объектов и их частей.

В результате: по сравнению обычными плановыми снимками перспективный снимок предоставляет даже неискушенному пользователю возможность легко дешифровать изображение и ориентироваться по нему на местности облегчается и убыстряется принятие решения при анализе визуальных пространственных данных.

Особенно эффективна перспективная аэрофотосъемка, если объект фотографируется с разных ракурсов, как минимум, с четырех, что позволяет рассмотреть его с разных сторон.

Как и какими техническими средствами осуществляется перспективная аэрофотосъемка? Перспективная аэрофотосъемка, как правило, выполняется одновременно с плановой аэрофотосъемкой и может сопровождаться лидарной съемкой.

Варианты решений технических решений:

- комплекс из двух наклонных камер среднего формата и полноформатной цифровой камеры;
- специализированные системы, включающие 5 камер среднего формата на одной платформе;
- использование аэрофотосъемочной системы, позволяющей одновременно выполнять плановую АФС и перспективную АФС одной и той же камерой.

ООО «Научно-производственное аэрогеодезическое предприятие «Меридиан-» обладает системой VisionMap АЗ, имеющей возможности выполнять

одновременно перспективную и плановую аэрофотосъемку.

Особенности и преимущества системы VisionMap A3 для перспективной съемки:

- перспективные снимки получаются как периферийная часть больших квазипанорамных снимков, охватывающих полосу с углом отклонения  $54.8^\circ$  от направления в надира в обе стороны;
- сравнительно большой размер перспективных снимков;
- фототриангуляция выполняется с использованием всех частей квазипанорамного снимка, в результате, точность привязки всех частей сопоставима и обусловлена точностью фототриангуляции;
- высокое пространственное разрешение, выраженное размером пикселя на местности достигается при больших высотах фотографирования, что очень важно для съемки городских территорий.

Указанные преимущества применения системы A3 для перспективной съемки позволяют рассчитывать на высокую эффективность ее применения в этих целях.

### **Сравнение производительности различных цифровых аэрофотосъемочных систем при аэрофотосъемке больших территорий**

*С. А. Кадничанский*

*«НП АГП «Меридиан+», Москва, Россия*

При проектировании и выполнении аэрофотосъемки больших территорий с целью создания карт, планов или ортофотопланов огромное значение имеют затраты летного времени на выполнение этих работ, как основной экономический показатель, влияющий на их стоимость. Затраты времени зависят от условий конкретного проекта и производительности аэрофотосъемочной системы.

Под производительностью аэрофотосъемочной системы понимается площадь территории, аэрофотосъемка которой выполняется в единицу времени. Целесообразно отнести эту площадь к одному часу полетного времени, так как это наиболее показательно. Производительность может рассматриваться только применительно к конкретным условиям: тип и характеристики воздушного судна, конкретные требования к материалам аэрофотосъемки. В качестве таких требований следует учитывать следующие:

- масштаба карты (плана);
- назначение АФС и обусловленные им специфические ограничения к эффективному углу поля зрения аэрофотокамеры.

От масштаба создаваемой карты или плана зависит требуемое пространственное разрешение аэрофотоснимка, задаваемое, как правило, размером пикселя на местности. Именно это параметр влияет на производительность аэрофотосъемки.

Под эффективным углом поля зрения будем понимать, угол, ограничивающий в поперечном относительно линии полета направлении часть аэрофото-

снимка, которая будет непосредственно использована в получении конечного продукта, например ортофотоплана. Этот параметр в свою очередь зависит от того, как будут использованы аэрофотоснимки для создания конечного продукта (создание ортофотоплана, стереоскопическая съемка), характера местности и специальных требований Заказчика. Так, например при создании ортофотоплана в зависимости от характера местности этот угол может быть специальным требованием ограничен с тем, чтобы минимизировать так называемые «завалы» зданий.

При заданных требованиях к конечному продукту производительность будет зависеть не только от применяемой аэрофотосъемочной системы, но и от применяемого воздушного судна, его характеристик. Кроме того, при оценке производительности следует учитывать возможные специфические условия последующей обработки.

ООО «Научно-производственное аэрогеодезическое предприятие «Меридиан+» обладает целым рядом цифровых аэрофотосъемочных систем различного типа: кадровая полноформатная аэрофотокамера DMC, система сканирующего типа ADS40, цифровая камера среднего формата RCD30, цифровая аэрофотосъемочная система АЗ.

Сравнение производительности указанных различных аэрофотосъемочных систем проводится при условии использования их в одинаковых условиях. Выполненный сравнительный анализ производительности цифровых аэрофотосъемочных систем позволяет определить наиболее эффективное направление использования каждой из них.

### **Повышение производительности обработки космических изображений с использованием технологии вычислений на графических процессорах (GPU)**

*Дж. Канг, И. Ку, С. Ан*

*Korea Aerospace Research Institute, Республика Корея*

С каждым днём растёт потребность в данных дистанционного зондирования высокого разрешения для различных областей человеческой деятельности. С ростом пространственного разрешения данных растёт и объём («вес») изображений. Спутники, находящиеся на низких орбитах, передают данные на наземные приемные станции, расположенные в полярных широтах, в интервале 90-100 минут. Соответственно, приемные станции должны обладать возможностями быстрой обработки данных до следующего сеанса связи. В случае нахождения на геостационарной орбите, спутники передают данные 24 часа в сутки 7 дней в неделю. Таким образом, скорость обработки данных наземного приемного комплекса должна быть выше скорости передачи информации со спутника. Условием высокопроизводительной обработки спутниковых изображений приемными станциями является возможность обработки большого по объёму («весу») количества данных за короткое время.

Обычно, GPU, что означает «графический процессор», используется для

вывода на экран монитора изображений. Эта задача не требует высокой производительности от системы. Но с ростом рынка 3D изображений, GPU стали выполнять новые задачи, связанные с обработкой трехмерных данных в режиме распределённых вычислений. Более того, в настоящее время графические процессоры используются и для выполнения общих вычислений (GPGPU). Одним из эффективных способов применения технологии GPGPU может стать распределённая обработка космических данных большого объёма, с использованием каждого пиксела изображения.

В данной работе рассмотрено ускорение наиболее процессоро-ёмких алгоритмов – функции компенсации MTF (Modular Transfer Function) и функции перемасштабирования изображения (Re-sampling) с помощью технологии CUDA на карте Nvidia C2050. Эти алгоритмы являются хорошими примерами для обработки на GPU т. к. содержат много простых арифметических операций без сложной логики, эти операции могут быть выполнены параллельно. Приводится сравнение производительности алгоритмов на CPU и GPU.

## Цифровая фотограмметрия в Болгарии и PHOTOMOD

*И. Кацарский  
GIS-Sofia, Болгария*

Болгария первой из Балканских стран начала использовать фотограмметрию. Фотограмметрия в Болгарии имеет долгую и плодотворную историю, измеряемую четырьмя поколениями профессионалов. Национальная фотограмметрия прошла все стадии развития: наземная, воздушная, космическая; аналоговая, аналитическая, цифровая; топографическая, кадастровая, тематическая разного масштабного ряда, для различных целей, в разных форматах (печатная, электронная).

Фотограмметрия и дистанционное зондирование преподаются в 4 университетах и нескольких технических училищах.

Услуги в области цифровой фотограмметрии оказывают 11 производственных компаний, 4 университета и один научно-исследовательский институт. Из них шесть компаний и один университет используют ЦФС PHOTOMOD.

## Построение геопорталов

*С. Г. Кириченко  
ЗАО КБ «Панорама», Москва, Россия*

**1. Геопортал — портал для доступа к метаданным, геосервисам, пространственным данным.** Назначение геопортала: предоставление пользователю доступа различного уровня иерархии к локальным и удалённым пространственным данным, метаданным и геосервисам. Как правило, все эти данные и сервисы связаны с уровнем портала. Уровни геопорталов можно

разделить на федеральные, региональные, муниципальные, корпоративные/ведомственные.

Геопортал должен решать задачи поиска и просмотра метаданных, поиска геопространственной информации, ее загрузки, визуализации, выдачи.

В качестве примера перечня тех основных задач, которые должен решать геопортал, может быть взята IV глава Директивы INSPIRE, где сетевые сервисы (или Web-службы) для наборов пространственных данных и связанных с ними услуг объединены в пять групп:

- поисковые сервисы, позволяющие искать наборы пространственных данных и геосервисы на основе соответствующих метаданных и отображать содержание метаданных;
- сервисы визуализации, предоставляющие, как минимум, возможности просмотра данных, навигации по изображениям, их скроллинга, масштабирования и графического оверлея данных, а также отображения легенд карт и соответствующей информации, содержащейся в метаданных;
- сервисы для скачивания информации, позволяющие копировать наборы пространственных данных или их фрагменты и, по возможности, обеспечивающие прямой доступ к данным;
- сервисы преобразования данных, дающие возможность трансформировать наборы пространственных данных с целью обеспечения их интероперабельности;
- сервисы для вызова других (удаленных) сервисов.

## **2. ИПД и геопорталы. Опыт зарубежных стран, развитие геопорталов, примеры геопорталов.**

Национальная ИПД США (NSDI) создается в соответствии с Указом президента США от 13 апреля 1994 г. Общая схема организации NSDI включала три компонента:

- стандарты на пространственные данные, обслуживающие их сбор и обмен;
- механизм обмена пространственными данными между их производителями и потребителями на основе баз метаданных в распределенной сети национальных информационных центров;
- общую пространственную основу данных (по терминологии NSDI — «framework»).

Канадская ИПД (CGDI). Проект создания CGDI (Canadian Geospatial Data Infrastructure) стартовал в 1996 г. по инициативе Межведомственного комитета по геоматике (IAGG) и Канадского совета по геоматике (CCOG).

Австрало-Новозеландская ИПД (ASDI - Australian Spatial Data Infrastructure). Задача ASDI — обеспечение публичного и равноправного доступа к национальным геоинформационным ресурсам со стороны государственных, коммерческих организаций и общественности. Это международная инициатива, поскольку в орбиту ее разработки вовлечена Новая Зеландия.

INSPIRE директива Европейского союза.

Программа INSPIRE как идея и инициатива Европейской комиссии известна с 2001 г. Ее стратегия основана на понимании необходимости интеграции национальных усилий в деле создания ИПД в рамках общего европейского информационного пространства.

В главе 2 действующей директивы INSPIRE от 2007 г., которая вступила в

силу 15 мая 2007 г., описаны требования для метаданных, сетевых сервисов, спецификаций данных, совместного использования данных и сервисов, мониторинга и отчетности.

### **3. Построение геопорталов на базе программных и информационных технологий ЗАО КБ «Панорама».**

Чем сложнее структура данных и больше их объем, тем нагляднее должно быть визуальное представление данных для пользователей. Различные виды данных, которые имеют некоторую территориальную привязку, удобно представить средствами ГИС в виде тематических карт на фоне картографической основы.

Картографическая основа может формироваться из векторных данных (карт местности и планов городов), данных ДЗЗ (материалы космической и воздушной съемки), данных полевых работ (геодезических и навигационных измерений) и других источников. Данные картографической основы и различные тематические данные собираются и накапливаются в базах пространственных данных. Значительный объем данных представлен в виде таблиц, содержащих текстовые и числовые атрибуты и списки координат объектов. Чтобы наглядно отобразить эти данные, необходимо их обработать и сформировать графический файл в одном из распространенных форматов (JPEG, PNG, GIF, TIF), который будет отображен на компьютере пользователя.

Современные геопорталы должны быстро отображать запрошенный участок местности и различную тематическую информацию. Средства навигации по изображению местности должны без существенных задержек выполнять перемещение изображения. На таких принципах работает программа GIS WebServer версии 5.1, разработанная КБ «Панорама».

Чтобы обеспечить высокую скорость отображения данных и одновременную обработку запросов от большого числа пользователей выполняется заблаговременное формирование графического представления данных в виде наборов тайлов. Чтобы ускорить построение тайлов необходимо распределить работу на несколько компьютеров в сети. Программа ImageryCreator, разработанная КБ «Панорама» позволяет выполнять параллельную обработку данных на нескольких компьютерах.

При обращении пользователя к некоторому участку изображения из web-браузера (тонкий клиент) выполняется запрос к GIS WebServer, который по координатам точки выбирает данные из базы пространственных данных и передает пользователю для отображения в виде текстовых справок, диаграмм, мультимедиа.

Если пользователь работает в ГИС, поддерживающей стандарты OGS Web Map Service Interface и OGS Web Feature Service Implementation Specification, то в ГИС будет накапливаться соответственно растровое или векторное представление пространственных данных для их отображения и обработки. Такой режим работы поддерживается в ГИС «Карта 2011» и других продуктах КБ «Панорама». Для передачи данных по стандарту OGC WMS на web-сервере дополнительно устанавливается программа GIS WebService, входящая в состав GIS WebServer.

Для отслеживания изменений в геопространственных данных, которые хранятся в базах данных применяется программа Мониторинга базы данных

DbMonitor. Программа DbMonitor может обрабатывать базы данных различных типов (Oracle, MS SQL Server, FireBird и другие). Поддерживаются типы данных OpenGIS Spatial (стандарта Open GIS Consortium).

Программа при первом заполнении специализированной картографической базы данных анализирует все записи заданных слоев данных (таблиц) и далее работает в режиме мониторинга обновлений исходной базы данных. По результатам анализа журнала транзакций определяются обновившиеся записи базы пространственных данных, и выполняется обновление координат или условного знака в специализированной базе данных.

Параллельно программа ImageryCreator по результатам обновления координат или условных знаков отдельных объектов в специализированной базе данных обновляет соответствующие тайлы. Для ускорения поиска обновленных объектов также применяется журнал транзакций специализированной базы данных.

Пользователи, работающие как через ГИС-приложения, так и через web-браузер могут удаленно редактировать любые данные. При этом обеспечивается контроль доступа и авторизация пользователей с применением средств ActiveDirectory или внутренних средств аутентификации.

## **PHOTOMOD 5.2. Новые возможности**

*А. С. Киселева*

*«Ракурс», Москва, Россия*

Мы внимательно следим за современными технологиями и инновациями в сфере цифровой фотограмметрии, поэтому в версии PHOTOMOD 5.2 появился целый ряд возможностей, позволяющих максимально качественно и удобно использовать эти технологии.

В первой части доклада речь пойдет о новых направлениях развития ЦФС PHOTOMOD и будет представлен краткий обзор наших достижений, а во второй — мы более подробно остановимся на инструментах для 3D-моделирования в 3D-Mod.

## **Новые достижения в области геоинформационных технологий, их влияние на фотограмметрию и дистанционное зондирование**

*Проф. Г. Конечный*

*Ганноверский университет им. Лейбница, Германия*

Благодаря интеграции своих компонентов, геоинформационные технологии достигли высокого уровня сложности, в результате чего стандартный круг вопросов картографии существенно расширился.

Причиной этого являются достижения в таких областях как:

- спутниковая навигация,
- цифровые изображения,

- спутниковые съемочные системы,
- лазерное сканирование,
- компьютерные технологии,
- базы данных,
- Интернет,
- мобильные технологии связи.

Предел развития этих технологий ещё не достигнут, а задачей геоинформатики является адаптация к этим изменениям.

### **Дистанционное зондирование на службе регионального развития**

*Проф. Г. Конечный*

*Ганноверский университет им. Лейбница, Германия*

Дистанционное зондирование — часть теоретической физики, получившая развитие в первой половине 20 века. Применение данных дистанционного зондирования начиналось с дешифрирования снимков без использования фотограмметрии.

Благодаря развитию неоптических сенсоров и космических технологий, с запуском спутника Landsat-1 в 1972 году, дистанционное зондирование стало эффективным инструментом для исследования Земли.

За последние 40 лет рост пространственного разрешения съемочных систем дистанционного зондирования составил два порядка. Помимо этого, была создана аппаратура, позволяющая осуществлять съемку за пределами видимой части спектра (например, инфракрасный).

С развитием геоинформационных систем появилась возможность обработки и анализа спектральных зон снимков.

Эффективное использование данных дистанционного зондирования стало возможным благодаря базам данных, доступных через Интернет, например в США и в Европе.

Эффективность использования данных дистанционного зондирования подтверждается «Международной Хартией по космосу и крупным катастрофам».

### **PHOTOMOD GeoMosaic 5.2. Значительное расширение функционала и повышение производительности**

*Д. В. Кочергин*

*«Ракурс», Москва, Россия*

PHOTOMOD GeoMosaic — программа, предназначенная для построения мозаики из геопривязанных аэрофото- и космических снимков и прочих растровых изображений (например, листов топокарт) и трансформирования растровых изображений в заданный масштаб и картографическую проекцию. Доклад иллюстрирует основные отличия новой версии 5.2, к которым

можно отнести:

- оптимизация работы с большим количеством снимков (десятки тысяч) и неограниченными по размеру растрами;
- новый интеллектуальный и производительный алгоритм построения автопорезов;
- новые инструменты локальной шивки контуров на стыке снимков;
- перестроение мозаики «на лету» в окне предварительного просмотра при редактировании порезов;
- оптимизация распределенной обработки;
- нарезка фотоплана на стандартные номенклатурные листы;
- интеграция с геопространственными данными стандарта Web Map Service;
- инструменты геопривязки к «опорным» изображениям;
- векторный редактор, включающий все инструменты редактирования векторных объектов из системы PHOTOMOD.

### **Технология обработки снимков КА «Канопус-В» в ЦФС PHOTOMOD**

*Е. В. Кравцова  
ГИА «ИННОТЕР», Москва, Россия*

В докладе приводится описание перспективного КА «Канопус-В»: основные задачи и технические характеристики бортовой аппаратуры.

Описана технология обработки снимков КА Канопус-В в ЦФС PHOTOMOD:

- создание модельных снимков по геометрической модели КА «Канопус-В» без учета ошибок навигационной системы и с учетом ошибок, вносимых навигационной системой;
- автоматическое измерение связующих точек;
- ввод и измерение опорных точек;
- внешнее ориентирование блока;
- построение и ортофотопланов;
- оценка предельно возможной и реальной точности ортофотопланов.

### **Разработка динамической геометрической модели съемки оптико-электронных съемочных систем для перспективных космических комплексов**

*Е. В. Макушева  
ФГУП «НПП ВНИИЭМ», Москва, Россия*

В настоящее время во ФГУП «НПП ВНИИЭМ» ведутся работы по созданию космического комплекса оперативного мониторинга техногенных и природных чрезвычайных ситуаций, в состав которой входит космический аппарат (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) «Канопус-В».

Целью выполнения работы является разработка математического описания динамической геометрической модели съемки оптико-электронными съе-

мочными системами и пакета программ, реализующего данную модель.

Построение геометрической модели рассматривается исходя из исходных данных на космический комплекс «Канопус-В».

В ходе работы решались следующие задачи:

- сбор, систематизация и анализ исходных данных на КА «Канопус-В»;
- получение математического описания геометрической модели съемки панхроматической (ПСС) и многозональной (МСС) камер перспективных космических комплексов;
- разработка методики оценки параметров калибровки камер по конструктивным характеристикам КА (до запуска КА);
- разработка программного модуля формирования модельных снимков, получаемых панхроматической и многозональной камерами (до запуска КА);
- разработка методики калибровки камер по данным съемки калибровочного полигона (после запуска КА);
- разработка программного модуля, формирующего коэффициенты рациональных полиномиальных функций для обработки снимков в стандартных фотограмметрических пакетах в соответствии с принятыми в международной практике требованиями;
- разработка программного модуля ортотрансформирования снимков КА на основе разработанной геометрической модели камер КА.

В работе приведено краткое описание бортового комплекса целевой аппаратуры, включающего в себя:

- панхроматическую съемочную систему (ПСС), обеспечивающую получение изображения, формирование панхроматической видеоинформации и выдачу ее в бортовую информационную систему;
- многозональную съемочную систему (МСС), обеспечивающую получение изображения и формирование видеоинформации в четырех зонах спектра и выдачу ее в бортовую информационную систему.

Особенность построения панхроматической съемочной системы ПСС состоит в том, что изображение в ней формируется на массиве микрокадров, каждый из которых формирует изображение по законам центральной проекции. Формирование мозаики ортоизображений микрокадров осуществляется с учетом орбитального движения КА. Приведены характеристики съемочных систем.

Динамическая геометрическая модель съемки, представляющая собой математическое описание съемочных систем, позволяет по навигационным данным получить привязанные к местности снимки. При этом точная геометрическая модель позволит генерировать специальное описание снимка (RPC – коэффициенты рациональных полиномов) для его точной привязки в большинстве стандартных пакетов (ERDAS, ENVI и т.п.) непосредственно пользователем, без раскрытия деталей описания камеры. RPC (Rational Polynomial Coefficients) получили широкое распространение в качестве геометрической модели сканерных снимков высокого разрешения. Приводится описание алгоритма генерации коэффициентов рациональных функций.

Разработка геометрической модели съемочных систем и собственно съемки позволит расширить области применения данных, получаемых с перспективных КА типа «Канопус-В», повысить оперативность получения геопривязанной информации.

## **Испытательный полигон для тестирования беспилотных летательных аппаратов, используемых для картографирования и мониторинга территорий**

*А. П. Михайлов, В. М. Курков, А. Г. Чибуничев  
МИИГАиК, Москва, Россия*

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят все большее применение для выполнения аэрофотосъемки, материалы которой используются для решения многих задач в различных областях жизнедеятельности человека, в частности, для создания карт и цифровых моделей местности, мониторинга природных явлений и результатов жизнедеятельности человека.

Многообразие используемых БПЛА и установленной на них съемочной и навигационной аппаратуры, вызывает необходимость разработки теоретически обоснованных рекомендаций по выбору параметров аэрофотосъемки в зависимости от масштаба создаваемых карт и требуемой точности создания цифровых моделей местности для каждого из используемых аэрофотосъемочных комплексов. Необходимо также разработать рекомендации по плано-высотной подготовке материалов аэрофотосъемки. Очевидно, что достоверность разработанных рекомендаций должна быть подтверждена опытно-производственными работами

Наиболее полно и объективно проверить и оценить технологии картографирования и мониторинга местности, с использованием аэрофотосъемочного комплекса установленного на БПЛА можно по материалам аэрофотосъемки тестового полигона, обеспечивающего возможность оценки качества создаваемых продуктов по опорным и контрольным геодезическим опознакам и другой контрольной информации.

Московский Государственный Университет Геодезии и Картографии (МИИГАиК) в 2011 году начал работы по созданию специализированного исследовательского полигона для исследования и оценки технологий картографирования и мониторинга местности, с использованием аэрофотосъемочных комплексов, установленных на БПЛА.

Полигон площадью около 50 кв. км расположен в Заокском районе Тульской области в 110 км от Москвы. Территория полигона выбиралась таким образом, чтобы на ней были расположены разнообразны природные ландшафты и объекты жизнедеятельности человека. На территории полигона имеются лесные массивы, различные гидрографические объекты, многообразные формы рельефа, сельскохозяйственные угодья и производственные объекты. В пределах полигона расположены населенные пункты, такие как поселок городского типа, деревни, дачные и коттеджные поселки. Имеются железные, шоссейные, проселочные и полевые дороги, линии электропередачи различного напряжения и трубопроводы.

На полигоне имеется достаточно плотная плано-высотная опорно-геодезическая сеть.

При создании полигона планируется выполнение следующих работ:

- создание сети плано-высотных опознаков на территории полигона обеспечивающих создание топографических планов и карт масштабов 1:10 000–1:500. Предусматривается создание опознаков в виде маркировочных фигур, так и опознаков расположенных на четких контурах местности;
- создание цифровых моделей рельефа и цифровых ортофотопланов раз-

личной точности на территорию полигона по материалам аэро и космической съемки;

- создание пространственного тест-объекта для полевой фотограмметрической калибровки цифровых фотокамер и определения элементов выставки центра проекции объектива фотокамер и фазового центра антенны геодезической системы GPS, установленных на БПЛА;
- создание цифровых топографических и тематических карт масштабов 1:10 000 – 1: 500 на территорию полигона. При создании карт предполагается выполнение сплошного полевого топографического и тематического дешифрирования;
- создание различных мир для определения разрешающей способности аэрофотоснимков.

К августу 2011 года выполнены работы по созданию пространственного тест-объекта для полевой фотограмметрической калибровки цифровых фотокамер и определения элементов выставки центра проекции объектива фотокамеры и фазового центра антенны геодезической системы GPS, установленных на БПЛА. Начаты работы по созданию сети планово-высотных опознаков и цифровых моделей рельефа и цифровых ортофотопланов.

В июле 2011 года на полигоне МИИГАиК проведены исследования фотограмметрической технологии создания карт масштабов 1:2000 и 1:500 с использованием для проведения цифровой аэрофотосъемки отечественного БПЛА «ПТЕРО», разработанного ООО «АФМ-Сервис». В испытаниях помимо сотрудников кафедр аэрокосмической съемки и фотограмметрии МИИГАиК и ООО «АФМ-Сервис» приняли участие сотрудники компаний «Ракур» и «ГНСС плюс».

## **О технологии дешифрирования радиолокационных изображений земной поверхности**

*П. И. Нейман*

*«НИИ ТП», Москва, Россия*

В докладе рассматривается технология дешифрирования аэрокосмических радиолокационных изображений (РЛИ), которая имеет много общих операций с дешифрированием оптических снимков. Однако имеются некоторые важные особенности.

Технологический процесс дешифрирования РЛИ должен протекать в определенных временных рамках. Чтобы реализовать основные преимущества радиолокационного зондирования (всепогодность и круглосуточность получения информации) временные ограничения должны распространяться на всю технологическую цепь получения радиолокационной информации: планирование и проведение съемок, доставку информации на наземные комплексы приема и обработки информации, производительность обработки информации (быстродействие вычислительных средств, сложность программно-алгоритмического обеспечения), доведение информации до потребителя. Технология дешифрирования РЛИ включает нескольких этапов.

На первом этапе производится постановка задачи радиолокационного дешифрирования, для чего используется формализованное описание целевой задачи (ФОЦЗ) с учетом возможности использования при дешифрировании изображений с разными длинами волн, с нужным значениями пространственного разрешения, радиометрического разрешения и радиометрической чувствительности, позволяющими обнаруживать и распознавать объекты с заданной величиной ЭПР (УЭПР). Необходимо также учитывать возможность проведения радиолокационных съемок с необходимой периодичностью для эффективного выявления объектовых изменений на РЛИ и заданные сроки завершения дешифровочного процесса, определяющие глубину и масштабы обработки РЛИ.

На следующем этапе дешифрирования РЛИ из доступных архивов производится отбор других РЛИ и оптических снимков, которые могут использоваться при дешифрировании согласно определенного на этапе 1 ФОЦЗ. Одной из важных операций, относящихся к данному этапу, является планирование проведения специальной съемки, отвечающей требованиям поставленной задачи дешифрирования. Для оперативного дешифрирования в задачах мониторинга проведение специальных периодических съемок является необходимым условием.

На этапе изучения материалов радиолокационной съемки совместно используются два типовых подхода:

1. Визуальное изучение (понимание или интерпретация) РЛИ, которое может рассматриваться как вид семантической обработки РЛИ.

2. Компьютерная обработка РЛИ с целью препарирования изображений и решения обратных задач рассеяния радиоволн, позволяющих с помощью математических моделей и экспериментальных данных определять параметры объектов из значений ЭПР.

Для визуального дешифрирования большое значение имеет зрительное восприятие РЛИ дешифровщиком, которое обуславливается характером отражения радиоволн от наблюдаемых объектов. Объекты с диффузным рассеянием наблюдаются на РЛИ с сохранением геометрических очертаний (образов), что облегчает их распознавание и измерение геометрических параметров. В то же время геометрические образы объектов, создающих квазизеркальное отражение, могут сильно искажаться и даже разделяться на несвязанные фрагменты, что затрудняет выявление и распознавание таких объектов дешифровщиком. Поэтому для визуального дешифрирования РЛИ обычно используется опорная информация в виде топографических карт различного масштаба и оптических снимков. Однако опорная информация часто не содержит полного объема данных, необходимых для проведения дешифрирования. Поэтому в ряде практических ситуаций возникает потребность в использовании эталонных РЛИ, которые были получены в предшествующие моменты времени, на других длинах волн и/или с другими поляризациями. Эталонные РЛИ также могут отличаться разрешающей способностью и другими параметрами. Перечисленные особенности визуального дешифрирования РЛИ должны учитываться при создании специальных средств обучения дешифровщиков, которые составляют неотъемлемую часть системы дешифрирования.

Визуальное дешифрирование РЛИ может обеспечить распознавание объек-

тов, имеющих геометрические размеры, превышающие элемент разрешения РЛИ. Кроме измерения линейных параметров объектов, при визуальном дешифрировании можно обеспечить измерение радиолокационных контрастов и значений ЭПР, если при этом используются калиброванные РЛИ. Однако малоразмерные объекты, сравнимые с элементом разрешения, при визуальном дешифрировании, как правило, не распознаются. Для распознавания малоразмерных объектов используется анализ их радиолокационных сигнатур, которые составляют матрицу обратного рассеяния (МОР). В качестве элементов МОР используются значения ЭПР, полученные при разных значениях длины волны и поляризации излучения, а также при разных условиях зондирования. Сложности получения таких данных вызывают необходимость использования при анализе радиолокационных сигнатур эталонной информации в виде обобщенных зависимостей ЭПР, калиброванных РЛИ и т.д. Требования к эталонной информации вытекают из системы информационных признаков (СИП) целевой задачи, представляющей, взаимоувязанный набор прямых и косвенных дешифровочных признаков целевой задачи ДЗЗ.

Программно-технические средства автоматизации процесса дешифрирования предназначены для выполнения отдельных операций по обработке радиолокационной информации в процессе дешифрирования РЛИ. Перечень задач по обработке радиолокационной информации включает три группы:

1. Получение и обработка одиночных РЛИ.

В данную группу входят задачи синтеза РЛИ в различных режимах съемки (полосовой, телескопический, обзорный), формирования амплитудных и комплексных изображений, их радиометрическая коррекция и калибровка, геометрическая коррекция (геокодирование) и сглаживание спекл-эффекта, формирование составных РЛИ (сшивка фрагментов).

2. Совместная обработка нескольких РЛИ.

Во вторую группу входят задачи совмещения координатных сеток обрабатываемых РЛИ (корегистрация), псевдоцветового кодирования (ПЦК), выявления различий (change detection) на обрабатываемых РЛИ, которые могут возникать из-за разных длин волн, поляризаций, моментов съемки.

Ко второй группе также относятся задачи пространственной обработки, включающие интерферометрию и радиолокационную стереобработку, позволяющие измерять высоту рельефа земной поверхности. Задачи интерферометрической обработки образуют самостоятельную группу, которая в зависимости от вида интерферометрической съемки (однопроходная, двухпроходная) может включать задачи дифференциальной интерферометрии, поляриметрической интерферометрии, а также продольной (вдоль движения носителя РСА) интерферометрии для селекции движущихся целей (СДЦ).

Третью группу образуют задачи, связанные с проведением дешифрирования РЛИ – обнаружение и распознавание объектов на РЛИ, совмещение РЛИ с оптическими изображениями и другой видовой информацией. Последняя операция в качестве технологической может использоваться при обработке одиночных, парных и серийных РЛИ.

В целом доклад показывает роль и место технологии дешифрирования РЛИ в системе дистанционного зондирования земли при решении задач мониторинга и картографирования земной поверхности.

## **Обновление крупномасштабных топографических карт Болгарии с использованием PHOTOMOD 5.1**

*В. Петрова  
GIS-Sofia, Болгария*

Снимкам высокого разрешения всегда уделялось большое внимание при создании и обновлении топографических карт, тем не менее, топографическое картографирование всё ещё зависит от аэросъемки, где традиционные пленочные камеры постепенно заменяются высокопроизводительными цифровыми аппаратами и сканирующими системами.

В докладе будут рассматриваться основные подходы, используемые для обновления данных о городской застройке с использованием методов фотограмметрии и ГИС данных. Также, будет показана необходимость принятия новых законов и технических регламентов к обновлению топографических данных. После обзора методов, используемых в Болгарии, будет представлен проект создания крупномасштабных топографических карт.

Данный проект охватывает основные типы местности: городская застройка, сельскохозяйственные земли, леса. Проект направлен на разработку новых правил, соответствующих современным стандартам и технологиям, удовлетворяющих потребности пользователей в геодезических и картографических материалах.

Целью пилотного проекта является выработка основных действий и правил по созданию цифровых крупномасштабных топокарт (масштабов 1:5000, 1:10 000), наполнению их содержанием, способам обработки.

Цель проекта и его последующий анализ будет служить прочной основой для технических спецификаций, регламентов и инструкций по технологии создания и обновления цифровых топографических баз данных и использованию топографической информации.

Особое внимание будет уделено адаптации старых методов к использованию новых эффективных технологий. Будут обсуждены различия между техническими стандартами и регламентами в Болгарии и за рубежом.

В наш век цифровых технологий, при продолжающемся росте городских территорий, существует необходимость создания и обновления всей топографической информации. Это должно выполняться на основе регулирующих механизмов, созданных на основе работ, проводимых в рамках пилотного проекта.

В заключении поднимается вопрос о том, заменят ли космические изображения аэроснимки (цифровые или аналоговые) для целей картографирования.

## **Программа наземной обработки Visionmap A3 LightSpeed**

*М. Печатников, Ю. Райзман  
Visionmap Ltd, Израиль*

Система наземной обработки VM A3 LightSpeed является дальнейшим развитием последней версии программного обеспечения VM Pendulum 2.0 и

программы просмотра данных DataViewer.

Система предназначена для просмотра, анализа и обработки аэросъёмки, полученной камерой A3, и позволяет выполнять следующий набор операций:

- просмотр, анализ и организация результатов аэросъёмки,
- создание проектов,
- создание заданий на выполнение,
- распределение групп серверов для выполнения заданий или для разных операторов,
- построение и уравнивание блоков триангуляции без использования опорных точек,
- при необходимости — внешнее ориентирование сети триангуляции по опорным точкам,
- расчёт и экспорт ЦММ,
- автоматическое построение линий порезов с возможностью их редактирования,
- построение цветных (RGB, CIR) и многоканальных (RGB+NIR) ортофотопланов,
- радиометрическое редактирование ортофотопланов в рамках одного или несольких блоков,
- экспорт ориентированных плановых и перспективных снимков,
- создание и экспорт квазипанорамных снимков для стереовекторизации,
- радиометрическая калибровка изображения,
- создание и экспорт различных отчётов.

Система A3 LightSpeed включила не только существенные изменения на программном уровне, но и конструктивные изменения наземного кластера обработки. Всё это привело к существенному повышению производительности наземной обработки.

Дополнительное количественное изменение – это допустимый размер блока. Новая версия программы позволяет обрабатывать блоки размером до 250 тысяч снимков, что в площадном выражении достигает 8.7 тыс. км<sup>2</sup> для наземного разрешения 15 см или 23.8 тыс. км<sup>2</sup> при наземном разрешении 25 см.

В программе просмотра и анализа изображения DataViewer появилась возможность задания параметров просмотра исходного изображения (изменённые гистограммы), что в свою очередь положительно повлияло на визуальное качество изображения и на процесс измерения опорных точек.

A3 LightSpeed обеспечивает 12 битную обработку изображения на всех этапах работы со снимками. Результирующее ортофото строится в 8 битном формате.

Новая возможность – задание параметров для однородного радиометрического корректирования ортофото. Для неоднородного радиометрического редактирования разработана и внедрена новая эффективная концепция редактирования при помощи внешних программ редактирования изображения.

Программа позволяет создавать 4 канальное ортофото (RGB+NIR), имеющее широкое применение в области дистанционного зондирования.

Изменения коснулись не только производительности вычислений и качества изображения, но и фотограмметрической точности результатов обработки. Результаты последних экспериментов показывают, что система A3

в целом при использовании небольшого количества опорных точек (4-5 на блок) позволяет с уверенностью получать точности порядка 0.2 – 0.3 пикселя на контрольных точках.

Улучшения проведены и в программном обеспечении камеры АЗ. Одно из существенных — улучшенный контроль экспозиции, что приводит к более светлому изображению и уменьшению шума.

### **Эксперимент по созданию цифровой модели рельефа с использованием стереопары панхроматических изображений, полученных космическим аппаратом «Ресурс-ДК 1»**

*А. А. Пешкун, В. Ю. Мельников*

*Научный центр оперативного мониторинга Земли, ОАО «Российские космические системы», Россия, Москва*

Одной из главных задач фотограмметрии, топографии и других сфер деятельности является создание цифровой модели рельефа. Зарубежные космические аппараты высокого разрешения, такие как GeoEye, Ikonos, WorldView, выполняют стереосъемку, что дает возможность создавать цифровую модель рельефа по стереопаре. Российский космический аппарат высокого разрешения «Ресурс-ДК 1» не выполняет стереосъемку, но за 5 лет аппаратом было отснято более 20000 маршрутов, большинство из которых перекрывается. В Научном центре оперативного мониторинга Земли был проведен эксперимент по созданию цифровой модели рельефа с использованием двух перекрывающихся снимков, полученных с космического аппарата «Ресурс-ДК 1» с разных витков.

Для создания стереопары были отобраны два перекрывающихся панхроматических изображения на территорию полигона в районе г. Хобарт (Австралия). Снимки получены на восходящем и нисходящем витках с углами крена соответственно  $5^{\circ}59'12,28''$  и  $3^{\circ}13'48,41''$  при углах солнца  $63^{\circ}$  и  $37^{\circ}$ . Съемка выполнена в летнее время с интервалом 50 суток, пространственное разрешение на местности составляет 1.2 метра. Для обработки стереопары была применена цифровая фотограмметрическая станция PHOTOMOD версии 5.2. С целью уточнения элементов внешнего ориентирования изображений в цифровой фотограмметрической станции PHOTOMOD была выполнена фототриангуляция с использованием 45 опорных и 9 контрольных планово-высотных точек.

Цифровая модель рельефа создавалась в полуавтоматическом режиме. На первом этапе в автоматическом режиме было выполнено построение цифровой модели рельефа с шагом 10 метров, далее средствами PHOTOMOD проведена автоматическая фильтрация узлов цифровой модели рельефа. Следующим этапом выполнена проверка полученной цифровой модели рельефа, в том числе: удалены некорректно набранные в автоматическом режиме и не отфильтрованные программой узлы, проведены структурные линии и добавлены недостающие узлы. Проведена оценка точности с использованием 49 планово-высотных опознаков. Максимальное расхождение составило

3,1 метра, СКО составила 1,38 метра. На 75,5% (37) контрольных точках, расположенных на застроенных территориях в предгорье, ошибка составила менее 1,63 метра.

Результаты исследования:

1. Создание стереопары по двум перекрывающимся изображениям, полученным с разных витков космическим аппаратом «Ресурс-ДК 1» возможно.
2. По полученной стереопаре возможно создание цифровой модели рельефа.
3. Полученная цифровая модель рельефа удовлетворяет требованиям построения горизонталей с сечением 10 метров.
4. Учитывая схожесть съемочных систем аппаратов «Ресурс-ДК 1» и «Ресурс-П», возможно использование разработанной технологии для изображений, которые будут получены космическим аппаратом «Ресурс-П».

### **Быстрый доступ к высокой детальности, лучшее понимание, точный анализ – альянс European Space Imaging и WorldView**

*Ф. Пульс*

*European Space Imaging, Германия*

European Space Imaging (EUSI) и DigitalGlobe создали альянс WorldView Global. Благодаря Альянсу, клиенты получили доступ к изображениям, полученным со спутников компании DigitalGlobe, в том числе и с недавно запущенного спутника WorldView-2, а также к архиву данных, который содержит более 1 миллиарда квадратных километров снимков высокого разрешения. Альянс обеспечивает полный набор онлайн-овых и офлайн-овых продуктов и услуг и обеспечивает высокий уровень технической поддержки.

Запущенный с базы Ванденберг (Калифорния, США) 8 октября 2009 года и вышедший в штатный режим работы 4 января 2010 года, WorldView-2 пополнил группировку оптических спутников DigitalGlobe высокого разрешения. На данный момент эта группировка состоит из спутников QuickBird, WorldView-1 и WorldView-2.

WorldView-2 является спутником второго поколения DigitalGlobe. Спутник оснащен самым передовым оборудованием, дающим высокую точность элементов ориентирования, включая гироскопы, позволяющие производить быстрое нацеливание и стерео съемку. Высокая маневренность в сочетании с высотой орбиты 770 км позволяет проводить съемку около 1 млн. км<sup>2</sup> в день, с повторяемостью 1,1 дня по всему миру.

Помимо проведения съемки высокого разрешения, WorldView-2 способен получать панхроматические изображения с разрешением 46 см, а также является первым коммерческим спутником с 8 спектральными каналами. Высокое пространственное разрешение позволяет распознавать на снимках мельчайшие детали, например транспортные средства, мелкие рифы и даже отдельные деревья в саду, а большое количество спектральных зон предоставляет подробную информацию о свойствах объектов, таких как качество дорожного покрытия, глубины океана, здоровье растений. Наличие 8 спек-

тральных диапазонов позволяет снимкам WorldView-2, передавать мир таким, каким его видит человеческий глаз.

Мультиспектральные изображения играют значительную роль, помогая лучше узнать Землю, действия природных сил и последствия деятельности человека. В презентации мы рассмотрим четыре направления применения дистанционного зондирования: классификация, измерение глубин, анализ вегетации и выявление динамики разновременных процессов. Покажем, как эти направления могут быть расширены с ростом разрешения, спектральной избирательности и производительности съёмки WorldView-2, особенно в вопросах безопасности.

В феврале и марте 2010 года Германский аэрокосмический центр (DLR) создал для WorldView систему Европейского Механизма Прямого Доступа (EDAF). После всесторонних испытаний, 16 апреля 2010 года EDAF стал коммерчески доступен для следующих операций:

- постановка задач обоим спутникам WorldView;
- получение данных;
- обработка и передача изображений и производных продуктов.

В докладе будут освещены варианты решения региональных задач с использованием приемной станции EUSI и группировки спутников DigitalGlobe.

### **Особенности обработки материалов космической съёмки со спутника GeoEye-1 в системе PHOTOMOD**

*Я. В. Разумова*

*«СургутНИПИнефть» ОАО «Сургутнефтегаз», Сургут, Россия*

ОАО «Сургутнефтегаз» имеет на своем балансе 145 лицензионных участков, занимающих свыше 137 тыс.км<sup>2</sup> на территории Западной, Восточной Сибири и северо-западе России. Активное освоение и разработка новых месторождений, а также развитие действующих, требует обеспечения территорий актуальной информацией, в частности, данными дистанционного зондирования.

Наряду с традиционными данными аэрофотосъёмки различных масштабов для решения задач активно используются материалы космической съёмки. В случаях освоения новых отдаленных месторождений это наиболее оптимальный и экономически оправданный метод обеспечения данными.

С 2010 года ОАО «Сургутнефтегаз» заключает договоры на поставку космической съёмки высокого разрешения со спутника GeoEye-1. Выбор сенсора был обусловлен возможностью получения данных с максимально возможным на тот момент пространственным разрешением, что позволяет решать широкий круг задач. Помимо этого учитывалась высокая точность геопозиционирования и маневренность спутника, обеспечивающая высокую производительность съёмки.

В докладе описывается технология обработки данных со спутника GeoEye-1 в системе PHOTOMOD с учетом особенностей поставки RPC-коэффициентов для этих снимков, использования различных решений для

уравнивания моноблоков сканерной съемки. Также в докладе приводятся точностные характеристики отдельных этапов работы.

### **Космические перспективы ЦФС РНОТОМОД**

*В. П. Савиных, А. Э. Зубарев, И. Е. Надеждина  
МИИГАиК, Москва, Россия*

Приоритетными направлениями космических исследований в Комплексной лаборатории исследования внеземных территорий (КЛИВТ) МИИГАиК являются поверхности естественных спутников планет: наша ближайшая «соседка» Луна; Фобос и Деймос (спутники Марса); Ио (спутник Юпитера); Энцелад (спутник Сатурна).

Основой успешного решения этих задач являются комплекты космических снимков внешней поверхности изучаемых внеземных объектов, полученные с автоматических космических аппаратов (КА). Однако эти снимки весьма разнородны. Они выполнены разными космическими миссиями, через значительный временной интервал, разными камерами и по различным технологиям.

При обработке космических снимков далеких объектов Солнечной системы иностранные коллеги активно используют в комплексе с коммерческими модулями и некоммерческое фотограмметрическое программное обеспечение (VICAR, ISIS), специально разработанное для проектов NASA и ESA.

В КЛИВТ, был проведен анализ доступных коммерческих ЦФС: INPHO, РНОТОМОД, «Талка». Оказалось, что ни одна из этих систем не ориентирована на обработку получаемых автоматическими КА снимков малых небесных тел. Это связано с особенностью съемки: удаленностью КА от снимаемого объекта, недостаточной точностью в знании положения КА на орбите. Перечисленные причины приводят к следующим трудностям в обработке:

- алгоритм классической «земной» фотограмметрии базируется на предположении, что углы взаимного ориентирования — это малые величины (менее 5-10 градусов), в противном случае ошибки определения координат объекта оказываются очень большими;
- для снимков малоразмерных небесных тел (а это подавляющее большинство тел Солнечной системы) значения углов внешнего и взаимного ориентирования для поперечного и продольного углов наклона могут быть очень большими (50-60 градусов). В этом случае автоматическая корреляция изображений не даёт удовлетворительных результатов;
- процедура определения элементов взаимного ориентирования является итерационным процессом и при значительных углах взаимного ориентирования, если начать решать задачу без хорошего начального приближения итерации не приведут к корректному результату;
- почти все космические снимки имеют разные масштабы, что дополнительно осложняет процессы идентификации и автоматизации определения связующих точек;
- необходимость в точном определении углов внешнего ориентирования,

так как ошибки в измерениях связующих точек, препятствуют итерационному уравниванию. Точность значений углов внешнего ориентирования определяет и метод уравнивания.

- существенное усложнение процедуры ортотрансформирования из-за перспективных искажений на снимках.

В рамках сотрудничества с компанией «Ракурс» разработаны новые алгоритмы обработки снимков малых тел Солнечной системы на базе ЦФС PHOTOMOD, которые имеют важное научное и практическое значение. На сегодняшний день сотрудниками Комплексной Лаборатории Исследования Внеземных Территорий МИИГАиК на базе разработок компании «Ракурс» получены первые результаты по обработке снимков Ио и Фобоса.

### **Оперативный космический мониторинг и геопортальные решения**

*М. А. Сергеева, А. В. Потапов  
ИТЦ «СКАНЭКС», Москва, Россия*

В настоящее время одним из наиболее объективных и оперативных источников информации выступают снимки Земли из космоса. В последние годы в отрасли дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса быстро развиваются сервисы оперативного мониторинга спутниками с аппаратурой съёмки Земли среднего и высокого пространственного разрешения.

Опираясь на опыт комплексирования оперативных данных детальной космосъёмки ведущих спутниковых программ SPOT-4/5, IRS, EROS, FORMOSAT-2, RADARSAT-1/2 и ENVISAT-1, Центр «СКАНЭКС» разработал технологию, базирующуюся на принципах координированного управления съёмками и потоковой обработки принимаемых на сеть станций результатов съёмок нескольких спутников ДЗЗ высокого пространственного разрешения в квазиреальном масштабе времени.

Для реализации этой технологии Центр «СКАНЭКС» создал собственную сеть из четырёх центров приёма и обработки информации в Москве, Мегийоне (Ханты-Мансийский АО), Иркутске и Магадане, которые оснащены 10 универсальными малогабаритными станциями «УниСкан», обеспечивающими приём информации с 14 современных спутников ДЗЗ со скоростью до 320 Мбит/с (в одном канале). Программно-аппаратные средства централизованного веб-доступа позволяют осуществлять оперативный дистанционный контроль и управление работой станциями сети из Центра в Москве.

Принципы универсальности и открытой архитектуры аппаратно-программных комплексов «УниСкан» позволили удешевить и упростить техническое оснащение приёмных центров по сравнению с традиционными концепциями комплектации приёмных центров специализированными станциями от операторов спутников ДЗЗ.

Для быстрого доведения продуктов до потребителей применяются веб-сервисы на базе геопортала Космоснимки.ру, созданного на технологии GeoMixer.

За последние 3-4 года компании удалось разработать и наладить функци-

онирование веб-сервисов оперативного спутникового мониторинга; веб-сервисов, предоставляющих доступ к пространственным данным (картам, снимкам, аналитической информации и т.п.), веб-каталогов данных ДЗЗ. Сегодня разработаны сервисы различной тематики: для спутникового мониторинга пожарной обстановки, хода половодья на реках страны, экологической обстановки в акваториях, ЧС (ведомственный геопортал МЧС России «Космоплан»), ведения лесного хозяйства (ведомственный геопортал Рослесхоза) и др. С одной стороны, геопорталы служат для решения задач отраслевого или административного управления, а с другой — обеспечивают доступ массового пользователя к соответствующим данным в интерактивном режиме.

В сети интернет сегодня работает комплекс геопорталов, доступ к информации которых открыт для всех желающих.

Материалы спутниковых наблюдений за экологической и судовой обстановкой в акваториях России доступны на геосервисе «Космоснимки — Моря России» (<http://ocean.kosmosnimki.ru/>).

Узнать о состоянии особо охраняемых территорий страны, в том числе о выявленных нарушениях, можно на ресурсе «Космоснимки — ООПТ» (<http://oopt.kosmosnimki.ru/>). Здесь же размещены материалы наблюдения за ходом строительства автотрассы через Химкинский лес.

Данные о пожарной обстановке в том или ином регионе России ежедневно обновляются на портале «Космоснимки — Пожары» (<http://fires.kosmosnimki.ru/>). Оперативный спутниковый мониторинг пожарной обстановки проводит ИТЦ «СКАНЭКС». Термальные аномалии — вероятные очаги пожаров — фиксируются с помощью датчиков MODIS спутников Terra и Aqua.

Зачастую материалы спутниковой съемки становятся единственно возможным источником оперативной информации о состоянии объекта/территории. К примеру, на основе детальной снимков, полученных в первые часы после катастрофического землетрясения на Гаити в январе 2010 г., были составлены подробные карты пострадавшего города. Данные картматериалы спасатели разных стран использовали в своих приборах для навигации на местности.

С использованием спутниковой съемки проводилась спасательная операция в Охотском море в январе 2011 г., где 31 декабря 2010 г. сразу несколько судов сообщили о том, что их движения парализовано из-за сложной ледовой обстановки.

В ходе поступления разнородной информации о взрыве близ города Абадан (Туркмения) в июле 2011 г. космические данные подтвердили, что ЧС произошла на складе боеприпасов. На детальных снимках были выявлены разрушенные хранилища и воронки от взорванных боеприпасов.

В новых условиях, когда космическая съемка стала доступным инструментом, сочетание удобных технологических инструментов (геопортальные технологии) и активных, заинтересованных в объективной информации пользовательских сообществ, способны стать мощным средством организации общественного контроля за самыми различными аспектами человеческой деятельности. Уже сегодня возможно создать условия для формирования инновационных систем мониторинга, например, социально-значимого строительства или экологической ситуации, соблюдения правил природопользования или даже отслеживания случаев геноцида (например существует

проект по мониторингу угроз для гражданского населения на территории южного Судана — <http://www.satsentinel.org/about>). К примеру, в России в прошлом году, после летних пожаров, ИТЦ «СКАНЭКС» на основе сервиса «Космоснимки — Пожары» совместно с сообществом OSM запустил проект по оцифровке границ гарей. Теперь эти данные используются различными организациями для оценки ущерба, нанесенного огнем.

В будущем эксперты ожидают все большего вовлечения институтов гражданского общества в создание подобных механизмов контроля. Возможно, уже в ближайшем будущем именно потребности различных гражданских тематических пользовательских сообществ и будут определять вектор развития отрасли ДЗЗ из космоса.

### **Особенности фотограмметрической обработки аэросъемки с БПЛА**

*А. Ю. Сечин*

*«Ракурс», Москва, Россия*

В докладе дается обзор современных беспилотных летательных аппаратов, используемых для аэросъемки в России. Рассмотрены особенности данных аэросъемки. Даются рекомендации как разработчикам БПЛА по установке оборудования на борт, так и операторам, эксплуатирующим беспилотные самолеты. Цель рекомендаций – получение максимальной точности результатов фотограмметрической обработки такой аэросъемки. Рассмотрены примеры обработки аэросъемки. Приведены специальные функции, используемые для обработки съемки с БПЛА в PHOTOMOD 5.2

### **Особенности археологических работ с использованием программы PHOTOMOD (на примере построения ЦМР Золотаревского городища)**

*Р. Сингатулин*

*Саратовский государственный университет, Россия*

В данной работе рассмотрены некоторые особенности полевых археологических работ на Золотарёвском городище с использованием ЦФС PHOTOMOD в 2010-2011 гг.

Золотарёвское городище уникальный средневековый археологический памятник, расположен в 30 км от г. Пенза. В первой половине XIII в. на территории Золотарёвского поселения произошла битва, следы которой можно наблюдать и по настоящее время. Территория, на которой развернулось сражение, выходит далеко за пределы поселения. Останки убитых людей были обнаружены на площади 60 000 м<sup>2</sup>. Тела погибших воинов и жителей поселения остались незахороненными. Помимо останков людей на поле боя осталось большое количество оружия, частей доспеха, деталей конской упряжи, украшений и др. Одних только наконечников стрел на сегодняшний день

насчитывается свыше 2000 штук. Спустя 7,5 столетий поле битвы, в силу каких-то пока необъяснимых причин, практически полностью сохранило свой первозданный вид.

В средние века военные сражения были обязательным атрибутом противоречивой эпохи, а сохранившиеся до нашего времени поле битвы – это явление чрезвычайной важности, позволяющее решить множество проблем в истории и археологии.

Городище расположено на высоком мысу (до 20 м), образованном двумя оврагами, и огорожено со всех сторон валом со рвом. Поперек мыса насыпаны 4 вала со рвами, примерно в 30-40 м друг от друга. Высота поперечных валов достигает 3 м, ширина – 8 м, глубина рвов – 3 м, ширина – 5 м. За внешним валом находится широкая полоса ловчих ям, которые являлись частью оборонительной системы, расположенных в шахматном порядке. Диаметр ям в среднем 1 м, глубина от 0,8 до 1 м. Площадь городища составляет около 2,5 га.

Реконструировать хронологию событий можно только на основе построения детальной ЦМР. Причем на такой ЦМР необходимо пространственно зафиксировать не только крупные объекты (строения, валы, котлы, доспехи), но более мелкие детали (наконечники стрел, бусинки, разбросы керамики).

К сожалению, современное состояние Золотарёвского городища существенно затрудняет проведение полевых работ с целью создания детальной ЦМР. Сильно пересечённый рельеф, высокий травяной покров, дикорастущий кустарник, завалы и высокие деревья (12-18 м) препятствуют проведению качественной съёмки. Количество деревьев только на участках между валами превышает 2000 штук. Построение ЦМР с использованием данных ИСЗ или БПЛА практически невозможно. Лазерное сканирование также исключено. Построение ЦМР возможно только с использованием традиционной ближней фотограмметрии и с разбиением территории на кластерные участки для локальной съёмки. Однако применение данной технологии требует учета некоторых дополнительных факторов. Основными из них в условиях полевых археологических работ являются:

- выбор параметров съёмки с требуемой точностью;
- проведение съёмки в условиях лесного массива (т.е. без перекрытия стволами деревьев).

Если первое требование очевидно, то второе условие связано с невозможностью выполнения съёмки без проведения дополнительных съёмок, чтобы исключить затенённые пространства. Однако проведение дополнительных ракурсных съёмок не только трудоёмко в условиях лесного массива, но и существенно усложняет обработку данных. Поэтому возникает необходимость использовать некоторые решения, обеспечивающих съёмку без затенённых пространств. Одним из таких решений является возможность производить последовательную съёмку с помощью специальной треноги с высоты 3 – 6 м по маршрутной сети. Технология достаточно проста, несколько аналогична возможностям при съёмках с воздушных шаров или БПЛА. Преимущественным фактором является возможность статической съёмки, оперативного изменения высоты и базиса съёмки. При размещении базисов параллельно базису съёмки, а также с приближением базиса к объекту съёмки (т.е. при укрупнении масштаба съёмки) может быть снят весь участок местности без

затенённых пространств. Недостатком данного решения, является сложности при проведении съёмки рельефа с выраженным перепадом высот (овраги, обрывы, колодцы).

Анализ осуществлённых работ на Золотарёвском городище в 2010-2011 гг. с помощью ЦФС PHOTOMOD показывает, что программный комплекс позволяет решать комплекс археологических задач от уравнивания сети фототриангуляции до построения ЦМР, создания цифровых специализированных карт, а также производить поисковые работы на основе сравнения эталонных точек рельефа. Например, в результате измерения опорных точек на одном из участков Золотарёвского городища в 2010 г. была выявлена область микрорельефа, связанная с утраченным сооружением, что привели к заключению о необходимости детализации работ на данном участке с помощью мультиспектральных технологий. Вместе с тем, некоторые возможности в ЦФС PHOTOMOD, например фильтрация и редактирование связующих точек на блоке изображений в модуле PHOTOMOD ААТ, не столь однозначно приспособлены для решения специфических археологических задач. Что и естественно, т.к. программа предназначалась совершенно для других целей. Однако опыт последних лет работы с ЦФС PHOTOMOD в составе археологических экспедиций на Увекском городище (Саратов), Золотарёвском городище (Пенза), царских курганов Кырык-Оба (Западно-Казахстанская область) в целом производит хорошее впечатление от работы программного продукта и позволяет надеяться на появление (в новых версиях) специализированных модулей для обработки археологической информации.

Потенциальные возможности локальной фотограмметрической съёмки при проведении исследований на археологических памятниках далеко не исчерпаны. В совокупности с адаптированными ЦФС (прежде всего с помощью создания дополнительных специализированных модулей в ЦФС PHOTOMOD) и доступными цифровыми камерами, применение локальной фотограмметрической съёмки послужит дальнейшему повышению эффективности и качества проведения археологических работ.

Литература:

1. Белорыбкин Г.Н. Золотарёвское городище. - СПб. - Пенза: Изд. ПГПУ, 2001. 200 с.
2. Древняя Русь. Город, замок, село // Археология СССР. - М., 1985.
3. Лобанов А.Н., Бруевич П.Н. Фототопография. Наземная стереофотограмметрическая съёмка. ВИНТИ, Т.10. - М., Недра, 1975.
4. Plotnikov P.C., Singatulin R.A., Ramsaev A.P. Application of the method of infra-red photogrammetry for identification of underground archaeological tracks and rests of constructions in urbanist's conditions // Fourth International Symposium "Turkish-German Joint Geodetic Days". Berlin: Grunding, 2001. P. 339-345.

## Опыт использования БПЛА для создания карт и планов крупных масштабов. Проблемы и недочеты, влияющие на результат

А. В. Смирнов

*«Центр перспективных технологий», Москва, Россия*

Созданные первоначально для военных целей, беспилотные летательные аппараты активно используются в последнее время в гражданском секторе. С помощью беспилотных систем можно контролировать как техническое состояние объектов, так и их безопасность и функционирование, притом, что контролируемые объекты могут находиться на большом удалении. Уже сейчас БПЛА используют в сопровождении строительства и обследования линейных объектов, таких как нефтепроводы, газопроводы, линии связи и ЛЭП, для инвентаризации земель сельскохозяйственных и лесных угодий, бассейнов рек, для мониторинга лесных вырубок и пожаров.

Использование беспилотных летательных аппаратов для создания топографических карт крупных масштабов и разных тематик имеет большие перспективы. Этот метод по актуальности опережает все известные методы инженерных изысканий. Преимущества такого метода очевидны:

- в отличие от космических снимков — большое разрешение, возможность перспективной и панорамной съемки, съемка на малой высоте, что дает возможность не учитывать облачность;

- в отличие от съемки на пилотируемых самолетах — безопасность экипажа, низкая стоимость, отсутствие необходимости в аэродромном базировании, отсутствие требования к разрешениям и согласованиям полетов;

- в отличие от полевых геодезических методов — оперативность.

Однако на сегодняшний день практически ни один известный комплекс БПЛА не обладает возможностью аэрофотосъемки с нужной точностью для создания топографических карт крупных масштабов. В данном докладе будут рассмотрены проблемы и недочеты в конструкциях БПЛА и их влияние на результат. Исследования представлены на основе личного опыта эксплуатации БПЛА и обработки аэрофотоснимков для создания карт различных масштабов.

Все известные конструкторские бюро в России создают беспилотные летательные аппараты в основном для мониторинга. Эти систематические обследования не требуют особых точностей в обработке. Для создания же карт крупных масштабов необходима определенная точность аэросъемки. К сожалению, на данный момент нет определенных стандартов для данного вида работ. Поэтому приходится ориентироваться на стандарты, утвержденные при традиционной аэросъемке.

Со стороны фирм - разработчиков по программному обеспечению для обработки аэроснимков уже сейчас есть инновационные разработки. Одним из таких лидеров является компания «Ракурс». В версии PHOTOMOD 5.2 добавлены инструменты, облегчающие и автоматизирующие обработку съемки БПЛА. Все наблюдения по влиянию проблем конструкций БПЛА на результат аэросъемки будут представлены в ЦФС PHOTOMOD.

## Создание актуализированных карт-схем лесных страт при государственной инвентаризации лесов

О. Н. Солонцов

ФГУП «Рослесинфорг», Москва, Россия

Государственная инвентаризация лесов (ГИЛ) – это новый для России вид лесоучетных работ. ГИЛ призвана решать задачи федерального уровня.

В рамках ГИЛ работа идет по 3-м основным направлениям:

- оценка эффективности выполненных в лесах лесохозяйственных мероприятий и оценка использования лесов выборочными наземными методами;
- дистанционный мониторинг использования лесов;
- определение количественных и качественных характеристик лесов.

По первым двум направлениям объектами ежегодных работ являются отдельные лесничества всех лесных субъектов РФ. Сами работы носят выраженный оперативный характер. Определение количественных и качественных характеристик лесов имеет циклический характер и проводится с использованием математико-статистического выборочного метода наблюдений, который заключается в закладке сети постоянных пробных площадей, проведении измерений на них. Указанные работы начали проводиться в 2008 году с введением в действие нового Лесного кодекса Российской Федерации. В 2008 году разработана «Программа государственной инвентаризации лесов на период 2008-2017 годы», которая определяет ближайшие перспективы ее развития в Российской Федерации.

Масштабы работы по инвентаризации российских лесов достаточно велики - она проводится во всех лесах Российской Федерации на 1,2 млрд. га, что составляет более 60 процентов всей территории Российской Федерации, специалисты полагают, что полный цикл создания сети постоянных пробных площадей должен быть завершен за 10 лет в 2017 – 2018 гг.

Для формирования сети постоянных пробных площадей за десятилетний период на всей территории Российской Федерации начиная с 2008 года, ежегодно необходимо было закладывать около 8 тыс. постоянных пробных площадей. Однако такой график не выдерживается (таблица 1), что влечет за собой увеличения периода формирования сети постоянных пробных площадей.

Таблица 1. Распределение ежегодного количества постоянных пробных площадей, закладка которых необходима для формирования сети постоянных пробных площадей за 10 летний период.

Наименование	Распределение количества постоянных пробных площадей по годам, шт.										Общее количество пробных площадей, шт
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Количество ППП, шт.	9810	6033	4926	4549	9480	9558	9333	9568	9516	9432	82200
Площадь, млн. га	28,2	23,0	40,5	38,4	175,4	176,8	172,8	177	176,1	174,6	1182,9

За период с 2008 по 2011 годы по единой методике заложено 25318 постоянных пробных площадей государственной инвентаризации лесов.

В состав работ по определению количественных и качественных характеристик лесов на пробных площадях входят подготовительные, полевые и камеральные работы. При этом, на этапе подготовительных работ используются материалы космической съемки для актуализации материалов лесоустройства. Объем космической съемки объектов работ по ГИЛ должен составлять около 172-177 млн. га ежегодно.

При подготовительных работах производится:

- сбор сведений о текущем состоянии лесов и его изменении по данным государственного лесного реестра, отчетов об использовании, охране, защите, воспроизводстве и лесоразведении, лесопатологического мониторинга, мониторинга пожарной опасности в лесах, изучении радиационной обстановки в лесах;

- заказ и получение космических снимков;
- создание цифровой основы объектов работ (лесничеств) интегрированной с атрибутивной базой данных лесоустроительной информации;
- внесение текущих изменений в цифровую основу и актуализация таксационных описаний на хозяйственную деятельность и воздействия антропогенных и природных факторов на основе дешифрирования аэрокосмических изображений с пространственным разрешением не хуже 2,5 м;

- разработка схемы стратификации;
- вычисление площадей страт, создание актуализированной карты страт;
- статистическое размещение пробных площадей на актуализированной карте страт, определение местоположения (координат) пробных площадей ГИЛ.

Для проведения подготовительных работ используются космические снимки с пространственным разрешением не более 10 м, а с 2010 года не более 2,5. В качестве критериев при отборе снимков учитывается:

- давность космосъемки;
- время съемки (преимущественно бесснежный период);
- облачность (не более 5%);

Подготовка космических снимков заключается в привязке к растровой топографической основе в ГИС-среде и совмещении векторных карт лесничеств (объектов проверки состояния лесов, определения их количественных и качественных характеристик) с космическими изображениями в различных программных комплексах.

Дешифрирование снимков выполняется непосредственно на экране компьютера с последующей оцифровкой и выявлением изменений. С целью анализа полноты внесения лесничествами изменений в материалы лесоустройства, а так же анализа текущего состояния лесов в 2008-2011 годах использовались космические снимки IRS P-5 (2,5 м), IRS P6 (6 м), IRS 1D (6 м), Formosat-2 (2,5 м), Cartost-1 (2,5 м), SPOT-5 (2,5м), SPOT 2/4 (10 м), WorldView-1,2 (0,5 м), Rapideye (5 м). Площадь покрытия такими снимками составила в 2008 году 28,2 млн. га, в 2009 году 23,0 млн. га

Начиная с 2010 года стали применяться снимки с космических аппаратов с разрешением не хуже 5 м (таблица 2).

Таблица 2. Покрытие космическими снимками объектов работ по ГИЛ в 2010 году

Данные дистанционного зондирования Земли (пространственное разрешение)	Площадь покрытия данными ДЗЗ, тыс. га
SPOT-5 (2,5 м)	30440,4
SPOT-5 (5 м)	1925,7
ALOS (PRISM) (2,5 м)	9925,4
Rapideye (5 м)	1100,9
WorldView-1 (0,5 м)	5,0
QuickBird (0,6 м)	9,7
<b>Площадь работ по закладке ППП в 2010 году</b>	<b>40540,0</b>
<b>Площадь покрытия снимками объектов работ по закладке ППП в 2010 года</b>	<b>43407,1</b>

Одним из методов внесения текущих изменений является визуальное сопоставление данных космической съемки с материалами лесоустройства (лесоустроительными планшетами), на которых отражены изменения произошедшие в лесном фонде.

На рисунке 1 представлен пример внесения изменений по данным космической съемки и визуального сопоставления. В этом случае, сопоставляя данные лесоустроительных планшетов, на основу из космоснимков наносят изменения и дополняют данными не отраженными в материалах лесоустройства (уточняют контура вырубок, площади выделов, расположение линейных объектов и т.п.)

Другим применяемым ФГУП «Рослесинфорг» методом учета изменений с момента последнего лесоустройства является создание синтезированных изображений разновременных космических снимков.

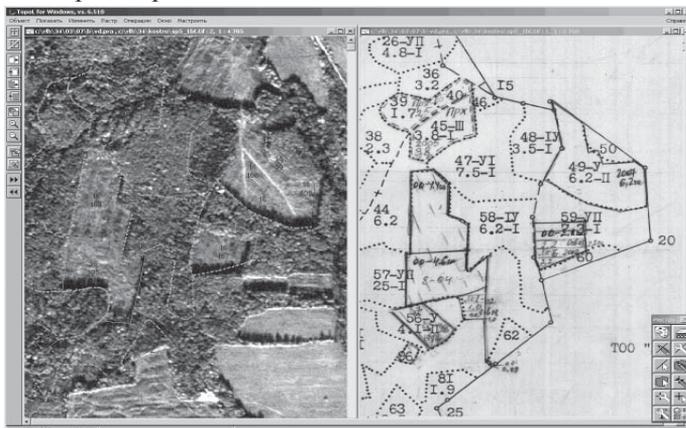
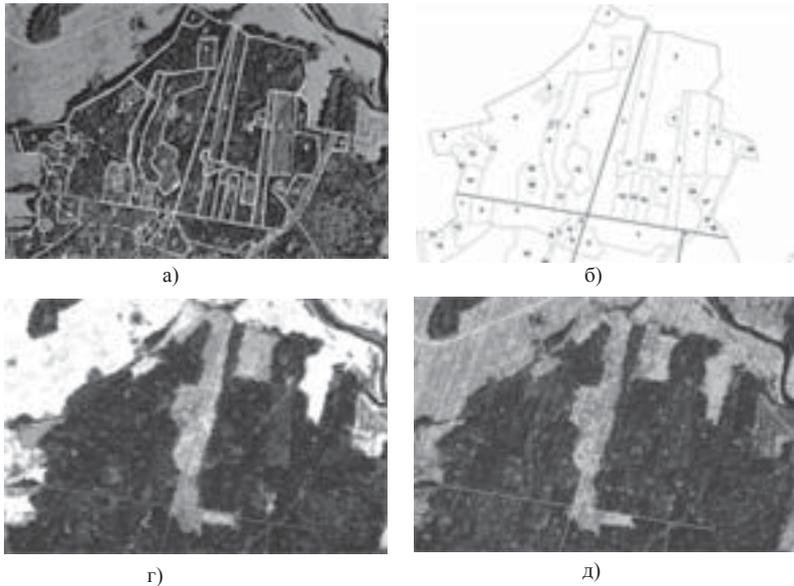


Рис. 1. Внесение текущих изменений методом сопоставления данных космической съемки и материалов лесоустройства



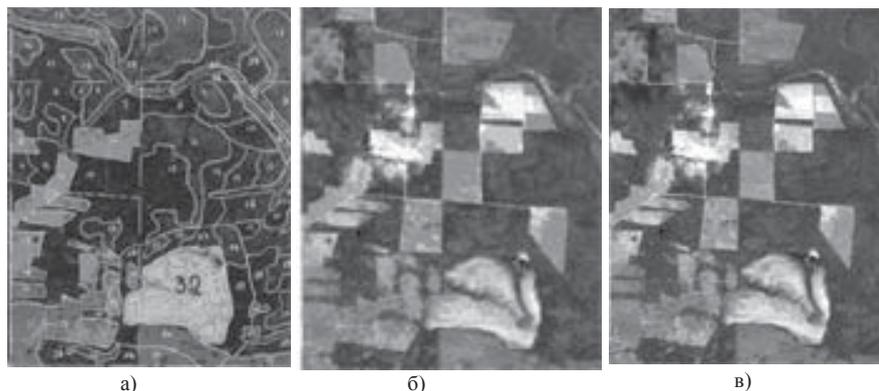
**Рис. 2.** Внесение текущих изменений методом создания улучшенных синтезированных изображений с применением программного комплекса ENVI

На рисунке 2 изображены фрагмент аэрофотоснимка с контурами выделов нанесенными при проведении лесоустройства (а), созданный на его основе лесоустроительный планшет (б), космический снимок по времени совпадающий с проведением лесоустройства (г) и синтезированное изображение из двух одновременных космоснимков (д), один из которых совпадает со временем проведения лесоустройства, а второй со временем проведения работ по внесению изменений. Желтым цветом на синтезированном изображении отражены изменения за период прошедший с момента лесоустройства.

При отсутствии материалов космической съемки прошлых лет, по времени совпадающим с проведением лесоустроительных работ, внесение изменений возможно путем создания синтезированных изображений из аэрофотоснимков и космоснимков.

На рисунке 3 приведен пример синтеза аэрофотоснимка и космического снимка (данные Cartosat), где желтым цветом отражены изменения в состоянии лесов.

После внесения изменений произошедших после последнего лесоустройства в атрибутивную базу данных лесоустроительной информации по материалам дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли, актуализации таксационных описаний и данным иных источников подготавливается схема стратификации объекта работ на основе единой схемы стратификации и актуализированных повыделных данных базового лесоустройства по следующим атрибутивным таксационным показателям-критериям стратификации:

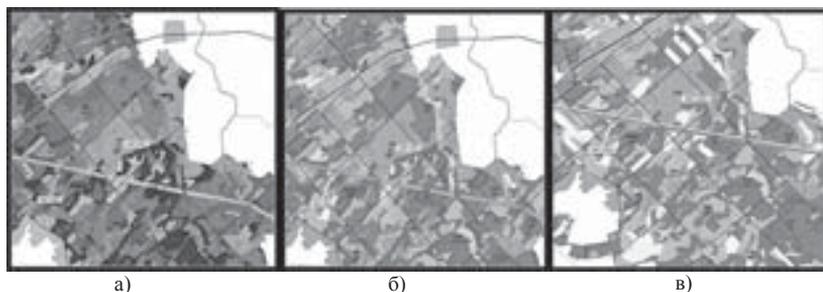


**Рис. 3.** Фрагмент отдешифрованного на момент проведения лесоустройства аэрофото-снимка (а), фрагмент космоснимка (в) и их синтезированное изображение (б).

- преобладающая порода (группа пород, хозяйство);
- класс (группа классов) возраста;
- класс (группа классов) бонитета;

Актуализированные лесные карты-схемы страт государственной инвентаризации лесов изготавливаются в масштабе планов лесонасаждений лесоустройства путем генерализации цифровой повыведельной основы по показателям-критериям стратификации (единая схема стратификации).

Генерализация выполняется созданием новых контуров (полигонов) путем объединения выделов относящихся к одной страте, а также присоединения выделов малой площади независимо от страты, к которой они относятся, к граничащим контурам. Расставляются формулы контуров страт (числитель – номер контура, знаменатель – номер страты). Карты (рисунок 4) отражают пространственное расположение и площади страт государственной инвентаризации лесов и являются базовой картографической основой для статистическое размещение пробных площадей на актуализированной карте страт, определение местоположения (координат) пробных площадей ГИЛ.



**Рис. 4.** Фрагмент плана лесонасаждений на момент проведения лесоустройства (а), карта страт до внесения текущих изменений и актуализации (б), актуализированная карта страт (в)

## Комплекс совместного анализа разноспектральных данных ДЗЗ

*А. С. Судоргин, А. И. Васильев  
«НИИ ТП», Москва, Россия*

В данной работе представлено программное обеспечение, предназначенное для предварительной обработки, отображения, анализа и оформления результатов дешифрирования разноспектральных изображений, получаемых современными средствами дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Комплекс позволяет обрабатывать информацию, полученную в различных спектральных диапазонах, в том числе и материалы съёмки радиолокационной аппаратурой с синтезированной апертурой (РСА).

В качестве входной информации программный комплекс принимает множество форматов изображений, в том числе наиболее употребительные форматы, такие как GeoTIFF и IMG. Также в качестве входной информации используются векторные данные в форматах MapInfo TAB, ESRI Shapefile и другие. Источником входной информации могут служить сервисы WMS и популярные интернет-сервисы. Также предусмотрена возможность работы с информацией, размещенной в базах данных, НТТР и FTP-серверах.

В связи с тем, что большинство современных типов аппаратуры ДЗЗ предоставляет данные с широким динамическим диапазоном (10 бит и более), то для их корректного отображения требуется инструментарий, позволяющий работать с изображениями такого типа. Комплекс обладает широкими возможностями по визуализации данных ДЗЗ различного вида и практически неограниченного объема. Для повышения «дешифровочных» свойств изображения имеется несколько видов визуализации: градации серого, RGB, RGBA, псевдоцвета. Существует возможность переключения между ними с выбором каналов для отображения. Также присутствует возможность подстройки восприятия изображения оператором: коррекция гистограммы, гамма-коррекция, изменение резкости и другие методы. При реализации данных методов использованы возможности современных графических процессоров, что позволяет существенно улучшить быстродействие и качество визуализации.

Совместная обработка и анализ разновременных и разноспектральных материалов съёмки требует их пространственного совмещения. Практика показывает, что точность совмещения изображений, участвующих в совместном анализе, в значительной мере определяет полноту и достоверность результатов дешифрирования. Для наилучшего совмещения реализован ряд методов трансформации изображений:

- полиномиальные преобразования различных степеней;
- коррекция перспективы;
- рациональные полиномы;
- сплайновые преобразования.

При реализации методов геокодирования основной упор сделан на быстродействию. Обеспеченное быстродействие позволяет, перемещая контрольные точки, в режиме реального времени наблюдать за плавным изменением геометрии привязываемого изображения, что очень важно при совместной привязке разноспектральных изображений, где выбор соответствующих фрагментов затруднен, но возможна привязка посредством визуального со-

вмещения контуров после наложения изображений. Также данный подход позволяет обойтись минимальным количеством контрольных точек для достижения требуемой точности привязки, т.к. при таком подходе есть возможность визуально контролировать накопление ошибки вне зоны, покрываемой контрольными точками.

Радиометрическая коррекция является важным этапом в обработке данных ДЗЗ, так как «сырые» данные не всегда обладают необходимыми дешифровочными свойствами и нередко бывают зашумлены. Для коррекции изображений реализован широкий спектр фильтров: начиная от простейшей коррекции динамического диапазона, до нелинейных методов контрастирования, позволяющих существенно улучшить восприятие. Для повышения удобства работы с фильтрами реализована возможность построения желаемой последовательности их применения и режим просмотра результата в окне предварительного просмотра. Также последовательность фильтров возможно применить ко всему изображению, данная операция выполняется в многопоточном режиме, что позволяет использовать современные вычислительные средства в полном объеме.

Анализ одиночного изображения не всегда позволяет выделить все необходимые признаки объекта интереса с необходимой достоверностью. Для повышения надёжности и количества выделяемых свойств объекта в данном комплексе предусмотрен режим анализа разноспектральной и разновременной съёмки совместно с картографической основой. При совместном отображении предусмотрены режимы отображения с изменением прозрачности и порядка слоёв как растровой, так и картографической информации. В разных слоях может содержаться разнородная информация, в различных форматах, как растровых, так и векторных, с различным типом данных и в различных проекциях, причем перепроецирование производится налету. Для улучшения дешифровочных свойств возможно применять арифметические операции к различным слоям, что также увеличивает достоверность результата. Для повышения скорости и надёжности дешифрирования предоставляется инструментарий ведения базы данных изображений и характеристик эталонных объектов, что особенно актуально при работе с данными, полученными посредством РСА. Для удобства дешифрирования предусмотрен инструментарий измерения и маркирования объектов.

#### Заключение

Использование стандартных форматов файлов и стандартных протоколов обмена позволяет взаимодействовать программному обеспечению с большим числом внешних систем, что дает возможность использования в широком спектре задач. При реализации всех ресурсоёмких задач использовались возможности многоядерных процессоров и вычислений на GPU. Система имеет модульную структуру, что дает возможность наращивания и расширения функционала.

#### Литература

1. В. А. Сойфер. Методы компьютерной обработки изображений (М.: Физматлит, 2003).
2. Д. Форсайт Ж.Понс. Компьютерное зрение. (М.: Вильямс, 2004).

## Опыт применения космических снимков для обновления топографических карт территории Нагорного Карабаха

*А. Р. Хачатрян*

*Комитет кадастра недвижимости, Нагорный Карабах*

В докладе представлен, краткий обзор опыта применения космических снимков для обновления топографических карт территорий Нагорного Карабаха.

Учитывая важность топографических карт в разных сферах жизнедеятельности, мы придаем большое значение периодическому обновлению существующей информации. И отойдя от методов применяемых на нашей территории в постсоветский период, мы в этот раз использовали космические снимки.

Исходная информация для выполнения обновления карт масштаба 1:10 000 была получена со спутника ДЗЗ. Полученные снимки удовлетворяют следующим требованиям:

- облачность и снежный покров не превышают 10%;
- отклонение объектива спутника по отношению надира составило  $\pm 15^\circ$ ;
- склонение солнца до  $30^\circ$ .

Разрешающие способности полученных снимков составляют 0,8-1,3 м.

Для осуществления проекта необходимо было обеспечить создание, сгущение и уравнивание плановысотной основы материалов космических снимков. Были изготовлены схемы расположения опознаков на увеличенных в 3-4 раза космических снимках.

В качестве опознаков были избраны чёткие контуры или предметы местности. Координаты и высоты опознаков были определены с применением двухчастотных GPS приёмников, используя одновременно две станции, одна из которых постоянно действующая.

Координаты точек плановой основы были определены в системе координат 1942-го года и были перевычислены во всемирную геодезическую координатную систему WGS-84. Координаты и высоты опознаков были определены с высокой точностью (0,1 мм в масштабе карты).

Для масштаба 1:10 000 разницы координат и для одной точки не превысили 1,2 м, при допуске 2 м, при сечении рельефа горизонталями через 5 м разница высот составила до 1,5 м, при допуске 2 м. Высоты точек были определены в Балтийской системе высот 1977 г.

Средние остаточные ошибки на точках геодезической основы после внешнего ориентирования маршрутных или блочных сетей не превысили высоты сечения рельефа 0,15, а плановые координаты на 0,2 мм.

Разницы ошибок между плановыми положениями точек не превышали 0,3 мм. Предельные значения ошибки не превышали трехкратных величин средних значений.

Последующее дешифрование космических снимков были осуществлены согласно тех. проекту, где были обозначены территории подлежащие дешифрированию полевым способом. Полевое дешифрирование было выполнено на фотопланах, применяя способы наземных маршрутов или сплошного дешифрирования. Последнее было применено на участках концентрации большого количества топографических объектов.

Качество космических снимков, тип ландшафта и профессионализм исполнителя существенно влияют на качество дешифрирования космических снимков. При полевом дешифрировании были учтены следующие отрицательные особенности:

- искажение конфигурации отдельных объектов, а также свойств дешифрирования ( форма тени и т.д.);
- ухудшение качества снимка из-за резкого изменения характера ландшафта и способности отражения, а также состояние атмосферы;
- затрудняющие или исключают процессы дешифрирования облака и т. д.;
- выявление углов наклона снимков (более  $5^\circ$ ) или разница проекции снимка от центрального;

Оформление результатов дешифрирования были обобщены на схемах: объекты с изображением соответствующими условными обозначениями, со сводками с соседними листами, качественными и количественными характеристиками.

Ортофотопланы были созданы на основе космических снимков при помощи программных пакетов ПИ СИ АЙ, ОРТОНОРМ с применением цифрового метода трансформации.

Процесс получения цифровых фотопланов включил в себя:

- Расчет допустимых элементов ввода снимков.
- Ориентирование снимков.
- Отбор участков трансформации.
- Сводка отрезков снимков, уравнивание оттенков, а также получение трансформированных снимков в рамках данного стола.

Элементы внешнего ориентирования цифровых снимков были получены в пространстве заранее построенной фототриангуляционной аналитической сети.

Для цифрового трансформирования снимков необходимые данные о рельефе были получены из ЦМР топографических карт. Трансформирование снимков были осуществлены на полезной площади в тех границах, которые граничат линиями, проходящими по центру поясов поперечного и продольного покрытия. Точность созданных цифровых фотопланов оценивалась основными и контрольными фотограмметрическими точками, сопоставляя координаты этих точек. В масштабе созданного фотоплана величина ошибок между плановыми положениями основных и контрольных точек не превысила 0,7 мм, а в отрезках линейных соединений несоответствие контуров 1 мм. Максимальная величина несоответствия контуров на сводках составила 1,5 мм. Полученные в результате обновления топографические карты масштаба 1:10000 были оцифрованы.

Созданы формуляры этих карт (60 полных и неполных листов). Оцифрованные карты масштаба 1:10 000 в дальнейшем послужат основой для обновления топографических карт масштабов 1:25 000 — 1:100 000 территории Нагорного Карабаха.

В заключении хочется отметить что позитивные результаты полученные в ходе трансформации снимков для обновления карт имели удовлетворительное качество и в период их создания соответствовали требованиям того времени, чего не можем сказать о сегодняшнем дне.

Участие в подобных мероприятиях позволит нам более подробно ознако-

миться с современными технологиями в данной сфере и создать благоприятную среду для сотрудничества со специализированными организациями для применения новейших технологий и методов их реализаций в наших условиях.

В конце хочу выразить огромную признательность организаторам конференции за радушный прием и отметить безупречный уровень организации мероприятия, широкий спектр тем обсуждаемых на конференции, позволит нам более ясно представить тот путь, который нам еще предстоит пройти для дальнейшего развития фотограмметрических работ в Нагорном Карабахе.

### **Использование GPS-карт Киева при реализации программ сбалансированного природопользования**

*Р. Ю. Шевченко*

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина*

GPS карты г. Киева находят повсеместное внедрение и применение в муниципальном управлении и наиболее затребованы сегодня в системе анализа транспортной логистики и пассажироперевозок, организации обеспечения экологической безопасности в контексте контроля этапов вывоза и последующей утилизации бытового, строительного и технологического мусора, их геопространственные показатели закладываются в технико-экономическую аргументацию разработки и внедрения муниципальных программ столичного сбалансированного и рационального природопользования.

Современные стельниковые (мобильные) LBS-карты, электронные тематические космофотоатласы, специализированные экспертные картографические системы городской инфраструктуры являются основополагающими проектными и контролирующими документами в разнофункциональных сегментах городского природопользования и представляют собой детализированные растровые цифровые планы, производные аэрофотосканирования проблемных промышленных площадок, территорий активных выработок полезных ископаемых (в г. Киеве это территории руральных урочищ Корчеватого, Виты Литовской — добыча мергеля и донного песка из р. Днепр, карьеры выработки глины в ур. Сырец).

Контроль и перманентный мониторинг состояния полифункциональности технологических процессов основывается на технологии геотегинга (цифровое фотографирование и моделирование «квасистереоэффекта», лидарной съёмки, лазерном сканировании с привязкой к государственной системе мировой WGS-84 и государственной системе геодезических дат УСК-2000).

Существуют различные типы муниципальных GPS-карт: портативные, инсталлированные в навигаторы стационарного и динамического слежения, серверные управленческие и онлайн-овые. Соответственно им различают уровни GPS-управления и контроля за реализацией программ природопользования, внедрение и функционирование которой обеспечивается путём закладки достаточного количества NGSS-пунктов на местности. Рекомендовано их совмещать с муниципальными межевыми знаками, которые в своей

совокупности повторяют топоологию индустриально-промышленной и селитебной застройки и топографию физической поверхности, вследствие чего на высоком научном уровне формируется специальный массив геодезических данных, тематическое содержание которых представляют собой математическую основу районных GPS-планов, абрисов и схем локального природопользования.

Для обеспечения высокой достоверности и возможности трансформации геодезических и географических данных применяется специализированное программное обеспечение GPSurvey для инженерно-картографического контроля высокоточных строительно-монтажных работ на территориях с потенциально опасными природно-техногенными рисками, к которым в городе относятся восточные склоновые экспозиции правого берега р. Днепр.

Центральный сервер GPS мониторинга аккумулирует информацию локальных GPS/NGSS станций, а так же станций (вышек) LBS/GSM-слежения в GPS-планы объектовых ситуаций, таким образом формируется информационная база единой оперативной муниципальной GPS-модели природопользования города. Электронная оперативная карта размещения и функционирования сети вышек LBS/GSM-слежения (навигации) является базовой картой в изучении системы сотового обеспечения города и представляет синтетическую информацию о топографии и топологии базовых станций в городе. Карта интегрирована в интерфейс GPS-навигаторов типа Garmin и спользуется контролирующими органами Укрсвязьчастотстандарта.

Для контроля за достоверностью полученной геоинженерной информации применяют зонды-дельтапланеры, а в некоторых случаях (при моделировании 4D моделей и замещения «мёртвых зон» карты или космофотоснимки) малые беспилотные летательные аппараты (сканирование Совской балки и Кирилловских высот).

В результате, городские структуры государственного менеджмента в системе землеотвода, природопользования и иных разработок, манипулируют многофункциональными тематическими слоями — муниципальной инфраструктурой геопространственных данных, и, как следствие, эффективно управляют программами охраны окружающей среды (госпроекты) и коммерческого природопользования хозяйственных комплексов частной формы собственности, в т. ч. и аренда лесных, водных, рекреационных и коммунальных ресурсов.

### **ДЗЗ сегодня — эволюция от пикселей к интегрированным решениям**

*А. Шумаков  
GeoEye, США*

Сегодня индустрия дистанционного зондирования Земли считается одним из наиболее инновационных секторов экономики, сочетающим в себе самые передовые технологии космической отрасли с новейшими достижениями в области обработки данных, их анализа и распространения. Последние достижения в области облачных вычислений, средств совместной работы и

онлайн-приложений, в сочетании с растущим спросом на своевременный доступ к огромным количествам геопространственной информации и аналитику, подтолкнули индустрию к поиску новых инновационных решений в сфере ДЗЗ. Доклад продолжит дискуссию, начатую на конференции прошлого года, о новых подходах к обработке и предоставлению геопространственной информации.

Г-н Шумаков также ознакомит аудиторию с текущим состоянием работы по строительству GeoEye-2, спутника следующего поколения, планируемого к началу коммерческой эксплуатации в 2013 году, а также даст обзор коммерческой деятельности компании GeoEye в России в 2011 году.

С развитием технологий по съемке и с увеличением размеров изображений, перед сообществом резко встанут вопросы о поддержке и распространении геоинформационного контента. Огромные объемы файлов, сложные форматы и структуры и нетривиальные метаданные представляют проблему даже для лучших IT организаций. Просмотр и манипулирование геопространственными данными в корпоративной среде ставит специалистов в зависимость от специализированного серверного программного обеспечения, что еще более ужесточает требования, предъявляемые к корпоративной среде и аппаратному обеспечению.

Для решения задач, стоящих перед предприятиями с использованием новейших достижений в области ГИС, индустрия ДЗЗ разрабатывает подходы по обработке и подаче геоинформационных данных, основанные на интернет технологиях и облачных решениях. Например, в прошлом году здесь, в GeoEye, мы разработали EyeQ — сервисное масштабируемое решение (software-as-a-service), предназначенное для поиска и приобретению данных ДЗЗ, управлению пространственной информацией, и обеспечению совместного доступа и работы с такой информацией в рамках предприятий. EyeQ сочетает в себе традиционную съемку со средствами по управления съемкой и ее распространения. EyeQ предоставляет клиентам доступ к защищенной, своевременной и точной геопространственной информации в корпоративной среде. Для наших крупных клиентов, мы организуем хостинг данных в среде интернет сервисов с возможностью одновременного доступа значительного количества пользователей — всегда и везде. Кроме того, наши аппаратные и программные решения вместе с данными, могут быть полностью перенесены на площадку заказчика в закрытую защищенную среду.

Еще одним примером эволюции индустрии ДЗЗ в сторону информационных сервисов может служить наше новое подразделение — GeoEye Analytics. GeoEye Analytics предоставляет услуги по геопространственному вероятностному анализу, экспертной оценке и информационным решениям для правительственных и больших корпоративных клиентов. С помощью GeoEye Analytics сложные и наукоемкие технологии по обработке и анализу данных доводятся до клиентов в виде мощных и интуитивно понятных приложений.

Технологии GeoEye Analytics органично встраиваются в интернет решения, предлагаемые через платформу EyeQ. Такие решения находят применение в различных отраслях — примеры включают в себя приложения для банков по минимизации рисков, связанных с финансовыми махинациями, нефтяных и газовых компаний по уменьшению расходов при проведении аукционов на

лизинг участков, правоохранительных структур по оптимизации ресурсов при оперативных и розыскных мероприятиях, силовых структур по минимизации рисков и потерь.

### **О компании GeoEye**

GeoEye — это ведущий источник геопро пространственной информации и экспертизы для руководителей и аналитиков, нуждающихся в четком понимании нашего меняющегося мира. Мы являемся лидирующим поставщиком данных дистанционного зондирования, аэросъемки, геопро пространственной информации, и услуг по обработке изображений. Широко-признанный пионер съемки сверхвысокого разрешения, GeoEye – это поставщик полного цикла геопро пространственных решений.

GeoEye владеет и оперирует двумя спутниками сверхвысокой цветной съемки — GeoEye-1 и IKONOS — и тремя самолетами с новейшими цифровыми камерами.

- На ближайшие несколько лет GeoEye-1 по-прежнему останется самым точным коммерческим спутником ДЗЗ с самым высоким разрешением. GeoEye-1 способен передавать цветную съемку с разрешением в 41 сантиметр и снимать объекты с точностью 3.5 метра от их истинного положения на земной поверхности.

- Спутник IKONOS проводит цветную съемку с разрешением 82 сантиметра с абсолютной и относительной точностью подходящей для средне- и крупномасштабного картографирования. Съемка IKONOS и по сей день является по качеству одной из лучших среди коммерческих космических систем в своем классе.

- С опережением графика компания продолжает работы по строительству своего спутника следующего поколения, GeoEye-2. Планируемый к сдаче в эксплуатацию в 2013 году GeoEye-2 опять будет спутником с самым высоким разрешением и точностью, со значительными усовершенствованиями в области прямого управления спутником с помощью приемных станций, увеличенными объемами съемки, большей маневренностью и увеличенной скоростью сканирования.

- GeoEye планирует начать строительство нового спутника GeoEye-3 в 2013 году с добавлением к существующей группировке в 2017 году.

Информационные Сервисы GeoEye предлагают глобальный доступ к архивам съемки и другой пространственной информации. Наш интернет-сервис EyeQ помогает коммерческим организациям работать с геопро пространственными данными в рамках собственных локальных сетей.