

#5  
2014

# ТЕОДОРОВИИ

11 лет



Платиновый спонсор



Золотой спонсор

О КАДРАХ В ОБЛАСТИ  
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ

ТЕХНОЛОГИЯ «ГИБРИД»  
КОМПАНИИ TOPCON

НАЗЕМНАЯ ГИБРИДНАЯ  
СИСТЕМА RIEGL VMZ

КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ  
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС  
«ТЕРРА»

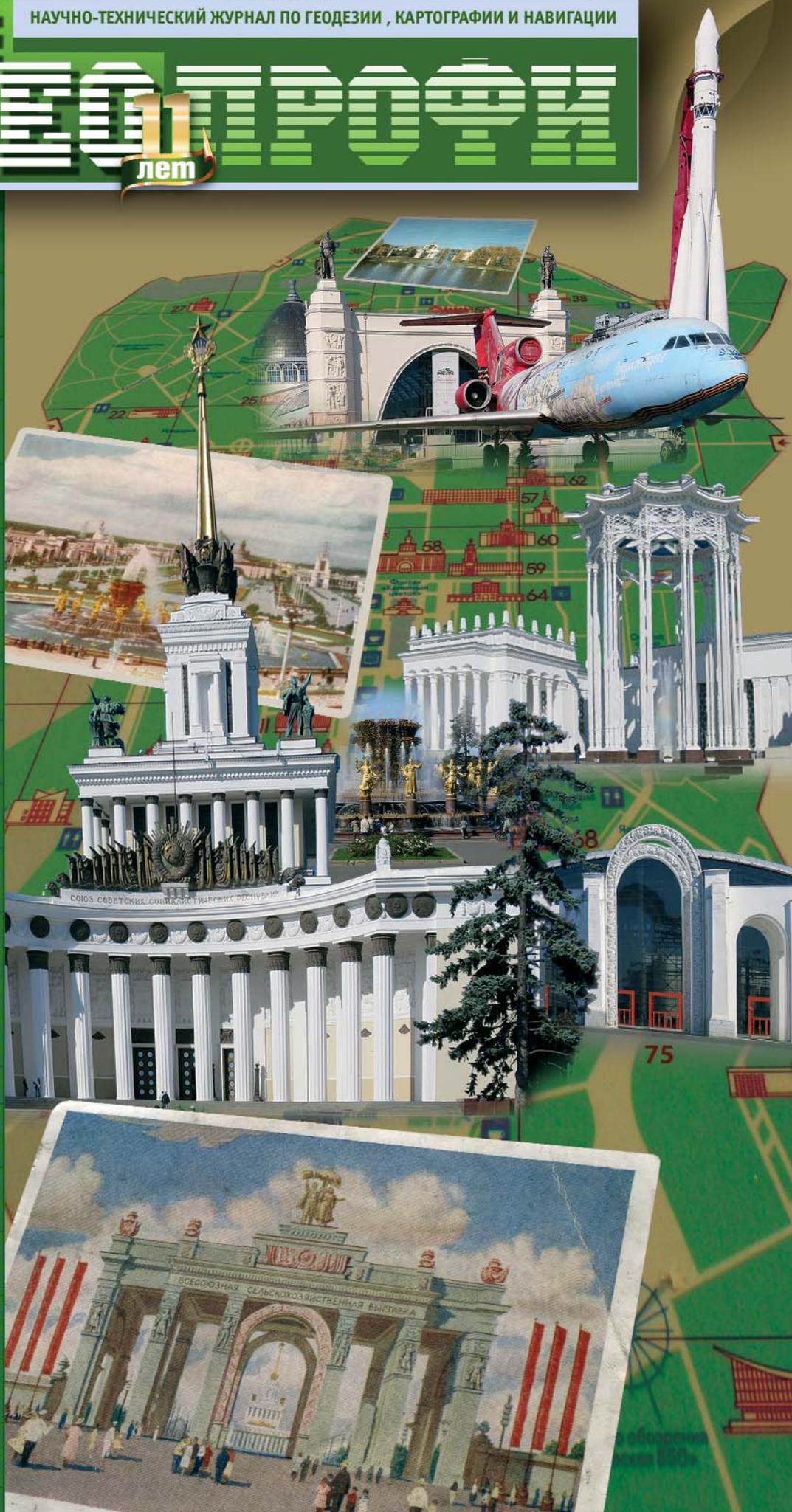
ВЫСОКОТОЧНАЯ  
РЕКОНСТРУКЦИЯ ЛОКАЛЬНЫХ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

ДАННЫЕ С КА WORLDVIEW-3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

ОЦЕНКА ВЫСОТ МАССИВОВ  
ЛЕСА ПО ДАННЫМ  
TERRASAR-X/TANDEM-X

БПЛА И ПРОГРЕССИВНОЕ  
ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

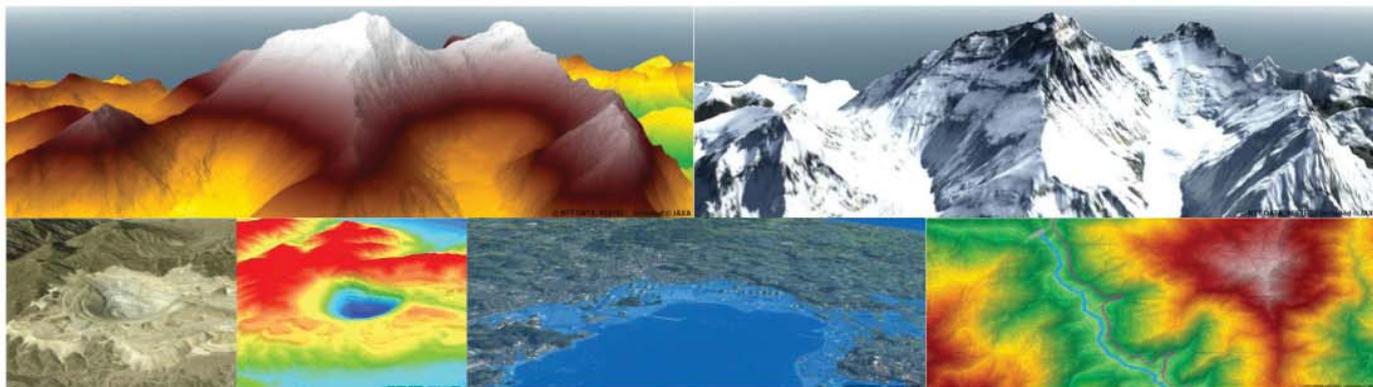


# ALOS World 3D Topographic Data

Цифровые модели рельефа/поверхности от RESTEC, NTT DATA и Иннотер

NTT DATA

ИННОТЕР



**ALOS World 3D Topographic Data** – принципиально новый продукт, полученный в результате применения новых алгоритмов обработки информации с целью извлечения точных моделей рельефа, а также алгоритмов потоковой обработки данных со спутников ALOS. Новая DEM получается в результате сочетания обработки радарных (с недавно запущенного спутника ALOS-2) и архивных оптических данных со спутника ALOS. Области применения: геология, топография, мониторинг ЧС, прогноз подтопляемых участков паводков и наводнений, 3D-моделирование местности, картография и т.д.

## Уровни обработки продукта ALOS World 3D Topographic Data:

- **Level 1 DSM (Basic)** – построение цифровой модели поверхности по сырым данным, дефектные области остаются без исправления.
- **Level 2 DSM (Standard)** – набор данных, используемых для построения модели, проходит проверку качества. Добавляются непокрытые участки, устраняются ошибки. Производится проверка качества продукта.
- **Level 3 DTM** – для получения высот местности модель строится с учётом высот сооружений и растительности.

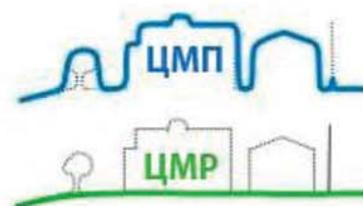
## Дополнительные продукты:

- **Панхроматическое ортофото** - ортокорректированные изображения с аппаратуры PRISM, полученные после процесса построения DSM. Область ограничена съёмочной сценой или участком построения DSM/DTM.
- **Цветное ортофото** - ортокорректированная мозаика с разрешением 2,5 м на участок продукта DSM или DTM, прошедшая процедуру паншарпеннинга.

## Отличия между цифровыми моделями рельефа и цифровыми моделями поверхности

**Цифровая модель поверхности (ЦМП, DSM)** представляет собой «первое отражение» высот, которое включает в себя высоты зданий, растительности и т.д.

**Цифровая модель рельефа (ЦМР, DTM)** представляет собой высоту чистой поверхности Земли без растительной и антропогенной составляющей. Чаще всего создание ЦМР требует дополнительной ручной обработки, в отличие от ЦМП.





12-я Международная выставка  
геодезии, картографии,  
геоинформатики

**13–15 октября 2015**

**Москва,  
ВДНХ (ВВЦ),  
павильон 75**



Реклама

Забронируйте  
стенд на сайте

**[www.geoexpo.ru](http://www.geoexpo.ru)**

Организатор:



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

Официальный спонсор:



При поддержке:



Генеральный  
информационный спонсор:



# КОМПАНИЯ «СОВЗОНД»

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ



- **ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ** в области геоинформационных технологий, облачных вычислений и методов космического мониторинга
- **ПОСТАВКА** космических снимков и других пространственных данных
- **ПОСТАВКА** программного обеспечения и высокотехнологичного оборудования для обработки и анализа пространственных данных
- **ГОТОВЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ РЕШЕНИЯ**



Муниципальное хозяйство



Лесное хозяйство



Нефтегазовый комплекс



Природоохранная деятельность



Чрезвычайные ситуации



Транспорт и связь



Градостроительная деятельность



Сельское хозяйство



Геология и горная промышленность



Экология



Водное хозяйство



Рекреация и спорт

115563, Москва, ул. Шипиловская 28А, бизнес-центр «Милан»

Тел.: +7 (495) 988-7511, 988-7522 | Факс: +7 (495) 988-7533 | E-mail: [sovzond@sovzond.ru](mailto:sovzond@sovzond.ru) | Web-site: [www.sovzond.ru](http://www.sovzond.ru)

Редакция благодарит компании,  
поддержавшие издание журнала:

Trimble Navigation (Платиновый спонсор),  
JAVAD GNSS (Золотой спонсор),  
ГИА «Иннотер», «АртГео»,  
«Совзонд», «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»,  
Группа компаний CSoft, FOIF,  
Bentley Systems, VisionMap,  
Pacific Crest, «ЕвроМобайл»,  
«Кредо-Диалог», КБ «Панорама»,  
Leica Geosystems, «Йена Инструмент»,  
«Геодезические приборы», ПК «ГЕО»,  
«Ракурс», «Геометр-Центр»,  
Навигационно-геодезический центр

Издатель  
Информационное агентство «ГРОМ»

Генеральный директор  
**В.В. Грошев**

Главный редактор  
**М.С. Романчикова**

Редактор  
**Т.А. Каменская**

Перевод аннотаций статей  
**Е.Б. Краснопевцева**

Дизайн макета  
**И.А. Петрович**

Дизайн обложки  
**И.А. Петрович**

Интернет-поддержка  
**А.С. Князев**

Почтовый адрес: 117513, Москва,  
Ленинский пр-т, 135, корп. 2  
Тел/факс: (495) 223-32-78  
E-mail: info@geoprofi.ru

Интернет-версия  
www.geoprofi.ru

Перепечатка материалов без разрешения  
редакции запрещается. Мнение редакции  
может не совпадать с мнением авторов.  
Редакция не несет ответственности за  
содержание рекламной информации.

Свидетельство о регистрации в Минпечати  
России ПИ № 77-14955 от 03.04.2003 г.

ISSN 2306-8736

Периодичность издания —  
шесть номеров в год.

Индекс для подписки в каталоге  
Агентства «Роспечать» 85153.

Тираж 5000 экз. Цена свободная  
Номер подписан в печать 30.09.2014 г.

Печать Издательство «Проспект»

## ОБРАЗОВАНИЕ

Ф.В. Шкуров

**О ПРОБЛЕМАХ И ЗАДАЧАХ ВОСПРОИЗВОДСТВА  
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА КАРТОГРАФО-  
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

4

## ТЕХНОЛОГИИ

Д.А. Кукушкин

**ТЕХНОЛОГИЯ «ГИБРИД» КОМПАНИИ TOPCON**

11

Д.Н. Пожидаев

**ПК GEONICS АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ (PLATEIA) 2014**

15

В.Н. Лавров

**МНОГОЦЕЛЕВОЙ СУПЕРСПЕКТРАЛЬНЫЙ СПУТНИК  
СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ WORLDVIEW-3**

17

А.В. Коростылёв, В.А. Печеницин, Ю.А. Русаков

**ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ РОССИЙСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС»**

21

Р.А. Ягудин

**DATUGRAM3D — ПРОГРАММА ДЛЯ ТОЧНЫХ  
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ**

26

**КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ПРОГРАММНЫЙ  
КОМПЛЕКС «ТЕРРА»**

30

**НОВЫЙ ГИБРИДНЫЙ «ЗВЕРЬ» RIEGL VMZ**

41

Н.К. Шендрик

**СПОСОБ ИТЕРАЦИЙ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОЙ  
РЕКОНСТРУКЦИИ КООРДИНАТ ПУНКТОВ ЛОКАЛЬНЫХ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

44

К.В. Васин, С.Г. Герасимова

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ — НОВОЕ СЛОВО В ПРОГРЕССИВНОМ  
ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

50

Т.Н. Чимитдоржиев, М.Е. Быков, Ю.И. Кантемиров,

Ф. Холец, М. Барбиери

**ТЕХНОЛОГИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ВЫСОТЫ  
ЛЕСА ПО ДАННЫМ С КА TERRASAR-X/TANDEM-X**

57

## НОВОСТИ

**ДАННЫЕ**

32

**ОБОРУДОВАНИЕ**

32

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

34

**СОБЫТИЯ**

36

## КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

62

## ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

64

# О ПРОБЛЕМАХ И ЗАДАЧАХ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Ф.В. Шкуров (МИИГАиК)

В 2005 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «организация и технология защиты информации». После окончания университета учился в аспирантуре МИИГАиК. С 2010 г. — директор Центра информационно-аналитического сопровождения деятельности Минобрнауки России, с 2013 г. — проректор по инновационному развитию МИИГАиК, с 2014 г. — исполнительный директор Консорциума по вопросам кадровой стратегии картографо-геодезического обеспечения социально-экономического развития, обороны и безопасности Российской Федерации. Кандидат технических наук.

*«Кадры решают все». «Самый ценный капитал — это люди».*  
Из речи генерального секретаря ВКП(б) И.В. Сталина, 4 мая 1935 г.

Современная ситуация с кадровым обеспечением картографо-геодезической отрасли интересна для исследования в ее бурно менявшейся ретроспективе. Были разные перипетии: укрупнения, сокращения, переподчинения государственной картографо-геодезической службы (многообразие ее названий приводит в статье не имеет смысла), однако, со времен Екатерины II землемер, геодезист, топограф сохраняли статус своего труда как «государевой службы». До недавних пор. С вступлением в силу Федерального закона РФ от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» и подзаконных актов, государство «отпустило» геодезистов на «вольные хлеба», зарабатывать своим трудом преимущественно на дачных участках, выступая в роли кадастровых инженеров. При этом, ранее, на 20 лет было отложено решение важнейших государственных задач: комплексное обновление масштабных рядов

карт на территорию страны и сопредельные территории, модернизация системы геодезических пунктов, построение современных государственных сетей базовых станций. Были существенно недофинансированы и иные, менее значимые отраслевые проекты. Ситуация в целом закономерна для данного исторического периода и экономических реалий России периода 1990-х и 2000-х гг., и она не могла не сказаться на воспроизводстве кадрового потенциала, составляющего основу любой отрасли. С переходом от плановой к рыночной экономике, в этой области произошли существенные изменения, требующие более содержательного анализа для нахождения путей решения проблем развития картографо-геодезической отрасли. Рассмотрим эти изменения подробнее.

**1. Отменена система распределения выпускников**, определявшая целевой характер государственных расходов на образование, что в корне изме-

нило механизмы финансирования образования (часть из них до сих пор не стабилизирована). Ранее вуз получал задание на обучение в соответствии с государственным планом и готовил специалиста, а выпускник в обязательном порядке направлялся на профильное предприятие (на котором чаще всего проходил практики, по заданию которого защищал диплом), где его были обязаны принять на работу. Дискуссия о возврате системы распределения выпускников периодически возникает и сейчас [1], однако в действующем нормативно-правовом поле существовавшая ранее схема распределения не имеет перспектив, так как ведет к ограничению прав и свобод обучающихся и не отвечает запросам работодателей, преимущественно привлекающим человеческие ресурсы с открытого рынка труда. Ситуация осложняется и тем, что в настоящее время на российских предприятиях часто наблюдается отсутствие мотивации руко-

водства и сотрудников-экспертов в необходимости системной организации работы с молодыми кадрами. Эксперты по направлениям, работающие с практикантами и обладающие запасом знаний, умений, навыков, ранее имевшие систему мотиваций за работу с молодежью, сейчас нередко не допускают студентов до реального производства и технологий, проводя обучение формально. Однако следует заметить, что отдельные организации начинают осознавать важность «кадровой подпитки» основных и перспективных направлений деятельности и меняют подходы к организации работы с молодежью.

**2. Вуз обязан осуществлять образовательную деятельность строго в соответствии с Федеральным законом РФ от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и Федеральными государственными образовательными стандартами по направлениям.** Данные стандарты подразумевают следующие уровни высшего образования, приведенные в таблице.

За время прохождения учащимся образовательной программы в вузе (от 4 до 9 лет, в зависимости от выбранной индивидуальной образовательной траектории) в мире может произойти от 2 до 5 смен технологий производства (по различным областям, относящимся

к специальности). Технологические серии (оборудование, программное обеспечение, методы производства) существенно обновляются за период в 2–4 года. Это формирует определенный уровень требований к адаптивности образовательных программ в части обучения актуальным производственным технологиям, доступ к которым должен обеспечить вуз.

Ситуация в сфере регулирования образования развивается в сторону совмещения образовательных и профессиональных стандартов (профессиональный стандарт — квалификационный уровень работника, позволяющий ему выполнять свои должностные (профессиональные) обязанности в соответствии с предъявляемыми требованиями к конкретной должности (профессии)). Постановление Правительства РФ от 12 сентября 2014 г. № 928 «Об изменениях в Правилах разработки федеральных государственных образовательных стандартов» закрепляет механизм учета профессиональных стандартов при формировании федеральных государственных образовательных стандартов. Принятое решение по замыслу будет способствовать повышению качества подготовки кадров, обеспечит соответствие получаемых компетенций требованиям будущей профессии (специальности).

Но зададимся вопросом: возможно ли выполнение требования к адаптивности образовательных программ для специальностей картографо-геодезического профиля без участия в подготовке специалиста профильных предприятий? Ответ на данный вопрос при существующем уровне государственного финансирования образовательных программ картографо-геодезической направленности однозначен — нет. Да и возможно ли в отрыве от производственных процессов эффективно осуществлять обучение специалиста, который будет востребован на рынке труда? Формировать перечень требований к знаниям, умениям, навыкам специалистов по различным отраслевым профессиям? В плановой экономике СССР существовали системно сформированные государством связи вуз — предприятие и таких вопросов в принципе не возникало. Что же делать сейчас, в новых условиях? Выстраивать системные связи самостоятельно, искать формы взаимовыгодного долгосрочного партнерства.

Для поддержания конкурентоспособности отраслевые организации вынуждены осуществлять непрерывный поиск эффективных технологических решений и отбор людей, способных (компетентных) эти решения применять. При этом вузу для обучения специалистов работе с современными технологиями требуется обладать полным комплексом необходимого оборудования. Видится возможным достижение синергетического эффекта для вуза и отраслевого предприятия за счет совместной реализации отдельных модулей образовательных программ по востребованным направлениям с использованием инфраструктуры предприятия и вуза, при обяза-

### Уровни высшего образования

Год обучения	Болонская система	Традиционная система
1	Бакалавриат	Специалитет
2	(квалификация «бакалавр»)	(квалификация «инженер», «специалист»)
3		
4		
5	Магистратура (квалификация «магистр»)	Аспирантура (квалификации: «исследователь», «преподаватель-исследователь»)
6		
7		
8		
9		

тельном методическом контроле преподавателей вуза (базовые кафедры, базы практик, раннее трудоустройство студентов, мастер-классы экспертов, обучение в корпоративных учебных центрах предприятия и др.). При этом, с целью гарантировать возврат инвестиций предприятия в человеческий капитал и «закрепления» выпускников за предприятием после окончания обучения, можно использовать систему целевого приема или заключение трехстороннего соглашения на обучение (студент — вуз — предприятие), при котором часть затрат на подготовку студента (например, стажировки, дополнительных курсов (с внесением в диплом информации об их прохождении), предоставление современной приборной базы и пр.) берет на себя предприятие-работодатель, получая при этом «кадры на заказ» с требуемыми компетенциями, не затрачивая при этом значительных средств на дообучение (переобучение) на рабочем месте выпускника вуза после его поступления на работу.

Следует отметить, что в части механизма согласования требований отраслевых сообществ к компетенциям выпускников и сочетания их с образовательными программами, государством (в лице Минтруда России) сформирован подход, основанный на необходимости формирования отраслевой рамки квалификаций, представляющей собой [2]:

— обобщенное описание по установленным показателям квалификационных уровней в рамках отрасли, признаваемое ведущими в данной отрасли организациями;

— иерархически упорядоченную по квалификационным уровням классификацию видов трудовой деятельности, сформированную по показателям

Национальной рамки квалификаций РФ и другим значимым для отрасли показателям.

Отраслевая рамка квалификаций, помимо прочего, содержит набор отраслевых профессиональных стандартов. Следует отметить, что в 2014 г. решением сообщества отраслевых организаций при организационной поддержке и на базе МИИГАиК создан **Консорциум по вопросам кадровой стратегии картографо-геодезического обеспечения социально-экономического развития, обороны и безопасности Российской Федерации** (далее — Консорциум). Также на базе МИИГАиК **сформирована дискуссионно-коммуникационная площадка** для экспертного сообщества. В настоящее время при поддержке Консорциума ведется активная работа, посвященная разработке профессиональных стандартов по направлениям «Геодезист», «Картограф», «Фотограмметрист».

**3. Осуществлен переход от сметного финансирования к субсидированию государством образовательных услуг,** нормирование финансирования которых также в настоящее время является предметом активной работы Министерства образования и науки РФ. Влияние результатов реструктуризации подхода к финансированию на систему образования еще предстоит оценить после утверждения всех основополагающих документов. Однако очевидно, что приоритет финансирования будет отдан направлениям, обеспечивающим решение задач модернизации и замещения импорта иностранных технологий. В таких условиях профессиональное сообщество обязано помочь государству расставить акценты, ходатайствуя об отнесении направлений подготовки кадров

для картографо-геодезической отрасли к приоритетным.

**4. Повсеместно демонтирована система формирования кадрового резерва** по номенклатуре должностей, а также система «карьерных лифтов», что привело к оттоку молодежи с отраслевых предприятий и деградации системы мотивации к трудовой деятельности. Фактически данная работа и сейчас оставлена на откуп руководителям организаций, которые организуют ее преимущественно бессистемно. Требуется интеграция усилий и возможностей вуза и предприятия, направленная на выстраивание системной работы по подготовке, переподготовке, повышению квалификации кадров, созданию заделов в подготовке кадров под перспективные направления развития отрасли и предприятия. Следует также обратить внимание на возможности вуза отбирать и целевым образом готовить наиболее способных, успевающих, соответствующих требованиям будущего работодателя студентов в кадровый резерв организации (особенно с целью заполнения «возрастных ям» в кадровом составе).

**5. Деятельность площадок для раннего вовлечения молодежи (школьников)** в процессы технологического творчества (кружки, центры молодежного творчества и пр.) была практически свернута до инициативных проектов. Это привело к массовой переориентации абитуриентов в 1990-е и 2000-е гг. на экономическое, юридическое, «менеджерское» образование в ущерб техническому.

В настоящее время интерес государства к инженерному образованию начинает возрождаться, принимаются государственные программы [3]. Однако для достижения целей таких

программ требуется организовать систему мероприятий по раннему вовлечению молодежи в технические области знаний, так как в старших классах школы переориентация с гуманитарного на техническое направление крайне затруднена (в том числе ввиду необходимости заблаговременной подготовки к сдаче ЕГЭ по физике, информатике, географии для успешного поступления в технический вуз). Решение данного стратегически важного для картографо-геодезической отрасли вопроса требует проведения системы мероприятий со школами, колледжами и другими организациями образования. Примером такой работы является проект Правительства Москвы по организации на базе московских вузов серии открытых научно-популярных лекций «Университетские субботы», в которых принимает активное участие МИИГАиК как базовый отраслевой вуз (с расписанием лекций можно ознакомиться на сайте <http://us.miigaik.ru>). На мероприятия, прежде всего, приглашаются школьники и их родители.

Популяризация отрасли невозможна также и без использования технологий онлайн-обучения. Примером может служить проект открытой электронной системы образования «Универсариум» (<http://universarium.org>), поддерживаемый Агентством стратегических инициатив и медиахолдингом «РИА-Наука». Под эгидой Консорциума преподавателями МИИГАиК в настоящее время ведется разработка открытого образовательного онлайн-курса «Измерение Земли», содержащего материалы по теоретико-практическим основам и ключевым аспектам применения достижений геодезии, картографии, кадастра по отраслям экономики. Популяри-

зация направлений работы отрасли, ее достижений, формирование системного понимания у населения страны целей и задач картографо-геодезического обеспечения секторов экономики является стратегическим интересом всех отраслевых участников: государственных органов и предприятий, частных компаний, научно-образовательных организаций.

**6. Упразднена или реорганизована значительная часть отраслевых научных институтов**, реализовывавших ведомственные программы исследований, являвшихся ранее источниками воспроизводства отраслевых научных кадров. Судьба крупнейшего отраслевого научно-исследовательского института — ЦНИИГАиК имени Ф.М. Красовского в этой связи вызывает законный вопрос о сохранении существовавших в нем научных школ как основы кадрового потенциала для решения перспективных задач отрасли. В настоящих условиях это возможно только на основе целевой программы вовлечения молодых специалистов профильных вузов в отраслевые научные исследования — программы формирования научного кадрового резерва отрасли. Работа по созданию такой программы может быть организована только при поддержке отраслевого сообщества и курирующего органа исполнительной власти. Помимо прочего это требует разработки отраслевого плана перспективных научных исследований при активном участии вузовского сообщества и профильных институтов Российской академии наук.

**7. Государственная поддержка деятельности экспертных сообществ перестала быть системной**, коммуникационные механизмы, обеспечивающие «переопыление» отраслевых экспертных групп,

формирование новых междисциплинарных направлений, стали неэффективны.

В условиях рыночной экономики, когда на государственном уровне системные связи между функционирующими предприятиями и научно-образовательной системой (системой воспроизводства человеческого капитала) существуют лишь по отдельным финансово обеспеченным направлениям (нефтегазовая, горнодобывающая, атомная отрасли), требуется разработка механизмов, направленных на создание и упрочнение таких связей. На государственном уровне делаются шаги по административной «подпитке» активизации взаимодействия вузов и отраслевых предприятий [4–6], однако данные меры не дают системного эффекта. Мотивации к сотрудничеству могут быть найдены в процессе дискуссии о будущем. Отраслевое сообщество должно иметь общее видение и понимание долгосрочной стратегии развития геодезии и картографии в России.

Вступил в силу Федеральный закон РФ от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», в котором, помимо прочих, определены к разработке следующие государственные отраслевые документы стратегического планирования:

— отраслевой документ стратегического планирования РФ — документ, в котором определены приоритеты, цели и задачи государственного и муниципального управления и обеспечения национальной безопасности РФ, способы их эффективного достижения и решения в соответствующей отрасли экономики и сфере государственного и муниципального управления РФ, субъекта РФ, муниципального образования;

— план деятельности федерального органа исполнительной власти — документ стратегического планирования, содержащий цели, направления, индикаторы, планируемые промежуточные и окончательные результаты деятельности федерального органа исполнительной власти на среднесрочный период и предусматривающий в рамках установленных полномочий федерального органа исполнительной власти обеспечение реализации документов стратегического планирования.

**Назрела потребность в создании отраслевого экспертного органа, целями функционирования которого должны стать:**

— создание и поддержание «дорожной карты» развития геодезии и картографии в РФ («Геодезия и картография — 2035», по аналогии с «дорожной картой» «Образование–2035») [7];

— экспертиза отраслевых государственных (федеральных и муниципальных) проектов, программ, конкурсов, реализуемых по заказу органов исполнительной власти;

— формирование постоянно действующей коммуникационно-дискуссионной отраслевой площадки;

— поддержка реализации требований Федерального закона РФ от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» по отраслевому направлению.

Первоочередной задачей на пути формирования экспертного органа можно считать **проведение на базе Консорциума стратегической сессии о будущем геодезии и картографии**. При этом в результате ее проведения должны быть созданы заделы в следующих направлениях:

— видение будущего отрасли как отрасли экономики, влияющей на развитие государства и поддержание его обороноспособности;

— анализ сильных и слабых сторон существующих российских отраслевых направлений;

— анализ направлений развития отрасли в краткосрочной (3–5 лет) и долгосрочной (10–20 лет) перспективах;

— формулировка стратегических целей и задач, основ государственной политики в отрасли;

— уточнение структуры продукции и составление перечня видов экономической деятельности отрасли как основы для формирования отраслевой статистики;

— формирование сообщества экспертов, готовых в кооперации влиять на катализацию процессов развития, систематизацию и стандартизацию системы управления отраслью;

— расчет потребности государства и отраслей экономики в продукции картографо-геодезической отрасли;

— прогнозирование потребности в кадрах по отраслевым направлениям.

Всем читателям данной статьи предоставляется возможность, по мере осознания проблем отрасли и стратегических отраслевых задач, а также при наличии возможностей для участия в их решении, подключиться к работе.

Приглашаем всех обеспокоенных состоянием и судьбой картографо-геодезической отрасли посетить официальный сайт Консорциума (<http://rugeo.miigaik.ru>), где каждый может внести свой вклад в ее развитие, не оставаясь в стороне от общего дела. Принимаются к рассмотрению конструктивные идеи, системные предложения, предложе-

ния о проведении мероприятий, а также любые формы поддержки во имя главной цели — возрождения и развития картографо-геодезической отрасли Российской Федерации.

#### ▼ Список литературы

1. Единороссы хотят вернуть послевузовское распределение студентов // Онлайн-издание «Известия». — <http://izvestia.ru/news/553940>.

2. Временные методические рекомендации по разработке отраслевой рамки квалификаций на основе Национальной рамки квалификаций Российской Федерации (утв. Минздравсоцразвития РФ 22.12.2011 г.).

3. Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 594 «О Президентской программе повышения квалификации инженерных кадров на 2012–2014 годы».

4. Постановление Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологического производства».

5. Постановление Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 220 «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования».

6. Программа «Подготовка и переподготовка квалифицированных кадров для организаций оборонно-промышленного комплекса в 2014–2020 годах».

7. Агентство стратегических инициатив, «Карта образования — 2035». — <http://www.asi.ru/molprof/foresight/education2035>.

#### RESUME

A review of the current staffing problems in cartography and surveying industry is given and the possible directions to overcome them are formulated. For their implementation on the basis of MIIGAik the Consortium on Human Resources Strategy for cartographic and geodetic support of socio-economic development, defense and security of the Russian Federation was formed in 2014.

3D Модели городов

Городская съёмка с высоким разрешением

# КАРТОГРАФИРУЯ МИР С A3 EDGE

Лесное и сельское хозяйство

Ортофото

Картографирование / Кадастр

Быстрое реагирование

Перспективные снимки

## A3 EDGE

это десятки тысяч кв.км аэросъёмки в день.

## A3 EDGE

это плановые и перспективные снимки наивысшего качества.

## A3 EDGE

это полностью автоматические процессы от аэросъёмки до получения конечных картографических продуктов.





**TOPCON**

**МОТОРИЗОВАННЫЕ ТАХЕОМЕТРЫ  
ДЛЯ ТЕХ, КТО НЕ  
СТОИТ НА МЕСТЕ!**



## **TOPCON DS** **ЛУЧШИЙ СРЕДИ РАВНЫХ!**

- Полный набор функций!
- Автоматическое наведение на центр призмы!
- Высокая производительность + Возможность дальнейшего апгрейда!
- Интересная цена и первоклассный сервис!

*Стоишь  
о покупке!!!  
подумай*



генеральный дистрибьютор Topcon Sokkia



# ТЕХНОЛОГИЯ «ГИБРИД» КОМПАНИИ ТОРСОН

Д.А. Кукушкин («ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»)

В 2002 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». После окончания института работал в УССТ № 2 при Спецстрое России. С 2004 г. работает в ЗАО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ», в настоящее время — руководитель направления «Лазерные сканеры и роботизированные тахеометры».

Постоянное развитие технологий в области геодезического приборостроения не должно оставаться незамеченным, так как в современном мире основными конкурентными преимуществами являются быстрота и качество проведения работ. Новые

разработки позволяют пользователям значительно сокращать временные затраты и параллельно повышать точность выполняемых работ. Немаловажным фактором является количество задействованного оборудования и специалистов для решения поставленных задач.

Появление технологии «Гибрид», разработанной компанией Торсон, является еще одним шагом к повышению эффективности полевых работ, особенно на территориях с небольшой плотностью исходных геодезических пунктов и характеризующихся частой сменой открытых и закрытых (покрытых деревьями с густой кроной или находящихся в районе с высотной застройкой) участков местности. На закрытых территориях практически невозможно проводить работы только спутниковым методом или только с помощью электронного тахеометра.

Разработанная технология предлагает использовать сочетание приемника ГНСС и роботизированного электронного тахеометра, управляемых одним исполнителем с помощью одного полевого контроллера. Комплект необходимого оборудования приведен на рис. 1.

Переключение режимов работы осуществляется клавишей функции «Гибридное переключение» одним нажатием стилуса на соответствующую иконку на экране полевого контроллера (рис. 2). Когда на иконке изоб-

ражен приемник ГНСС, сбор данных происходит с помощью роботизированного тахеометра, а когда тахеометр — приемником ГНСС, закрепленным над круговым отражателем.

Постоянное увеличение количества отдельно стоящих базовых станций и сетей с постоянно действующими базовыми станциями на территории Российской Федерации позволяет использовать данную технологию, имея в распоряжении всего лишь один приемник ГНСС.

На практике достаточно часто встречаются ситуации, когда применение технологии «Гибрид» позволяет значительно сократить трудозатраты при выполнении полевых работ.

Приведем несколько простых примеров. Допустим, необходимо вынести в натуру основные оси здания перед началом его строительства. «Посадку» местоположения будущего здания можно выполнить спутниковым методом в режиме RTK, используя подвижный приемник ГНСС и базовую станцию, определив параллельно координаты тахеометра с помощью функции «Гибридная засечка» программного обеспечения MAGNET Field. Данная функция автоматически будет использовать координаты двух или более точек, полученных или получаемых из спутниковых наблюдений для вычисления координат точки стояния тахеометра. Линейно-угловые измерения тахеометром выпол-



Рис. 1

Комплект оборудования, необходимого для работы по технологии «Гибрид»



Рис. 2

Клавиша функции «Гибридное переключение»

няются параллельно на круговой отражатель, находящийся под спутниковым приемником на вехе. Далее, перейдя в роботизированный режим, с помощью тахеометра и вехи с круговым отражателем выполняют разбивку с высокой степенью точности взаимного расположения основных осей здания.

Другой пример связан с выполнением съемочных работ. При топографической съемке территорий с использованием технологии «Гибрид» нет необходимости прокладывать тахеометрические ходы и выносить дополнительные точки съемочного обоснования. Определение координат снимаемых точек на открытых участках местности может проводиться с помощью приемника ГНСС, а на закрытых территориях, например, при съемке углов зданий, сооружений, колонн и т. п. — с помощью роботизированного тахеометра, используя функцию «Гибридный захват призмы». Поиск призмы в этом случае осуществляется несколько секунд — вначале по предварительным координатам подвижного приемника ГНСС, а затем происходит точное автоматическое наведение на центр кругового отражателя (рис. 3). Если в процессе съемки исполнитель зашел за препятствие, и пропала прямая видимость между тахеометром и отражателем, то возможно обратное переключение на работу с приемником ГНСС. Все данные с тахеометра и приемника ГНСС будут сохранены в программном обеспечении MAGNET Field на полевом контроллере в одном проекте.

При выполнении геодезических измерений в условной системе координат на небольшом участке, площадью порядка 25 км<sup>2</sup> и менее, можно использовать функцию автоматической калибровки (пересчета) координат по известным условным координатам одного пункта



Рис. 3

Поиск призмы и автоматическое наведение на центр кругового отражателя на вехе

геодезической сети. Данная функция позволяет быстро перейти от геоцентрических координат ГНСС к условным плоским геодезическим координатам района работ и в дальнейшем использовать технологию «Гибрид» для съемки пикетов с помощью приемника ГНСС или электронного тахеометра. Данная функция особенно актуальна в тех случаях, когда не нужно точно определять ключи перехода к местной системе координат, а необходимо только получить информацию по локальному участку местности для целей проектирования или реконструкции.

Немаловажным фактором является и то, что в качестве оборудования в технологии «Гибрид» может быть использован любой роботизированный электронный тахеометр компании Topcon в сочетании с любым приемником ГНСС, имеющим возможность работы в режиме реального времени (RTK), а также любой полевой контроллер с программным обеспечением MAGNET Field. Естественно, что в роли подвижного приемника целесообразно использовать приемники ГНСС моноблочного типа, устанавливаемые на вехе вместе с круговым отражателем, такие как Topcon GR-5, HiperV, HiperSR, а также GR-3 и Hiper+, используемые на

практике, но снятые с производства. В качестве второго элемента системы могут применяться роботизированные тахеометры, начиная с серий GPT-8200, GPT-9000, QS и заканчивая современными сериями Topcon DS, PS и Imaging Station.

Таким образом, пользователям, имеющим спутниковое оборудование и роботизированный тахеометр компании Topcon, для применения описанной выше технологии достаточно только расширить программное обеспечение на полевом контроллере до возможности использования модуля «Гибрид».

В настоящее время многие производственные организации на практике оценили преимущества технологии «Гибрид», разработанной в компании Topcon.

#### RESUME

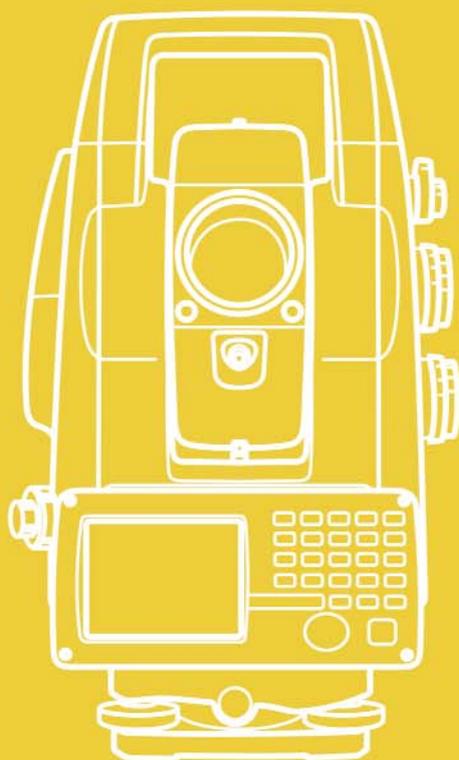
The «Hybrid» technology by the Topcon Corporation is described. It is proposed to use a combination of the GNSS receiver and a robotic total station controlled by a single specialist with a single field controller with the Magnet Field software. It is noted that this technology is a further step to improve the efficiency of the field work, especially in areas with a low density of initial geodetic points and characterized by frequent changes in open and closed terrain.



# ЗАО «Геодезические приборы» Санкт-Петербург

## Методическая поддержка

обучение  
консультации  
повышение  
квалификации



## Сервисное обслуживание

техническая  
поддержка  
ремонт  
страхование

Комплексная  
ПОСТАВКА

**SOKKIA**

**ТОРСОН**

**VEGA**  
CONSTRUCTION INSTRUMENTS

ЗАО «Геодезические приборы»  
г. Санкт-Петербург  
ул. Большая Монетная д.16  
office@geopribori.ru

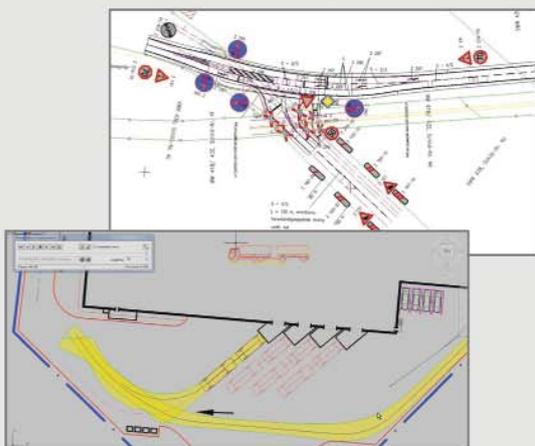
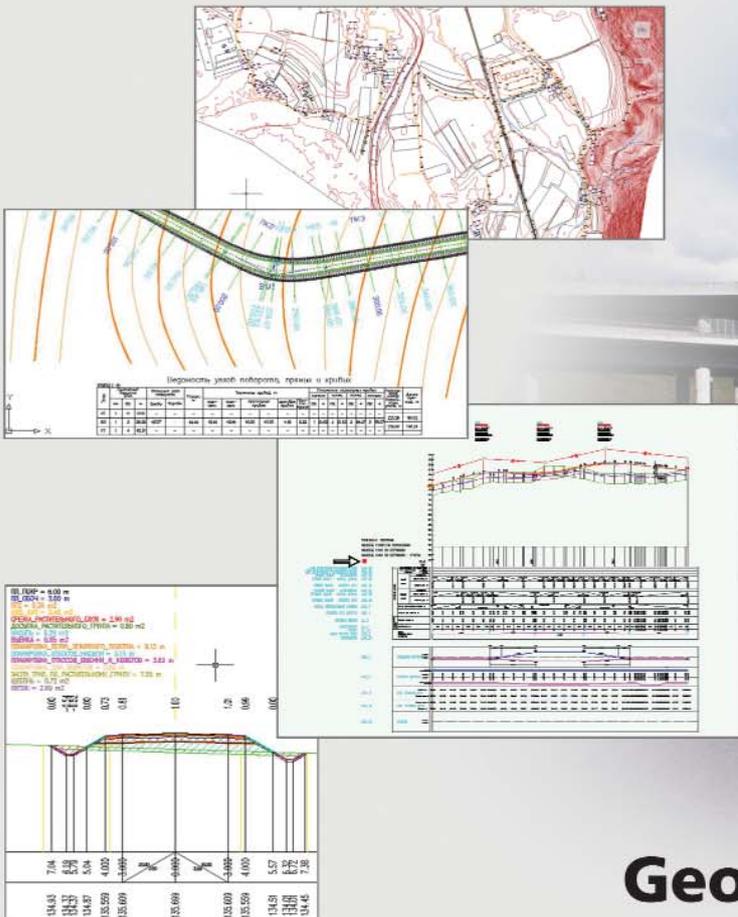
(812) 363-43-23  
(812) 363-19-46



[www.geopribori.ru](http://www.geopribori.ru)

**МЫ ТВЕРДО СТОИМ НА ЗЕМЛЕ!**

**РЕШЕНИЕ  
ДЛЯ ЛУЧШИХ  
В ПРОМЫШЛЕННОМ  
И ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**



## GeoniCS Автомобильные дороги (Plateia)

Программный комплекс, предназначенный для проектирования, строительства и реконструкции автомобильных дорог с соблюдением норм и стандартов, а также для выполнения анализа траекторий движения транспортных средств в плане и профиле.

Кроме того, имеется возможность анализировать рельеф местности, рассчитывать объемы работ, моделировать процессы движения транспортных средств.

Программный комплекс состоит из пяти модулей: «Местность», «Оси», «Продольные профили», «Поперечные сечения» и «Транспорт (включая Autopath)».

**CSoft**  
группа компаний

Москва, 121351,  
Молодогвардейская ул., д. 46, корп. 2  
Тел.: (495) 913-2222, факс: (495) 913-2221  
Internet: www.csoft.ru E-mail: sales@csoft.ru

Ашгабат 99 (312) 95-5433  
Владивосток (800) 555-0711  
Волгоград (8442) 26-6655  
Воронеж (4732) 39-3050  
Днепропетровск 38 (056) 371-1090  
Екатеринбург (343) 237-1812  
Иваново (4932) 26-9655  
Казань (843) 570-5431  
Калининград (4012) 93-2000  
Краснодар (861) 254-2156  
Нижний Новгород (831) 430-9025

Новосибирск (383) 362-0444  
Омск (3812) 31-0210  
Оренбург (3532) 77-3760  
Пермь (342) 235-2585  
Самара (846) 373-8130  
Санкт-Петербург (812) 244-0373  
Тюмень (3452) 64-1130  
Хабаровск (800) 555-0711  
Челябинск (351) 246-1812  
Ярославль (4852) 42-7044

# ПК GEONICS АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ (PLATEIA) 2014

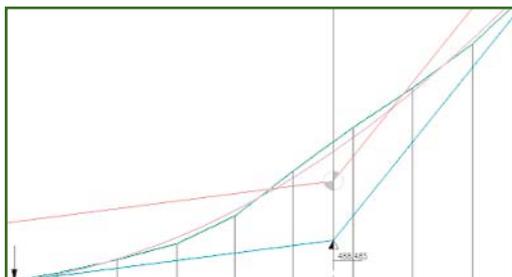
**Д.Н. Пожидаев** (Группа компаний CSoft)

В 2012 г. окончил Тюменский государственный нефтегазовый университет по специальности «автоматизированные системы обработки информации и управления». С 2007 г. работал в ЮганскНИПИ, с 2009 г. — в региональном отделении группы компаний CSoft (Тюмень). С 2012 г. работает в компании CSoft (Москва), в настоящее время — специалист отдела систем для изысканий, генплана и транспорта.

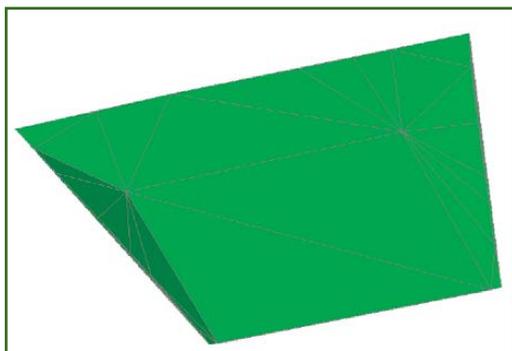
Разработчики постоянно расширяют функционал созданных ими ранее программ, выпуская новые версии. Не остается в стороне и партнер компании CSoft из Словении — компания CGS plus d.o.o. В январе 2014 г. была выпущена новая версия программного комплекса GeonICS Автомобильные дороги (Plateia). Он включает пять модулей: «Местность», «Оси», «Продольные профили», «Поперечные сечения» и «Транспорт». В новой версии



**Рис. 1**  
Пример проекта, выполненного с помощью ПК GeonICS Автомобильные дороги (Plateia)



**Рис. 2**  
Предварительный продольный профиль дороги, сформированный в программе



**Рис. 3**  
Трехмерная модель рельефа площадки

существенно расширились возможности проектировщика при работе с различными объектами (рис. 1). Изменения коснулись каждого модуля. Чтобы упростить задачу поиска новых программных решений, рассмотрим каждое из них более подробно.

## ▼ Активация лицензии через Интернет

Работа с лицензионным программным обеспечением чаще всего начинается с его активации, и этот процесс должен быть максимально прост. Так считают пользователи, и разработчики с ними согласны. В новой версии программы появилась возможность автоматической активации лицензии через Интернет. Достаточно лишь ввести ключ — и программа будет активирована. Активировать лицензию можно также и вручную.

## ▼ Автоматизация «вписывания» профиля

В предыдущих версиях программного комплекса уже был предусмотрен метод оптимального вписывания планового положения трассы проектируемой дороги в окружающую местность. Схожая функция теперь имеется и при проектировании профиля дороги. На основании точек и объектов чертежа программа автоматически, используя метод регрессивного анализа, создает профиль, оптимально вписывая его в существующий рельеф. Проектировщик затем может откорректировать предварительный продольный профиль дороги, сформированный в программе (рис. 2).

## ▼ Трехмерные объекты рельефа

Продолжая наращивать функционал программы, разработчики сделали возможным

создание трехмерных объектов рельефа. Этот инструмент полезен при проектировании площадок, откосов, перекрестков и т. д. Для начала работы можно использовать любую полилинию, задавая следующие параметры:

- уклон до поверхности;
- уклон и длину;
- длину и отметку;
- уклон и отметку.

В результате строится трехмерная модель рельефа площадки (рис. 3).

С помощью новой функции «Задать границу» на отдельных выбранных участках можно создавать трехмерную модель рельефа (рис. 4).

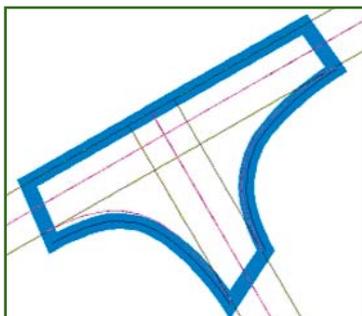


Рис. 4

Участок, выбранный с помощью функции «Задать границу»

▼ «Умные» сечения

«Дополнительные точки» — так незатейливо была названа функция, автоматизирующая работу с сечениями. Элементы добавляются только при определенных условиях, например в случае пересечения бровки какой-либо поверхности. Но-

вый элемент появится только на тех сечениях, где выбранный элемент дороги пересечет поверхность (рис. 5).

Для наполнения вида сечения теперь можно использовать 3D-объекты. Эта функция будет полезной для отображения на сечении моста, трубы и т. п.

Нумерация сечений позволяет использовать функцию обновления видов для вставки новых сечений в выбранное пользователем место.

В новой версии доработан функционал создания откосов. Таким образом, пользователь может создавать ступенчатые откосы, задавая параметры участков. Если конструкцию необходимо повторить несколько раз, достаточно лишь выбрать опцию «Повторять до пересечения с поверхностью» (рис. 6).

▼ Дорожные знаки

При проектировании дорожных знаков и стоек для них в новой версии можно использовать сложные конструкции (рис. 7). Расположение знаков полностью зависит от требований проектировщика и не ограничивается стандартными формами (рис. 8).



Рис. 8

Дорожные знаки стандартной формы

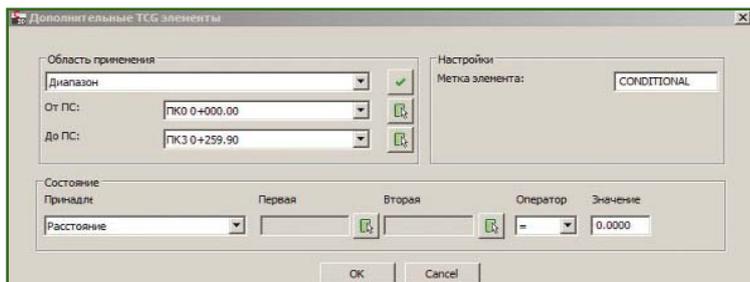


Рис. 5

Меню функции «Дополнительные точки»

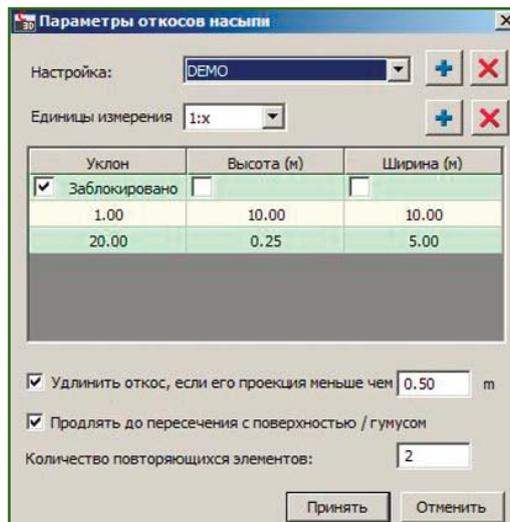


Рис. 6

Меню функции создания откосов



Рис. 7

Дорожные знаки сложной конструкции

Резюмируя описанное выше, можно смело утверждать, что это действительно новая версия программного комплекса GeoniCS Автомобильные дороги (Plateia). Изменения коснулись каждого модуля, значительно расширив возможности проектировщика.

В настоящее время новая версия программы полностью локализована.

RESUME

A new version of the software package GeoniCS Highways (Plateia) 2014, developed by CGS plus d.o.o. (Slovenia) is considered. A description is given for the changes that have touched each of the five modules of the package, significantly enhancing the ability of the designer.

# МНОГОЦЕЛЕВОЙ СУПЕРСПЕКТРАЛЬНЫЙ СПУТНИК СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ WORLDVIEW-3

**В.Н. Лавров** (ГИА «Иннотер»)

В 1964 г. окончил Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК). После окончания института работал в ЦНИИГАиК, а с 1967 г. — в 29-м НИИ МО РФ. В 1993 г., после увольнения из кадров ВС СССР, стал одним из основателей компании «Совинформспутник». С 2007 г. работал в ОАО «Газпром промгаз». Является основателем компании Геоинновационное агентство «Иннотер», где работает с 2012 г. по настоящее время. Кандидат технических наук.

Совершенствование космических средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) продолжается быстрыми темпами, что открывает новые возможности в гражданских и военных областях деятельности. 13 августа 2014 г. с авиабазы Ванденберг (Калифорния, США) ракетой-носителем Atlas V 401 был осуществлен запуск космического аппарата (КА) WorldView-3 (рис. 1).

С запуском КА WorldView-3 группировка спутников компании DigitalGlobe существенно повысила свой технологический уровень. КА WorldView-3 позволяет вести съемку с разрешением до 0,31 м. В многоспектральном режиме разрешающая способность системы составляет 1,2 м, а в ближнем ИК-участке спектра — 3,7 м. Добавление нового ИК-диапазона потребовало включения дополнительного 8-канального модуля с ИК-детекторами в конструкцию оптической системы спутника.

В 2012 г. Правительство США уменьшило лимит на максимально возможное разрешение космических снимков для коммерческих целей с 50 см до 25 см. WorldView-3 стал первым спутником, способным получать космические снимки с повы-



**Рис. 1**  
КА WorldView-3

шенным разрешением. В настоящее время компания DigitalGlobe пытается убедить Правительство США ослабить

ограничения и довести допустимое разрешение для коммерческих снимков до 10 см.

Главным подрядчиком проекта по созданию КА WorldView-3 является компания Ball Aerospace & Technologies. Оптико-электронную систему спутника разработало подразделение Geospatial Systems компании ITT Exelis. Стоимость расходов по программе создания спутника оценивается в 650 млн долл. США и включает также запуск КА.

КА WorldView-3 выведен на орбиту высотой 617 км над поверхностью Земли и будет функционировать вместе с

## Технические характеристики КА WorldView-3

**Таблица 1**

Наименование характеристики	Значение
Орбита	Солнечно-синхронная
Высота орбиты, км	617
Наклонение орбиты, °	98
Период обращения, мин	97
Время на экваторе, час	13:30
Платформа	BCP-5000
Углы отклонения платформы, °	40
Скорость отклонения платформы, %/сек	4
Срок функционирования, лет	10–12
Повторная съемка, сутки	1–4,5
Мощность, Вт	3100

пятью другими спутниками компании DigitalGlobe. Размер аппарата с раскрытыми солнечными панелями составляет 5,7х7 м, вес — 2800 кг. Основные технические характеристики КА WorldView-3 приведены в табл. 1.

КА WorldView-3 оснащен телескопом, с диаметром зеркала 110 см и апертурным фильтром. Съемка проводится сенсорами, работающими в различных спектральных диапазонах:

— VNIR (Visible and Near Infrared) — мультиспектральный видимый и ближний инфракрасный диапазон; 8 каналов;

— SWIR (Shortwave Infrared) — средний инфракрасный диапазон; позволяет вести съемку сквозь дымку, туман, смог, пыль, дым и облака (рис. 2); 8 каналов;

— CAVIS (clouds, aerosols, vapors, ice, snow) — позволяет проводить атмосферную коррекцию; 12 каналов.

Мультиспектральный сенсор (VNIR) незначительно отличается своими возможностями от аналогичного на WorldView-2, различие только в чуть большем разрешении. Преимуществом спектральных характеристик КА WorldView-3 важна для сохранения методов, которые были разработаны при использовании данных КА WorldView-2.

Принципиально новым является сенсор коротковолнового инфракрасного излучения (SWIR). Раньше такие данные получали со спутников с более низким разрешением, например с КА Landsat, где разрешение снимков составляло всего 30 м на пиксель. У WorldView-3 разрешение равно 3,7–4,1 м при вертикальной съемке и отклонении от надира до 20°. Восемь каналов SWIR покрывают диапазон спектра от 1,195 до 2,365 мкм. Выбор диапазонов связан со свойствами растительности и атмосферными процессами. Четыре самых дальних от видимого

диапазона могут применяться для решения задач при геологических исследованиях.

Еще одним инновационным решением в КА WorldView-3 является наличие сенсора CAVIS, с относительно низким, всего 30 м, разрешением, покрывающего отдельными выборочными каналами диапазон спектра от 0,405 до 2,245 мкм. Его главное назначение — определять состояние атмосферы и идентифицировать особые случаи земной поверхности, влияющие на качество изображения. Набор каналов подобран таким образом, чтобы, например, можно было отличить белые облака от снега и льда, а разные виды пыли и дыма в воздухе — от водяного пара. Аналогичное решение уже применялось на КА Landsat, но WorldView-3 имеет более совершенную и универсальную систему, которая позволит проводить коррекцию снимков точнее и эффективнее.

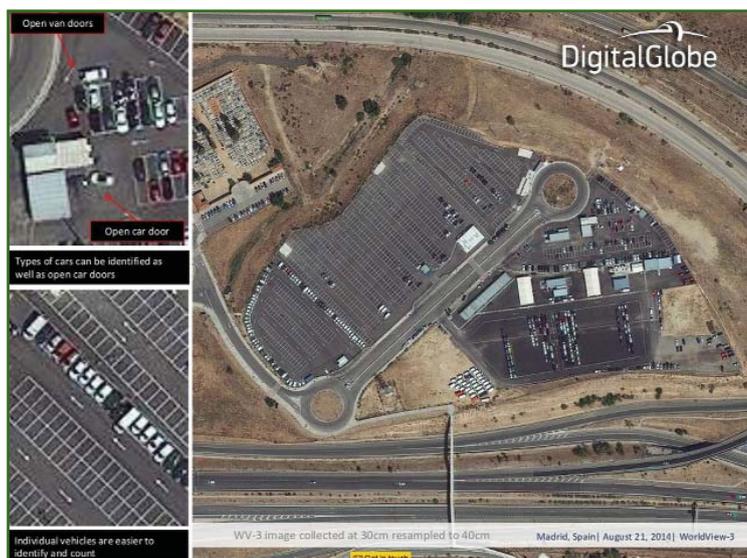
Технические характеристики бортовой аппаратуры КА WorldView-3

Таблица 2

Наименование аппаратуры	Технические характеристики		
Телескоп:			
— фокусное расстояние, м		13,3	
— диаметр зеркала, см		110	
— относительное отверстие		1:12	
— угол поля зрения, °		1,28	
Спектральные диапазоны, мкм	VNIR	SWIR	CAVIS
	0,45–0,80 (панхроматический)	1,195–1,225	0,405–0,420 (Desert Clouds)
	0,42–0,45 (фиолетовый)	1,550–1,590	0,459–0,509 (Aerosol-1)
	0,45–0,51 (синий)	1,640–1,680	0,525–0,585 (Green)
	0,51–0,58 (зеленый)	1,710–1,750	0,635–0,685 (Aerosol-2)
	0,58–0,62 (желтый)	2,145–2,185	0,845–0,885 (Water-1)
	0,63–0,69 (красный)	2,185–2,225	0,897–0,927 (Water-2)
	0,70–0,74 (темно-красный)	2,235–2,285	0,930–0,965 (Water-3)
	0,77–0,90 (ближний ИК 1)	2,295–2,365	1,220–1,252 (NDVI-SWIR)
	0,86–1,04 (ближний ИК 2)		1,365–1,405 (Cirrus)
			1,620–1,680 (Snow)
			2,105–2,245 (Aerosol-3)
			2,105–2,245 (Aerosol-3)
Динамический диапазон, бит	11	14	11
Разрешение одного пикселя на местности, м	0,31 (PAN), 1,24 (MS)	3,7	30
Ширина полосы съемки, км		13,1	
Емкость ЗУ, Гбит		2200	
Скорость передачи, Мбит/с		800 и 1200	



**Рис. 2**  
Фрагмент снимка WorldView-3 с изображением лесного пожара: слева — в натуральных цветах, справа — синтез коротковолновых ИК-каналов (SWIR)



**Рис. 3**  
Фрагмент снимка, полученного с КА WorldView-3 (Мадрид, разрешение 40 см)

Спектральные каналы КА WorldView-3 могут обеспечить высокую детальность при анализе состояния растительности, выделении объектов, мониторинге береговой линии и прибрежной акватории. Возможности сенсора CAVIS позволят получать четкие снимки поверхности, несмотря на пыль, сажу и другие помехи в атмосфере Земли.

Точность геопривязки в плане составляет 3,5 м СЕ90 без дополнительной коррекции плановых координат по наземным опорным точкам.

Технические характеристики бортовой аппаратуры КА WorldView-3 приведены в табл. 2.

По словам основателя и главного технического директора компании DigitalGlobe Уолтера Скотта (Walter Scott), в коротковолновом инфракрасном участке спектра становятся хорошо заметны различия между «материалами». Среди возможных гражданских применений он выделил разведку полезных ископаемых, управление водными ресурсами и др. В военной области съемка в новом ИК-диапазоне может быть востребована при обнаружении и классификации объектов на основе их ИК-сигнатур. И хотя Уолтер Скотт не комментировал военное применение нового диапазона съемки, но заметил, что его использование в равной степе-

ни обусловлено потребностями как военных, так и гражданских пользователей системы.

Одним из основных клиентов компании DigitalGlobe является Национальное управление геопространственной разведки США (National Geospatial-Intelligence Agency), которое в 2010 г. заключило с компаниями DigitalGlobe и GeoEye 10-летний контракт общей стоимостью более 7 млрд долл. США на предоставление услуг в области космических съемок.

Первые изображения с КА WorldView-3 были получены на столицу Испании — Мадрид (рис. 3). Из-за нормативных ограничений DigitalGlobe пока не может показать данные с разрешением 30 см. Образцы снимков представлены с ресемплингом до 40 см. Фрагменты этих снимков в формате TIF можно скачать по следующей ссылке: <https://app.box.com/s/z3a6v76aoknyuww8oo5o>.

ГИА «Иннотер» — официальный дистрибьютор в России и странах СНГ ведущих мировых операторов спутниковых данных, выполняет поставку архивных и новых материалов космической съемки на любую территорию Земного шара.

Соглашение с компанией DigitalGlobe позволяет получать архивные и оперативные материалы космической съемки с оптико-электронных КА WorldView-2, WorldView-1, GeoEye-1, QuickBird и Ikonos, обеспечивающих разрешение снимков 0,5–1 м.

#### RESUME

A description together with the technical characteristics is given for the WorldView-3 spacecraft launched on August 13, 2014. Imaging instrumentation installed onboard provides for acquiring the Earth surface images with a resolution of up to 0,31 m in the optical range, up to 1,2 m in the multi-spectral mode and up to 3,7 m in the near IR spectral band.

# Достоверность информации

## Bentley Map - то, что Вам нужно! ГИС с возможностями САПР MicroStation®

Достоверная информация - это основа любых задач обработки данных: анализа, редактирования, передачи и публикации данных в форматах 2D и 3D. ГИС-инструменты с возможностями САПР позволяют создавать качественные карты, объединять разрозненную информацию в 2D и 3D форматах, получать быстрый доступ к большим массивам данных, даже с мобильных устройств, а также обеспечивают работу с данными Oracle Spatial, SQL Server Spatial, Esri и другими типами данных.

Получите быстрый доступ к достоверным данным об объектах ГИС!



КОНФЕРЕНЦИЯ "ГОД  
В ИНФРАСТРУКТУРЕ  
2014"

4-6 НОЯБРЯ 2014Г.  
ОТЕЛЬ HILTON LONDON METROPOLE  
ЛОНДОН, ВЕЛИКОБРИТАНИЯ



**Bentley Systems в России**

Tel: +7 499 6091200

[www.bentley.com/Russia](http://www.bentley.com/Russia)

# ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ РОССИЙСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС»

## **А.В. Коростылёв** (Группа компаний CSoft)

В 2006 г. окончил РХТУ им. Д.И. Менделеева по специальности «машины и аппараты химических производств». После окончания университета работал в ЗАО «Метанол и азотные процессы». С 2010 г. работает в Группе компаний CSoft, в настоящее время — ведущий специалист отдела автоматизации комплексного проектирования. Кандидат технических наук.

## **В.А. Печеницин** («ЭНЕРГОСЕРВИС», Пермь)

В 2012 г. окончил механико-технологический факультет Пермского национального исследовательского политехнического университета по специальности «инженер порошковой металлургии». С 2011 г. работал в ЗАО «Новомет-Пермь». После окончания университета работает в ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС», в настоящее время — BIM менеджер.

## **Ю.А. Русаков** («ЭНЕРГОСЕРВИС», Пермь)

В 1985 г. окончил Пермское высшее военное командно-инженерное Краснознаменное училище ракетных войск (ПВВКИКУ РВ) по специальности «инженер-электрик». После окончания училища проходил службу в ракетных войсках, а с 1997 г. по 2003 г. преподавал на кафедре «Электротехника и электроснабжение» Пермского военного института ракетных войск (ранее — ПВВКИКУ РВ). В 2001 г. окончил Московский государственный университет экономики, статистики и информатики (МЭСИ) по специальности «организация бизнеса». С 2003 г. работал в ООО НИПППД «Недра». С 2007 г. работает в ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС», в настоящее время — директор по проектированию. Кандидат технических наук.

На страницах профессиональных изданий [1, 2] уже были представлены успешные примеры использования российскими компаниями технологии трехмерного проектирования на основе программного комплекса (ПК) Model Studio CS, а также динамика развития этого комплекса.

В связи с нарастающим интересом к российским информационным технологиям в данной статье рассмотрим примеры проектирования промышленных объектов в ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» на основе ПК Model Studio CS.

Закрытое акционерное общество «ЭНЕРГОСЕРВИС» — динамично развивающееся предприятие, признанный ли-

дер по оказанию услуг в области энергетики в Пермском крае. Предприятие было создано в 1998 г. для оказания технических (сервисных) услуг по обслуживанию, капитальному ремонту и проектированию энергетического и теплотехнического оборудования, по автоматизированному проектированию (САПР), технологической подготовке производства, документооборота, информационного обеспечения и геоинформационных систем.

Департамент по проектированию ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» успешно использует современные информационные технологии, в частности — технологию трехмерного проектирования технологических объектов. Для со-

вершенствования этого направления специалисты ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» обратились в компанию CSoft, которая предоставляет широкий спектр услуг, включая анализ существующей технологии выполнения работ, определение наиболее эффективных программно-аппаратных решений, разработку концепции развития САПР на предприятии, поставку, установку и настройку компонентов автоматизированной системы, обучение пользователей, выполнение пилотных проектов. Заказчиками и партнерами компании CSoft являются крупнейшие вертикально интегрированные организации и проектные институты, такие как ОАО «ВНИПИгаздобыча», ОАО «Гип-

ровостокнефть», ОАО «Росжелдорпроект», ОАО «Институт Гипростроймост», ОАО «Атомэнергопроект», ОАО «Газпром промгаз» и др.

После анализа потребностей и возможностей организации для работы была предложена технология трехмерного информационного проектирования на основе программного комплекса Model Studio CS (разработка компании CSoft Development). Программы, входящие в его состав, обладают современным функционалом, динамично развиваются, количество пользователей постоянно растет. Причем, следует отметить, что комплекс разрабатывался с учетом особенностей, традиций и норм отечественной школы проектирования [2]. Кроме того, ПК Model Studio CS идеально вписался в существующую IT-инфраструктуру ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС», поскольку для автоматизации проектирования в организации уже применялись программы, разработанные CSoft Development, такие как GeoniCS, Project StudioCS и др.

#### ▼ Внедрение технологии трехмерного информационного проектирования на основе ПК Model Studio CS

Считается, что внедрение технологии трехмерного проектирования и даже ее элементов — достаточно длительный процесс и, вообще, «дорогое удовольствие». Однако при внедрении технологии на основе ПК Model Studio CS все значительно проще: устоявшиеся стереотипы перестают соответствовать действительности.

Программы легко и быстро осваиваются, так как все инструменты интуитивно понятны, а технология трехмерного проектирования в ПК Model Studio CS близка российским проектировщикам.

Об этом свидетельствует и то, что при внедрении ПК Model

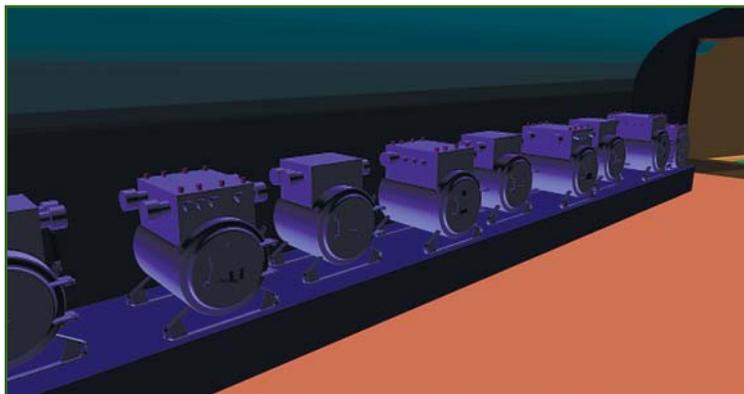


Рис. 1

Пользовательское оборудование из базы данных ПК Model Studio CS в трехмерном проекте

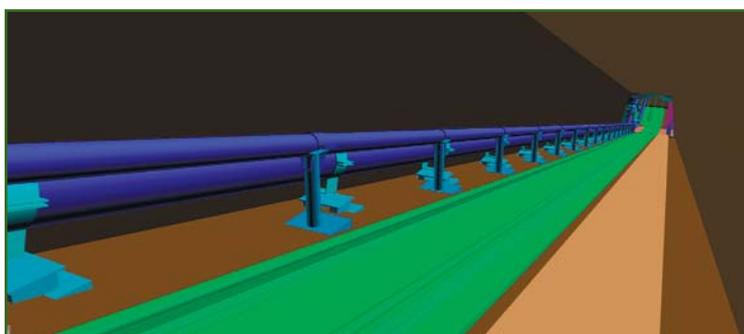


Рис. 2

Трехмерная модель уклонного блока нефтяной шахты, созданная средствами программы Model Studio CS Трубопроводы. Содержит более 4000 опор и 6 км трубопроводов под уклоном

Studio CS в ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» даже не потребовалось проводить очное обучение инженеров работе с инструментами программ, а IT-служб — администрированию и пополнению баз данных и созданию комплексных проектов. Оказалось достаточно консультаций по электронной почте (небольшие инструкции и ролики по темам вопросов) и телефону, а также нескольких пользовательских вебинаров.

В рамках внедрения ПК Model Studio CS (здесь и далее речь идет в основном о программах Model Studio CS Трубопроводы и CADLib Модель и Архив) специалисты группы информационного обеспечения ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» дополнили базу данных оборудования необходимыми для работы изделиями. При этом часть обо-

рудования была создана средствами программы Model Studio CS Трубопроводы, а собственные наработки просто добавлены в базу данных (рис. 1).

ПК Model Studio CS решили использовать в уникальных проектах уклонных блоков нефтяных шахт. Такие проекты достаточно тяжело реализуемы в 3D и нуждаются в гибких функциональных возможностях программного обеспечения. Специалисты группы информационного обеспечения ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» разработали метод построения 3D-модели, который позволил успешно выполнить проект. Кроме того, были решены вопросы оперативного и потокового размещения опор для проектирования уклонных блоков нефтяных шахт: инструменты ПК Model Studio

CS позволяют создавать и редактировать такие уклонные трубопроводы и легко размещать на них необходимое количество опорных элементов (рис. 2).

Таким образом, внедрение технологии трехмерного проектирования на основе ПК Model Studio CS возможно с минимальными затратами на обучение и кастомизацию со стороны заказчика, хотя IT-интеграторов этот факт может, конечно, и не очень обрадовать.

#### ▼ Проектирование промышленных объектов с использованием ПК Model Studio CS

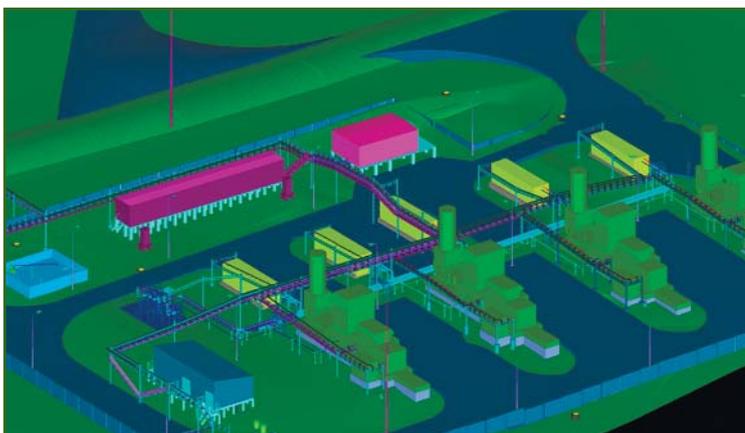
При внедрении технологии трехмерного проектирования на основе ПК Model Studio CS в ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» требовалось не только обучить специалистов работе с новыми инструментами и пополнить базу данных, но и решить интеграционные задачи, такие как возможность обмена данными с уже использующимися программами: GeoniCS (проектирование генплана), Project StudioCS Электрика (расчет и проектирование внутреннего и наружного электроосвещения и силового электроснабжения) и СТАРТ (расчет на прочность систем трубопроводов). Возможности ПК Model Studio CS и других программ компании CSoft Development и НТП «Трубопровод» позволили успешно решить эти задачи [3].

Преимущества, которые предоставляет ПК Model Studio CS в области трехмерного проектирования, специалисты ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» и ГИ УрО РАН оценили уже при выполнении первых проектов. Были разработаны комплексные проекты, включающие трехмерные информационные модели обустройства нефтяного месторождения (рис. 3) и уклонного блока нефтяной шахты (рис. 4).

Созданный инженерами ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» комплексный трехмерный информационный проект обустройства нефтяного месторождения включает технологическую, строительную, электротехническую части, а также трехмерную модель ген-

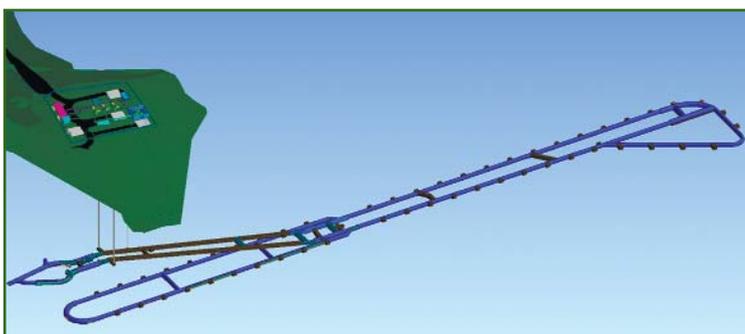
плана (рис. 5). Для создания этого проекта использовались программы Model Studio CS Трубопроводы, Model Studio CS Кабельное хозяйство, Model Studio CS ЛЭП и GeoniCS.

Благодаря встроенным в ПК Model Studio CS подсистемам



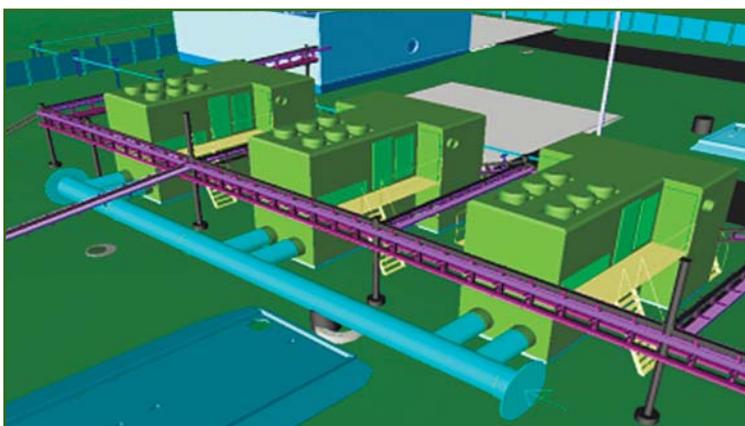
**Рис. 3**

*Трехмерная модель организации строительства Ильичевского нефтяного месторождения*



**Рис. 4**

*Трехмерная модель обустройства уклонного блока нефтяной шахты № 1 НШУ «Яреганефть»*



**Рис. 5**

*Трехмерная модель генплана нефтяного месторождения*

проверки на коллизии, при построении трехмерной информационной модели обустройства месторождения был своевременно выявлен ряд коллизий (пересечение, столкновение, опасное сближение между различными объектами трехмерной модели), что позволило повысить качество проекта в целом (рис. 6).

Работа с трехмерными моделями и возможность создания консолидированной модели объекта строительства на основе специализированных частей открывают широкие возможности для оптимизации взаимодействия между отделами и формирования проектно-сметной документации (ПСД). В ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» также организовали выпуск ПСД на основе трехмерной модели.

Средствами рассматриваемых программ были получены следующие типы документов:

— ПЗУ (схема планировочной организации земельного участка) — GeonіCS;

— ГМЧ (горно-механическая часть), НК (наружные сети канализации), ТМ (тепломеханические решения), ТХ (технология производства) — Model Studio CS Трубопроводы;

— ЭС (электроснабжение) — Model Studio CS ЛЭП;

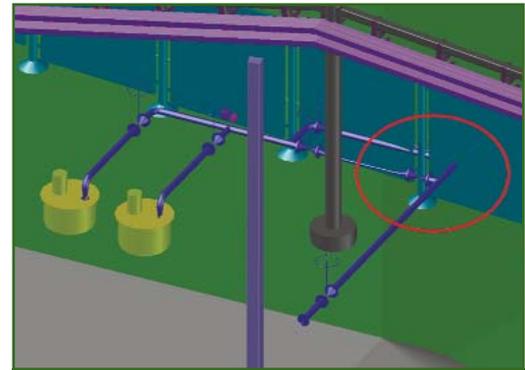
— СС (системы связи) — Model Studio CS Кабельное хозяйство;

— ЭМ (силовое электрооборудование), ЭН (наружное электроосвещение) — Project StudioCS Электрика.

Пример автоматически полученных ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» спецификаций на основе трехмерного проекта средствами ПК Model Studio CS представлен на рис. 7. Следует отметить, что важными особенностями программ ПК Model Studio CS при генерировании спецификаций являются автоматический расчет длин (количества) объектов модели и нагрузок на них, формирование выходной документации по заданному шаблону и группировка (которая, заметим, может быть и перенастроена).

**▼ Поддержка строительства и эксплуатации объектов проектирования на основе трехмерной информационной модели**

Одним из главных преимуществ использования технологии трехмерного проектирования (помимо решения важных задач ускорения выпуска доку-



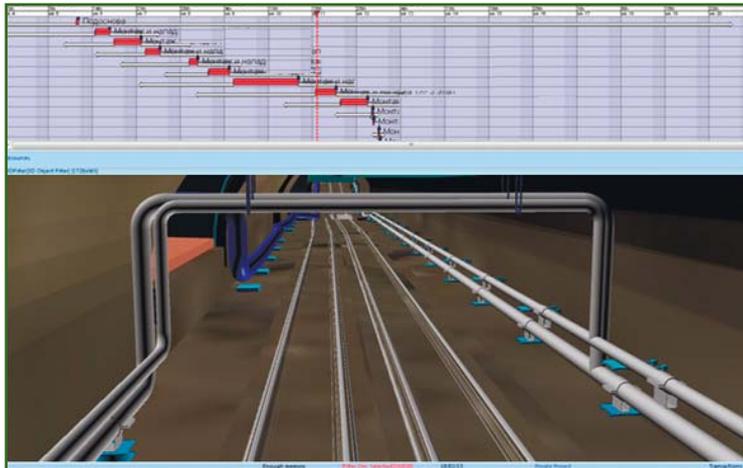
**Рис. 6**  
Выявление и устранение коллизий в трехмерной информационной модели обустройства нефтяного месторождения

ментации и уменьшения количества ошибок в проекте) является возможность применения созданных трехмерных информационных моделей при строительстве и эксплуатации промышленных объектов. Например, специалисты ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» создали информационную систему объекта проектирования на основе трехмерной модели с привязкой к календарному плану (рис. 8) для обеспечения строительства, а затем и эксплуатации объекта.

Трехмерная модель обустройства нефтяного месторождения была с легкостью экспортирована в среду программы Autodesk Navisworks, что позволило использовать ее функционал при объединении различных частей проекта в единую модель. Следует отметить, что интеграция ПК Model Studio CS с программой Autodesk Navisworks выполнена на самом высоком уровне и обеспечивает передачу не только геометрии, но и любой необходимой атрибутивной информации. Кроме решения задач качества, поиска коллизий и визуализации общей модели были отработаны основы создания информационной системы на базе трехмерной модели: модель публиковалась в CADLib Модель и Архив с соз-

Позиция	Наименование с техническими характеристиками	Техника, обозначение, выкаты, опрессовка, марка	Код обозначения, обознач. материала	Защитная окраска	Единица измерения	Количество	Итого объем, м³	Примечания
<b>Стан 12</b>								
<b>Материалы, оборудование, оборудование</b>								
<b>Аппаратура</b>								
1	Заводная клемма 30x4 мм Ду-40, Рн-10МПа	ТУ 26-07-108-93			шт	1	38,00	
<b>Изоляция трубопроводов</b>								
Труба стальной бесшовная сварочная								
2	Экран	ОДГЭС			м	9,0	10,36	
3	Труба бесшовная стальная с толщиной стенки 103 103 103 110 90мм	ГОСТ 8732-78			м	3,0	10,36	
4	Сварочный электрод 10-89 Г1002 103 П	ТУ 26-07-108-93-2002 ГОСТ 8099-2001			шт	2	4,80	
5	Сварочный электрод Г08-80С	ГОСТ 13797-2001			шт	5	1,90	
<b>Специальные изделия</b>								
Опоры								
6	80-100-115-Валдук	ОСТ 36-146-88			шт	1	1,2	
7	Прокладка для концевых опор 4x10x200	ГОСТ 481-86			шт	1	0,4	
<b>Изделия трубопроводов</b>								
Автоматическая пайка								
8	Полоса оцинкованная П-15	ГОСТ 6455-76			м²	25	0,32	4,2 см
9	Горючий ГФ-021	ГОСТ 25028-82			м²	35	0,35	0,1 см

**Рис. 7**  
Спецификация оборудования, изделий и материалов, сгенерированная в трехмерной модели



**Рис. 8**  
Информационная система объекта проектирования

данием информационных структур. Отработка технологий CADLib Модель и Архив позволят в будущем поставлять готовые информационные системы заказчику наряду со стандартными комплектами ПСД.

В ЗАО «ЭНЕРГОСЕРВИС» уже при выполнении первых проектов по достоинству оценили преимущества применения технологии трехмерного проектирования на основе ПК Model Studio CS.

Среди наиболее важных достоинств этого программного обеспечения перед аналогичным зарубежным можно назвать такие, как идеальное соотношение цена/качество, ориентация на российских пользователей, оперативная техническая поддержка и развитие функционала по требованию заказчика, возможность конвертации моделей в стандартные форматы данных.

В заключение отметим, что специалисты ЗАО «ЭНЕРГОСЕР-

ВИС» не собираются останавливаться на достигнутом, понимая преимущества использования российских технологий трехмерного проектирования на всех стадиях жизненного цикла промышленных объектов.

#### ▼ Список литературы

1. Коростылёв А.В. Российские технологии трехмерного и информационного моделирования в проектах обустройства месторождений // CADmaster. — 2012. — № 4. — С. 46–49.
2. Model Studio CS — комплексный подход к 3D-проектированию. Итоги 2013 года // CADmaster. — 2013. — № 6. — С. 86–92.
3. Коростылёв А.В., Корельштейн Л.Б. Model Studio CS Трубопроводы, «Гидросистема» и «Изоляция» — дружная команда // CADmaster. — 2011. — № 4. — С. 66–68.

#### RESUME

A solution is considered for the information modeling of industrial facilities using the state-of-the-art Russian technologies. Examples are given of using the 3D design based on the Model Studio CS software and applied for designing industrial facilities at the ENERGOSSERVICE CJSC.

**geometer-center.ru**  
**(495)955-28-51**

**Комплексные инженерные изыскания**  
**Поставка оборудования и ПО**  
**Обучение, консультации, поддержка**

**ГЕОМЕТР**  **Центр**

# DATUGRAM3D — ПРОГРАММА ДЛЯ ТОЧНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Р.А. Ягудин («Датумэйт»)

В 1999 г. окончил Московский государственный университет коммерции по специальности «менеджмент». С 2000 г. работал в ООО «Нефтегазовая компания «ИТЕРА», с 2006 г. — в Энергетическом концерне ОАО «Э.ОН Россия». С 2013 г. по настоящее время — генеральный директор ООО «Датумэйт».

Компания Datumate (Израиль) разработала программное обеспечение (ПО) DatuGram3D, позволяющее с помощью обычной цифровой фотокамеры выполнять геодезические измерения. В ее основе лежат принципы наземной фотограмметрии. Программа позволяет создавать трехмерные модели объектов и получать координаты отдельных точек с предельной погрешностью до 2 см (см. Геопрофи. — 2014. — № 4. — С. 46–49).

Подробнее остановимся на использовании программы DatuGram3D. Непосредственно в районе работ исполнитель выполняет съемку местности или объекта цифровой фотокамерой (желательно с разрешением не менее 18 Мпикселей). Фотосъемка должна проводиться под различными углами к снимаемому объекту. С помощью тахеометра определяются пространственные координаты нескольких характерных точек объекта, которые будут выполнять роль опорных точек при обработке результатов фотосъемки в ПО DatuGram3D. Для построения модели каждая опорная точка должна присутствовать, как минимум, на трех разных изображениях, сделанных под разными углами. Чем больше опорных точек будет определено, тем более высокая точность измерений будет достигнута впоследствии.

Необходимо отметить, что в ПО DatuGram3D используются

алгоритмы обработки, осуществляющие автоматическую привязку полученных изображений в зоне обследования. В построенной программой модели исполнитель работ может получить координаты любой точки на объекте в той же системе координат, что и опорные точки. Таким образом, программное обеспечение превращает компьютер в средство для измерений и делает работу нагляднее, быстрее и легче, а главное, позволяет найти все ошибки, которые могли быть сделаны в полевых условиях.

Рассмотрим некоторые примеры и оценим время, необходимое на создание различной продукции, включая полевые работы по фотографированию и определению координат опорных точек и камеральную обработку в программе DatuGram3D.

## ▼ Съемка перекрестка

Этот пример выбран в связи с тем, что перекрыть движение на перекрестке обычно бывает затруднительно, а интенсивность движения транспортных средств при классическом способе съемки не всегда позволяет установить вежу в нужном месте для проведения измерений на нее.

В данном случае использовался фотоаппарат с разрешением 20 Мпикселей, вежа, на которой он крепился (фотоаппарат можно поднять на высоту до 6 м, значительно увеличив угол обзора), и безотражательный тахеометр для получения опорных точек на местности.

Процесс работы в ПО DatuGram3D делится на 6 несложных этапов, которые не требуют наличия специальных знаний, а обучение работе в

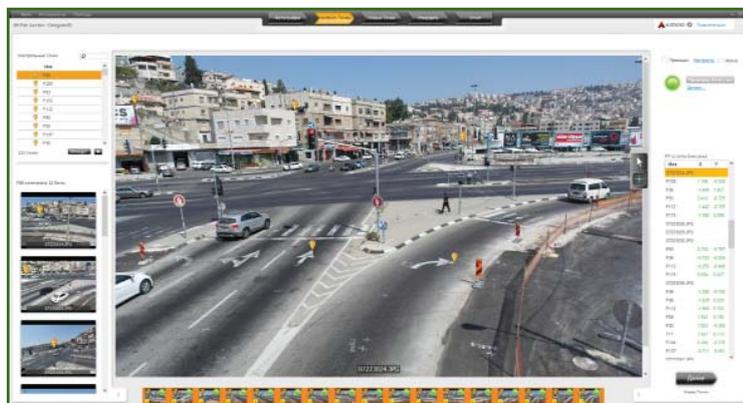
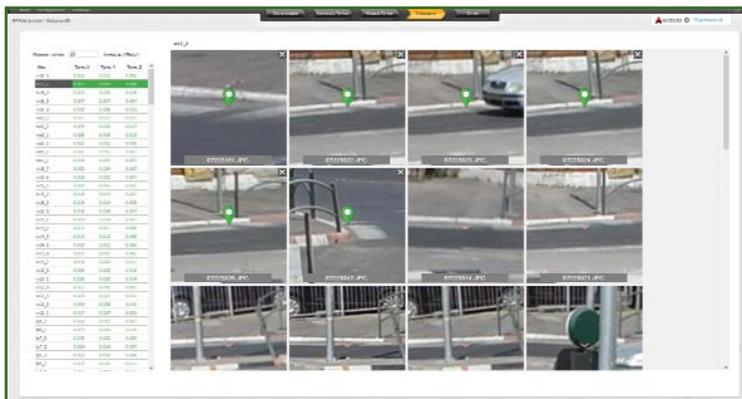


Рис. 1

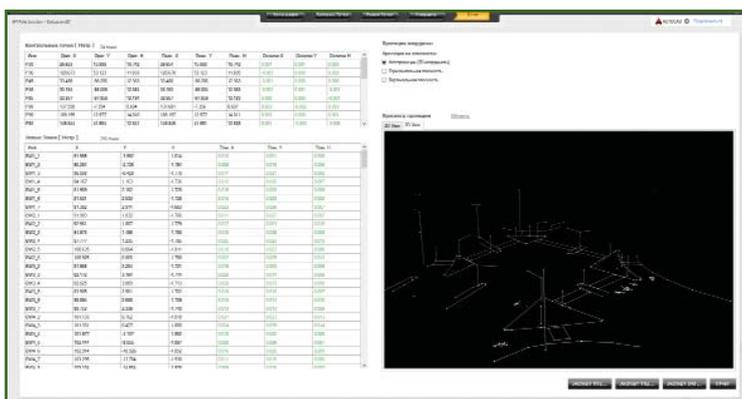
Рабочее окно программы с опорными точками (отмечены оранжевым цветом)



**Рис. 2**  
Рабочее окно программы с точками (отмечены зеленым цветом) элементов ситуации в системе координат объекта



**Рис. 3**  
Проверка точности координат контуров в ПО DatuGram3D



**Рис. 4**  
Трехмерный вид перекрестка с координатами всех точек (файл в формате DXF)

программе может занять не более 3 часов.

Первый этап подразумевает калибровку фотокамеры, с помощью которой будет проводиться съемка интересующего объекта. Для этого в программу

загружаются три снимка тест-объекта (шахматной доски формата А0) и программа сама вычисляет центральную точку, фокусное расстояние и радиальные искажения объектива. Данный процесс носит одноразовый

характер, и в последующем программа автоматически выбирает данные калибровки из перечня откалиброванных фотокамер.

На втором этапе в программу загружаются все полученные фотоснимки.

Третий этап начинается с загрузки в программу файла с результатами измерений тахеометром в формате TXT, вычисления координат опорных точек и их просмотра на экране компьютера (отмечены оранжевым цветом на рис. 1). В данном случае для построения модели было использовано около 20 опорных точек.

На четвертом этапе в рабочем окне программы отрисовываются интересующие нас контуры ситуации на перекрестке, и программа автоматически вычисляет координаты этих точек каждого контура (точки зеленого цвета на рис. 2). Все элементы ситуации отрисовываются прямо по фотоизображениям, благодаря чему ускоряется процесс работы, и выявляются возможные пропуски и ошибки, сделанные при измерениях на объекте.

На пятом этапе проверяется точность полученных координат контуров (рис. 3).

После проверки координат контуров и устранения выявленных ошибок переходят к последнему этапу — получению 3D изображения объекта. Выполняется экспорт всех отрисованных элементов в формат DXF, и автоматически создается трехмерная модель объекта. При необходимости можно экспортировать файл в формате TXT с координатами всех точек (рис. 4).

В итоге на создание 3D модели перекрестка с помощью 20 опорных точек, полученных с одной точки стояния тахеометра, потребовалось 4,5 часа: 1,5 часа заняли измерения на объекте и 3 часа — камеральная обработка.

▼ **Съемка участка автодороги**

Проблема съемки дорожного полотна при интенсивном движении возникает не только на перекрестках. Испытания программы DatuGram3D были проведены на участке автодороги Малого московского кольца протяженностью 500 м. Основным отличием от предыдущего метода ведения работ стало использование для фотосъемки квадрокоптера DJI Phantom 2 с камерой Nikon S6500 с разрешением 16 Мпикселей. В результате обработки данных в ПО DatuGram3D была создана трехмерная модель участка дороги.

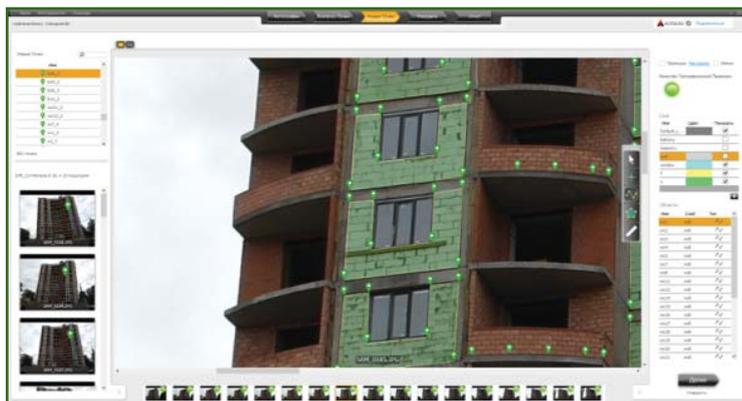
Таким образом, потребовалось 1,5 часа на аэрофотосъемку с квадрокоптера и 6 часов — на камеральную обработку в ПО DatuGram3D.

▼ **Съемка фасада высотного здания**

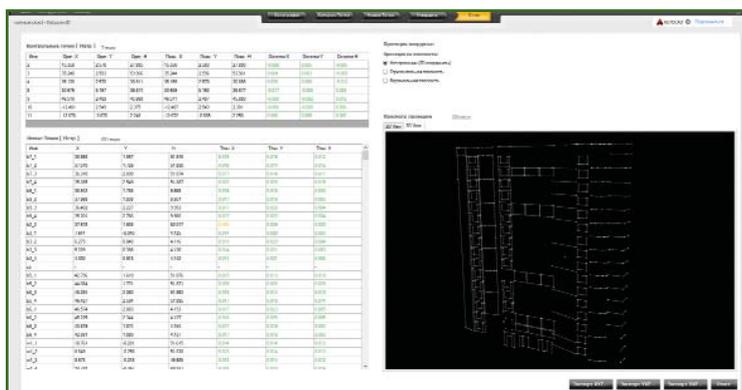
В настоящее время при строительстве зданий широкое применение находят вентилируемые фасады. Изготовление и монтаж данных конструкций требует информации о точных геометрических размерах фасада построенного здания.

Благодаря своей наглядности программа DatuGram3D очень удобна для определения геометрических параметров фасадов. Рассмотрим данный вид съемки на конкретном примере. В качестве опорных точек на фасаде были определены координаты 5 точек с помощью безотражательного тахеометра.

С поверхности земли, со стороны фасада, было сделано 26 фотографий цифровой камерой с разрешением 20 Мпикселей. После загрузки снимков в ПО DatuGram3D визуально можно заметить мелкие несоответствия фасада проекту. После ввода координат опорных точек программа автоматически преобразовывает изображение каждого снимка в единую систему координат и позволяет выполнить измерения, получить количествен-



**Рис. 5**  
Изображение фасада в ПО DatuGram3D в единой системе координат



**Рис. 6**  
Трехмерная модель фасада и экспорт данных в формат DXF

ную оценку качества возведенного фасада здания и по фотографиям подготовить точный чертеж для дальнейшего проектирования отдельных панелей вентилируемого фасада (рис. 5).

После обработки всех снимков программа в автоматическом режиме строит трехмерную цифровую модель фасада (рис. 6).

На создание трехмерной модели фасада здания ушло: 1 час — на съемку фасада здания на местности и 4–5 часов — на камеральную обработку в офисе.

▼ **Подсчет объема щебня**

В последней версии программы DatuGram3D появилась новая функция обмера и подсчета объемов насыпей.

Рассмотрим последовательность определения объема насыпи щебня с помощью данного ПО на одном из объектов строи-

тельства автомобильной дороги (рис. 7). Для получения фотографий насыпи щебня был применен гексакоптер DJI S800 и фотокамера Sony Alpha с разрешением 24 Мпикселя. Стоит отметить, что для построения единой цифровой модели насыпи опорные точки (показаны желтым цветом на рис. 7) были взяты не на самой насыпи, а на твердых контурах, расположенных на определенном расстоянии от границ щебня. Это позволит при последующей инвентаризации объемов щебня не определять координаты опорных точек тахеометром, а провести только фотосъемку и выполнить привязку новых фотографий к имеющимся опорным точкам.

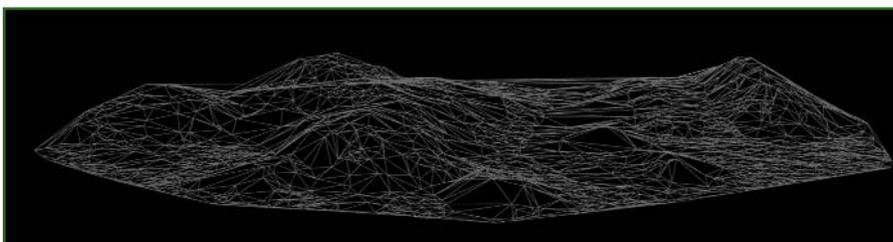
После ввода координат опорных точек и снимков в ПО DatuGram3D проводилась автоматическая привязка изображе-



**Рис. 7**  
Расположение насыпи щебня и опорных точек на строительной площадке



**Рис. 8**  
Область для подсчета объема щебня (показана желтым цветом)



**Рис. 9**  
Трехмерная модель насыпи щебня, построенная в ПО DatuGram3D

ний к единой системе координат опорных точек. Используя инструменты новой функции ПО DatuGram3D для подсчета объемов насыпей, необходимо просто указать интересующую область и она отобразится на экране компьютера (рис. 8).

После того как область выбрана, программа автоматически находит характерные точки изменения рельефа и строит трехмерную модель (рис. 9), по которой вычисляется объем щебня.

На создание детального чертежа насыпи классическим методом необходимо потратить 2 дня на полевые работы и 1,5 дня — на обработку результатов в офисе. Фактическое время пребывания в поле, при использовании предлагаемой методики съемки, составило 1 час. За это время были измерены координаты 16 опорных точек с одной станции тахеометра, сделаны 33 фотографии с помощью гексакоптера DJI S800 и установлен-

ной на нем камеры Sony Alpha с фиксированным фокусным расстоянием объектива 16 мм. Время обработки в офисе составило примерно 4 часа. Таким образом, общее время, затраченное на данный объект, составило 5 часов, что значительно отличается от времени, необходимого при использовании классического метода.

Приведенные примеры показывают, что программа DatuGram3D является удобным и эффективным средством для оптимизации геодезических измерений, помогает сэкономить время работ в полевых условиях и визуализировать обработку результатов измерений в офисе, при этом не требует выполнения сложного алгоритма действий. Применение данной программы позволяет предложить на рынке геодезических услуг конкурентоспособную технологию.

Приглашаем посетить стенд компании «Датумэйт» № В153 на выставке GeoForm, которая пройдет с 14 по 16 октября 2014 г. в Москве, на ВДНХ, в павильоне № 75.

#### RESUME

Capabilities together with the operation sequence are considered for the DatuGram3D program used for creating the following 3D models. It is noted that the program high performance compared with traditional methods as well as the ease of its mastering provide for competitive technology at the market of geodetic services.



000 «Датумэйт» — представитель компании Datumate Ltd. в РФ  
109382, Москва,  
ул. Люблинская, 141  
Тел: (495) 983-10-87,  
(916) 757-97-74  
E-mail: yagudin@datumate.com  
Интернет: www.datumate.com

# КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ТЕРРА»\*

Картографо-геодезический программный комплекс (КГПК) «ТЕРРА», созданный производственным кооперативом «ГЕО» (Калуга), позволяет выполнять всю технологическую цепочку — от импорта полевых геодезических измерений до создания топографического плана или иной картографической продукции. Первая публичная демонстрация программного комплекса была проведена 9 сентября 2014 г. для ведущих геодезических компаний г. Калуги.

## Особенности КГПК «ТЕРРА»

Это полностью отечественная разработка. Получаемая в результате обработки продукция соответствует требованиям российских нормативов. Программный комплекс позволяет выполнять всю технологическую цепочку — от полевых измерений до создания топографического плана без привлечения дополнительных (сторонних) программных средств. Производительность КГПК «ТЕРРА» превосходит отечественные и зарубежные аналоги.

## Назначение и возможности КГПК «ТЕРРА»

Модуль «Картография» предназначен для решения широкого спектра картографических задач, включающих работу с векторными пространственными данными и растровыми подложками (рис. 1).

Основные возможности:

— многопользовательская работа с данными позволяет

нескольким пользователям системы одновременно вносить изменения в одни и те же редактируемые слои карт;

— хранение всей истории изменения объектов с указанием даты изменения, идентификатора программы и имени

пользователя, внесшего изменения, а также имеется возможность вернуть объект в любое из предыдущих состояний;

— поддержка основного функционала базы данных, включая выборку и обновление

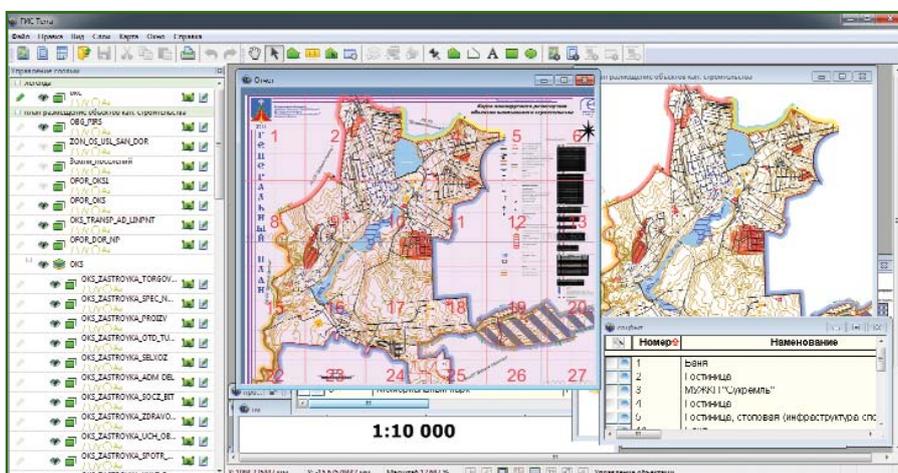


Рис. 1  
Разработка генерального плана

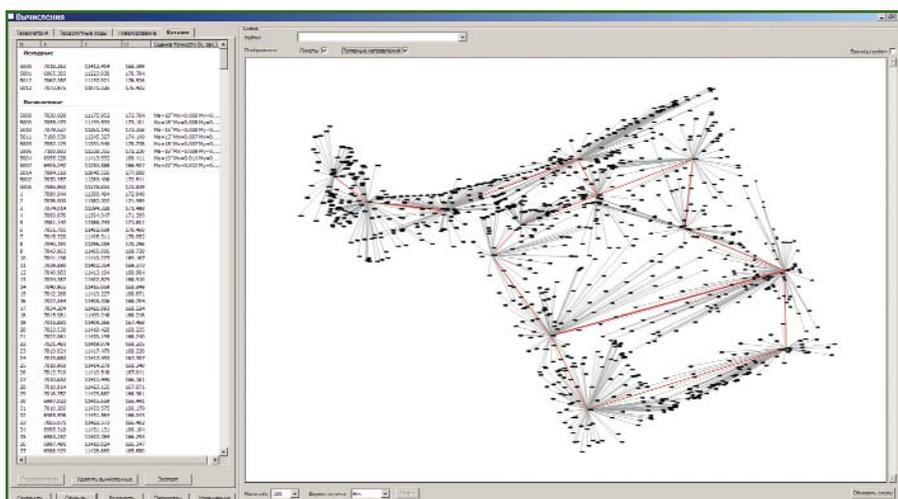
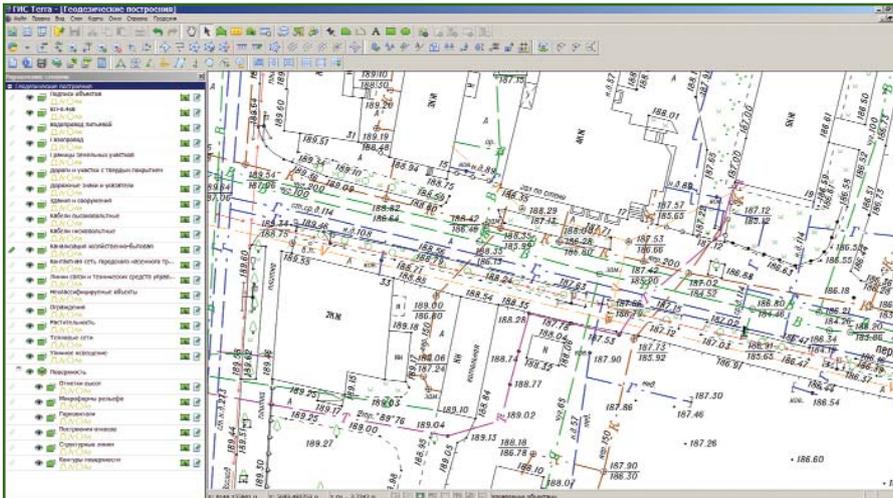
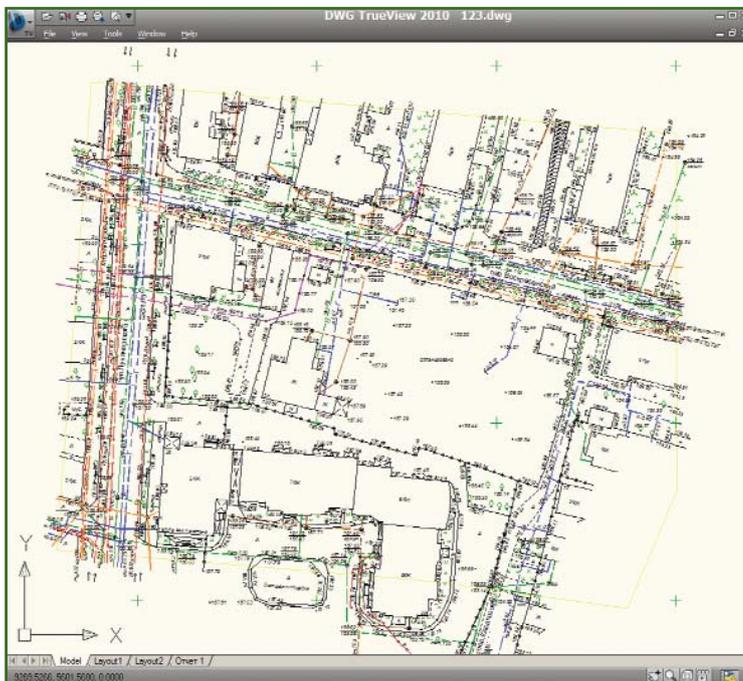


Рис. 2  
Вычисление координат

\* Статья подготовлена пресс-службой ПК «ГЕО».



**Рис. 3**  
Топографический план масштаба 1:500



**Рис. 4**  
Инженерно-топографический план, экспортированный в формат DWG

сведений посредством структурированного языка запросов (SQL);

- поддержка различных систем координат с преобразованием координат «на лету», незаметно для пользователя;

- неограниченный объем атрибутивной информации об объектах (строки переменной длины, двоичные данные произвольного объема).

**Модуль «Геодезия»** позволяет автоматизировать обработку геодезических измерений, включая импорт, уравнивание и формирование отчетных документов (рис. 2).

Основные возможности:

- импорт результатов измерений из внешних файлов;
- ручной ввод и редактирование данных тахеометрии, теодолитных и нивелирных ходов;

- строгое уравнивание плановых и высотных сетей классическим коррелятным способом по методу наименьших квадратов с оценкой точности;
- автоматическое формирование отчетных ведомостей;
- создание отчетной схемы обоснования и границ работ с возможностью печати.

**Модуль «Топография»** предназначен для создания цифровых топографических планов в крупных масштабах (рис. 3). Для этих целей разработчиками программы создана библиотека векторных условных знаков и шрифтов в строгом соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500».

Основные возможности:

- хранение топографических объектов в слоях, с каждым из которых связан список допустимых условных знаков;
- импорт точек из внешнего файла для построения модели рельефа, используя триангуляцию Делоне, и ситуации;
- реализованы различные методы определения планового положения точек (засечки, обмеры, построение перпендикуляров и др.);
- экспорт цифровой модели местности в формат DWG (рис. 4);
- подготовка к печати: разбивка на планшеты, зарамочное оформление, автоматическое построение схемы расположения планшетов.



**ПК «ГЕО»**  
248018, Калуга,  
ул. Константиновых, 7а  
Тел: (4842) 57-00-44, 53-61-01  
E-mail: support@gisterra.ru  
Интернет: www.gisterra.ru

# ДАННЫЕ

## ▼ Первые интерферограммы с радарного спутника Sentinel-1A

Радарный космический аппарат (КА) дистанционного зондирования Земли Sentinel-1A, запущенный 3 апреля 2014 г. с космодрома Куру ракетой-носителем «Союз», введен в эксплуатацию и уже демонстрирует свои возможности. Данные со спутника могут использоваться для создания трехмерных моделей земной поверхности, мониторинга смещений земной поверхности и контроля ледовой обстановки. Ширина полосы съемки в 250 км гарантирует высокую производительность.

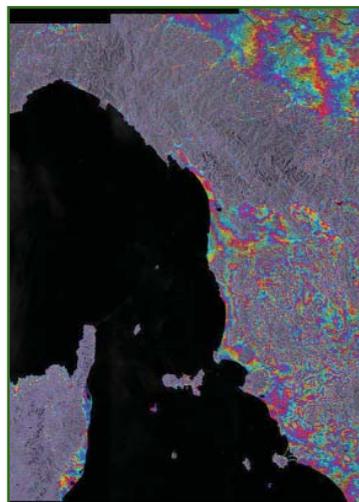
КА Sentinel-1A — это первый спутник группировки европейской системы наблюдения Земли Copernicus. Он ведет повторную съемку одних и тех же районов каждые 12 дней. Однако, как только в 2016 г. будет запущен его спутник-близнец Sentinel-1B, срок повторной съемки сократится до 6 дней, что позволит отслеживать изменения еще более оперативно.

Среди многочисленных задач КА — регулярный мониторинг

судоходных районов, обеспечение данными при картографировании морских льдов, предоставление информации о ветрах и волнах для морского транспорта, оперативная съемка для быстрого реагирования на стихийные бедствия (например, наводнения), контроль подъема и оседания земной поверхности.

Первые снимки с КА Sentinel-1A демонстрируют отличную фазовую стабильность радара и корректную орбиту спутника, что говорит о готовности данных для практических и научных приложений, в первую очередь для радарной интерферометрии.

Данные со спутников Sentinel будут бесплатными для всех пользователей, что принципиально расширит круг потенциальных потребителей радарных данных. Однако, чтобы выполнять их профессиональную глубокую интерферометрическую обработку, с получением на выходе цифровых моделей местности и рельефа, а также карт смещений земной поверхности, необходимо специализированное программное обеспечение. Программный комплекс



ENVI/SARscape, начиная с готовящейся к выходу версии 5.1, позволит выполнять полный цикл обработки данных с КА Sentinel, причем как в пошаговом режиме, так и в новом режиме готовых технологических цепочек получения стандартной продукции интерферометрической обработки.

Эксклюзивным дистрибьютором программного комплекса ENVI/SARscape в России и странах СНГ является компания «Совзонд» ([www.sovzond.ru](http://www.sovzond.ru)).

**По информации компании «Совзонд»**

# ОБОРУДОВАНИЕ

## ▼ Новый радиомодем XDL Rover2 с поддержкой Bluetooth компании Pacific Crest

XDL Rover 2 — это легкий, прочный УКВ-приемник, созданный для организации цифровой радиосвязи на частотах от 403 до 473 МГц в любой полосе канала 12,5 или 25 кГц. Он выполнен на базе современной технологии XDL от Pacific Crest, оставаясь при этом совместимым с уже существующими устройствами Pacific Crest.

Наличие функции передачи данных по Bluetooth позволяет пользователям передавать RTK-поправки на приемники ГНСС независимо от наличия сотовой сети. Это дает больше свободы и вариантов для превращения приемника ГНСС в подвижный, работающий в режиме RTK.

Для простой настройки XDL Rover 2 при измерениях вдали от офиса достаточно установить Android-приложение на телефон, который поддерживает Bluetooth.

XDL Rover 2 имеет компактный размер, легко помещается в кармане, работает без проводов и оснащен внутренним перезаря-



# СКОРОСТЬ. СИЛА. УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ. ВСЕ ПРЕИМУЩЕСТВА В СТАНДАРТНОЙ КОМПЛЕКТАЦИИ.



Pacific Crest предлагает самые современные модемы и модули, обеспечивающие радиосвязи в любом месте. Вы получаете мгновенный доступ к данным для контроля, отображения, наблюдения, мониторинга.

Серия ADL обеспечивает необходимые вам высокую скорость передачи данных, мощность и гибкость приложений. Все радиомодемы и OEM-модули серии ADL полностью совместимы с другими продуктами Pacific Crest.

Подробнее на <http://www.euromobile.ru/proizvoditeli/pacificcrest/>



ООО «ЕвроМобайл» - официальный дистрибьютор Pacific Crest в России и странах СНГ.

**ЕвроМобайл Украина**  
тел./факс: +380 (61) 213-41-77  
<http://euromobile.com.ua>  
[info@euroml.com.ua](mailto:info@euroml.com.ua)

**ЕвроМобайл Россия**  
тел./факс +7 (812) 331-75-76  
8 800 555 75-76 (звонок бесплатный)  
<http://euromobile.ru>  
[info@euroml.ru](mailto:info@euroml.ru)

**ЕвроМобайл Беларусь**  
<http://euromobile.by>  
[info@euroml.by](mailto:info@euroml.by)

жаемым аккумулятором, продолжительность работы которого составляет до 14 часов. Он полностью совместим с существующими модемами производства Pacific Crest и другими RTK-па-

диодемами, работающими на полосах частот от 403 до 473 МГц. ООО «ЕвроМобайл» (Санкт-Петербург) — официальный дистрибьютор компании Pacific Crest — крупнейшего разработ-

чика и производителя высокоточного оборудования для мониторинга и позиционирования ([www.euromobile.ru](http://www.euromobile.ru)).

**По информации компании «ЕвроМобайл»**

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### ▼ Программные решения на платформе CREDO III

В сентябре 2014 г. компания «Кредо-Диалог» выпустит новые версии 1.3 программных решений на платформе CREDO III. Для пользователей систем версии 1.2 обновление до новой версии 1.3 будет доступно без дополнительной оплаты.

Среди преимуществ перехода на актуальные версии на платформе CREDO III следует отметить следующие.

1. Повышается надежность работы с данными проектов. В случае аварийных ситуаций возможно восстановление данных в создаваемых проектах. Появляется возможность работы на операционных системах Windows 7, 8, 8.1 (x32, x64).

2. Отсутствуют ограничения на объем данных. Можно хранить проекты в виде файлов на диске. Такой подход не требует создания баз данных, закрытия приложений для переключения между базами.

3. Экспорт данных происходит напрямую из любого приложения CREDO III, а значит, имеется свобода выбора в использовании программного обеспечения. В этом случае возможна полноценная передача информации в форматы систем AutoCAD, MapInfo, «Карта», «Трубопровод 2012», а также в формат LandXML и растровые форматы, в том числе PDF (при наличии лицензии CREDO КОНВЕРТЕР).

4. При импорте данных возможна полноценная передача информации из файлов форма-

тов систем MapInfo, «Карта», из форматов XML с кадастровыми данными, из файлов формата LAS (точки лазерных отражений). Также можно использовать космические снимки сервисов Google Earth и ИТЦ «СКАНЭКС».

5. Происходит автоматическое выполнение ряда функций: разнесение объектов классификатора по слоям, поворот условных обозначений линейных объектов, формирование новой поверхности при создании и редактировании структурных линий, ординат, отметок и редактировании профилей.

6. Появляются новые возможности в системе CREDO ДОРОГИ:

— использование шаблонов конструкций для быстрого назначения параметров трассы, создания различных элементов, оформления чертежей;

— отображение участков различных видов ремонта проезжей части, вариантов создания откосов;

— создание профилей в таблице, в том числе импортом из текстовых файлов.

### По информации компании «Кредо-Диалог»

### ▼ Программа «Комплекс подготовки документов аэронавигационной информации» версии 6.0 КБ «Панорама»

Программа предназначена для создания и ведения базы данных аэронавигационной информации, формирования аэронавигационных карт, проектирования маршрутов полетов воздушных судов и обмена данными с другими информационными системами. Источником аэрона-

вигационной информации является реляционная база аэронавигационных данных, построенная по модели AICM (Aeronautical Information Conceptual Model), рекомендованной международной организацией планирования и координации воздушного движения «Евроконтроль».

Новая версия программы позволяет выполнять анализ безопасности полетов по планируемому и проектируемому маршрутам, проводить оценку влияния высоких объектов инфраструктуры на полеты воздушных судов на протяжении всего маршрута.

Появились новые возможности:

— обработка и нанесение на карту объектов аэронавигации со статусом «планируемые»;

— поиск, обработка и сохранение результатов проектирования в базу данных с дальнейшей возможностью использования информации для выполнения анализа.

Интерфейс создания шаблонов вылета дополнен шаблонами вылета по прямой со смещенной и параллельной линиями пути, а интерфейс создания шаблонов маршрутов посадки дополнен схемами посадки «U» и «S».

Документация проектировщика маршрутов полетов дополнена разделом «Проверка задачи», который описывает порядок проектирования, хранения и анализа создаваемых маршрутов на предмет безопасности полетов.

Обновлены учебно-презентационные материалы по работе с программой.

Новая версия программы, примеры документов аэронавигационной информации и документация доступны для скачивания на сайте КБ «Панорама» ([www.gisinfo.ru](http://www.gisinfo.ru)).

#### По информации КБ «Панорама»

#### ▼ Комплекс аграрных геоинформационных систем КБ «Панорама» для мониторинга сельскохозяйственной техники

В КБ «Панорама» разработан комплекс аграрных геоинформационных систем: ГИС «Панорама АГРО» 2, ГИС «Панорама АВТО» и ГИС «Панорама ЗЕМЛЕДЕЛИЕ» версии 4.

В новой версии отчет «Потребность в технике по технологическим картам полей» расширен информацией об обработанной площади полей, операциях и количестве рабочих часов за заданный промежуток времени. Добавлены подробные данные об обработанных участках: зап-

ланированные операции, сроки проведения, количество рабочих часов и используемая техника. Усовершенствованы алгоритмы мониторинга техники в режимах истории и реального времени. Эти изменения позволяют получить более полную информацию для планирования использования сельскохозяйственной техники.

В совокупности с техническими средствами мониторинга автотранспорта и сельскохозяйственных машин аграрные геоинформационные системы позволяют создать на предприятии автоматизированную систему управления земледелием. Отдельным стимулом к переходу на систему автоматизации служит значительная экономия горючесмазочных материалов. Обработка показаний топливных датчиков совместно с навигационной информацией помогает выявлять несанкционированное использование техники и хищение топлива.

Внедрение геоинформационных технологий позволяет не только значительно упростить ведение информационных баз и снизить вероятность возникновения ошибок, но и освоить новые методы поддержки принятия управленческих решений на основе анализа полученных данных.

#### По информации КБ «Панорама»

#### ▼ Новая версия системы LightSpeed Version 3.7 компании VisionMap

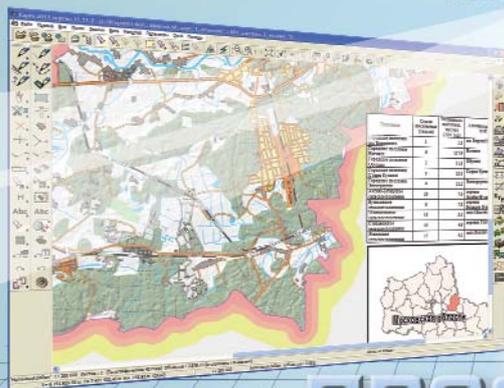
В новой версии системы за счет использования алгоритма удаления дымки существенно улучшена радиометрия снимков и ортофото. Пользовательский интерфейс программы DataViewer лучше приспособлен для работы с большими проектами. Реализована функция, позволяющая легко объединять несколько сессий полетов в одну виртуальную сессию в рамках одного проекта. Данная функ-

## Профессиональная ГИС Карта 2011

КБ Панорама  
Геоинформационные технологии



Мощный инструмент по работе с картами,  
снимками, 3D моделям и базами данных



# УПРАВЛЯЙ ПРОСТРАНСТВОМ

тел.: (495) 739-0245

факс: (495) 739-0244

e-mail: [panorama@gisinfo.ru](mailto:panorama@gisinfo.ru)

[www.gisinfo.ru](http://www.gisinfo.ru)



ЗАО КБ «Панорама» Россия, 119017, г. Москва,  
Б.Толмачевский пер., дом 5, офис 1004

ция сокращает время подготовки проекта и экономит дисковое пространство для хранения данных разных полетов.

Дополнительные усовершенствования включают в себя раз-

ные опции экспорта данных и мгновенную загрузку снимков при их открытии. И наконец, теперь можно экспортировать снимки для стереомоделей в четырехполосном диапазоне (RGB

+ NIR) или цветном ИК-диапазоне (CIR), в дополнение к уже существующим режимам RGB и NIR.

**По информации  
компании VisionMap**

## СОБЫТИЯ

### Производственная летно-съемочная практика студентов МИИГАиК («Заокский геополигон» МИИГАиК, 30 июня — 8 августа 2014 г.)

Особенностью практики студентов старших курсов факультета прикладной космонавтики и фотограмметрии стало участие в проведении теоретических и практических занятий, кроме преподавателей МИИГАиК, специалистов компаний-разработчиков беспилотных летательных аппаратов (БЛА), а также компаний, выполняющих аэросъемку с применением дельтаплана и пилотируемых летательных аппаратов. Руководил практикой и осуществлял организационное и научно-техническое взаимодействие со сторонними организациями доцент кафедры фотограмметрии МИИГАиК В.М. Курков.

Еще до официального начала практики, 23–24 апреля, на полигоне, специалисты компании «Газпром космические системы» выполнили контрольно-испытательные полеты с помощью двух БЛА «Суперкам 250» и «Суперкам 350» (разработчик — «ФИНКО», Ижевск). Студенты, которым предстояло проходить производственную практику, подготовили геодезическое обоснование для полетов. С возможностями и особенностями этих БЛА студентов познакомил руководитель полетов В.А. Кузнецов. Результаты материалов аэрофотосъемки, в обработке которых участвовали студенты, позволили сделать вывод, что за один полет БЛА можно подгото-

вить ортофотоплан на территорию, площадью до 12–15 км<sup>2</sup> в масштабе 1:500 и до 100–120 км<sup>2</sup> — в масштабе 1:2000.

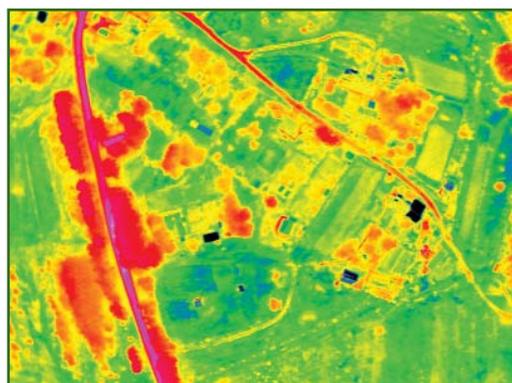
В период с 30 июня по 2 июля была выполнена аэросъемка с помощью БЛА «Орлан-10» (разработчик — СТЦ, Санкт-Петербург), оснащенного новой цифровой камерой Phase One iXU, и проведена фотограмметрическая обработка полученных данных.

С 7 по 9 июля прошло обучение студентов работе с беспилотными летательными аппаратами, разработанными компанией «Геоскан» (Санкт-Петербург), и выполнена аэросъемка с помощью двух БЛА «Геоскан 101», один из которых был оснащен геодезическим приемником ГНСС, а другой — навигационным. Кроме специалистов компании «Геоскан» в обучении и практических работах участвовали В.М. Курков и А.В. Смирнов, менеджер компании «Ракурс».

9–10 июля сотрудники компании «ГННС плюс» (А.Ю. Янкуш, технический директор и Д.В. Шелаев, ведущий специалист) провели мастер-класс по обработке кинематических спутниковых наблюдений для получения высокоточных центров проекции снимков в полете. С помощью ПО GrafNav (NovAtel) студенты обрабатывали траектории движения беспилотных летательных аппаратов во время аэросъемки, выполненной с 30 июня по 2 июля БЛА «Орлан-10» и с 7 по 9 июля БЛА «Геоскан 101».

С 13 по 15 июля представители компании «АФМ-Сервис»

(А.В. Валиев, директор компании и Д.А. Грядунов, ведущий специалист) познакомили студентов с работой аэрофотосъемочного комплекса «Птеро-СМ» и выполнили аэросъемку площадных и линейных объектов при непосредственном участии студентов. Впервые была проведена тепловизионная съемка полигона в ночное и утреннее вре-





мя. Кроме того, выполнена аэросъемка территории, площадью более 200 км<sup>2</sup>, с пространственным разрешением на местности 10 см за один полет.

Материалы аэросъемок с применением БЛА в дальнейшем будут использоваться при научных исследованиях и подготовке дипломных работ студентов на кафедре фотограмметрии МИИГАиК.

Во время обучения и аэросъемки с возможностями БЛА «Геоскан 101» познакомились приглашенные кафедрой фотограмметрии МИИГАиК представи-

тели производственных компаний и научно-исследовательских организаций из Москвы и Калуги, сотрудники ряда кафедр и НИС МИИГАиК, а также редакции журнала «Геопрофи».

26 июля студенты участвовали в планировании и выполнении полетного задания при аэросъемке с мотодельтаплана. Работы выполняли сотрудники кафедры «Геодезия, геоинформатика и навигация» МИИТ, используя аэрофотосъемочный комплекс на базе мотодельтаплана «Азимут-2М».

Студенты обработали результаты аэрофотосъемки в различных ЦФС с использованием высокоточных центров фотографирования, полученных в полете.

С 29 июля по 8 августа компания «Сигма Метрикс» провела тестирование и калибровку нового аэросъемочного оборудования. Предстояло выполнить тестовые полеты с аэрофотокамерой DMC IIe 250, пятикамер-

ной аэрофотосъемочной системой Leica RCD30 Oblique Penta и воздушным топографическим сканером ANAV DragonEye DH. Геодезическое обеспечение полетов, включая полевые геодезические работы, осуществляли преподаватели МИИГАиК и студенты, проходящие производственную практику.

Студенты получили возможность посетить аэродром «Большое Грызлово», где базируется самолет TECNAM P2006T MMA, сертифицированный для выполнения аэрофотосъемки. Ведущие специалисты компании «Сигма Метрикс» и представители компании Hexagon познакомили студентов с комплектом оборудования, рассказали назначение и принципы его работы, а также продемонстрировали как происходит предполетная подготовка борта.

Первые результаты летно-съёмочной практики были представлены в конференц-зале

# PHOTOMOD

Фототриангуляция

Цифровые модели рельефа

2D и 3D векторизация, картографирование

3D-моделирование

Фототрансформирование и создание мозаик

**РАКУРС**  
Тел.: (495) 720-51-27, info@racurs.ru, www.racurs.ru

МИИГАиК 20 сентября 2014 г. в рамках проекта Департамента образования г. Москвы «Университетские субботы». С лекцией об использовании беспилотных летательных аппаратов для измерения Земли и мониторинга территорий выступил В.М. Курков, а студентка К. Короткова сделала доклад о практике на «Заокском геополигоне» в 2014 г., который сопровождался демонстрацией фильма. В завершении выступили выпускники МИИГАиК. С. Барбасов рассказал об использовании коптеров собственной конструкции для трехмерного моделирования. А С. Руднев познакомил слушателей с собственной разработкой БЛА самолетного типа и показал мастерство в его пилотировании для воздушного боя.

**В.В. Грошев** (Редакция журнала «Геопрофи»)

▼ **Международная конференция «Инновации и ГИС-технологии для развития территорий» (Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск, 10–11 августа 2014 г.)**

Конференция прошла на берегу Бухтарминского водохранилища в СОЛ «Простор» Восточно-Казахстанского государственного технического университета (ВКГТУ) им. Д. Серикбаева. Организаторами конференции являлись ВКГТУ им. Д. Серикбаева и Сибирская государ-

ственная геодезическая академия (СГГА).

Основные научные направления конференции освещали следующие вопросы:

— наземные системы лазерного сканирования, их использование в архитектуре, гражданском строительстве и промышленности;

— ГИС-технологии для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных объектов, геоинформационное обеспечение решения экологических проблем.

Спонсорами конференции выступили: ВКГТУ им. Д. Серикбаева, ТОО «Геокурс-Восток» (Республика Казахстан), ТОО «Казахстанская землеустроительная компания» (Республика Казахстан), ООО «МОРИОН» (Санкт-Петербург).

Открытие конференции ознаменовалось вручением диплома почетного профессора ВКГТУ им. Д. Серикбаева профессору СГГА В.А. Середовичу за плодотворную и неоценимую поддержку в развитии международного сотрудничества между ВКГТУ им. Д. Серикбаева и СГГА, подготовке кадров высшей квалификации.

На конференции с докладами выступили ученые из Казахстана и зарубежных стран, среди которых А. Пелед, президент израильского общества картографии и ГИС, И. Милев, председатель Комиссии б «Инженерная геодезия» FIG (Германия), В.А. Сер-

едович и др., а также аспиранты из Германии и США.

Во второй день конференции прошли мастер-класс «Мобильное лазерное сканирование» и заседание «круглого стола», на котором были подведены итоги, обсуждены проблемы и перспективы развития дистанционного зондирования Земли в Республике Казахстан.

**М.М. Тогузова, К.Б. Хасенов** (ВКГТУ им. Д. Серикбаева)

▼ **Всероссийская научно-практическая конференция «Передовые ГИС-технологии MapInfo 2014» (Москва-Углич-Москва, 8–10 сентября 2014 г.)**

Конференция, организованная компанией «ЭСТИ МАП», проходила на комфортабельном теплоходе «Михаил Булгаков». Программа конференции включала три блока: современное состояние и перспективы развития геоинформационных технологий в России и за рубежом, опыт применения ГИС MapInfo в России, инновационные направления в области дистанционного зондирования Земли и глобальных навигационных спутниковых систем.

Сотрудники компаний «ЭСТИ МАП» и PB Software выступили с рядом докладов. Дж. Джонс и А. Мориц (PB Software) познакомил участников конференции со стратегией развития компании в мире и в России, В.И. Журавлев («ЭСТИ МАП») и Э. Миллард (PB Software) сосредоточили внимание на новых функциональных возможностях MapInfo Professional 12.5, Э. Миллард и А.А. Чибуничев («ЭСТИ МАП») рассказали о будущем web-картографии на платформе PB Spectrum, а К. Дженкинс (PB Software) представил перспективы работы с трехмерными геопространственными данными в ГИС MapInfo с использованием ПО Engage3D Pro и программное обеспечение MapInfo Discover 3D для решения задач геологии и маркшейдерии.



Выступления сотрудников компании «ЭСТИ МАП» Б.Г. Рубцова, Р.Г. Кульчинского, С.Б. Макарова и А.М. Кулькова охватывали вопросы, связанные с особенностями технологии разработки геопорталов с помощью PB Spectrum Spatial и MapInfo MapXtreme, использованием пространственных данных в формате ГИС MapInfo на платформе Android, возможностями работы в ГИС MapInfo с данными ГИС «Карта», Autodesk и MicroStation без конвертирования, а также современные средства для расширения функциональных возможностей MapInfo Professional.

В докладах пользователей был представлен опыт применения ГИС MapInfo Professional при реализации Концепции пространственного развития субъекта Российской Федерации (А.Н. Береговских, ИТП «ГРАД», Омск), автоматизации градостроительного проектирования (А.А. Зенков, ИТП «ГРАД»), создании ГИС Московской области (К.А. Чемагин, «НКС ГеоМаг» и С.А. Кириллов, «НКС Вектор», Ногинск), а также опыт эксплуатации MapExtreme.NET в региональной геоинформационной системе Санкт-Петербурга (А.В. Сатуло, НПО «Балтрос»).

О перспективах применения космических технологий рассказали Е.Н. Горбачева («Совзонд»), О.Н. Гершензон (ИТЦ «СКАНЭКС») и А.Н. Шихолин (НАВГЕОКОМ). Перспективам развития современных геодезических технологий Trimble было посвящено выступление М.Ю. Караванова (Московское представительство Trimble Export Ltd.), а новому ГНСС-оборудованию компании JAVAD GNSS — сотрудника компании JAVAD GNSS Ф. Бахарева.

В обсуждении докладов, прозвучавших на конференции, активное участие принимали ведущие специалисты Тюменского регионального геодезического центра, УП «Геоинформационные системы», ОАО «Газпром»,

ОАО «Уралкалий», НК «Роснефть», ФГУП «Рослесинфорг», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «РЖД», Администрации г. Сургута и многие другие. В работе конференции также приняли участие представители Союза маркшейдеров России, ГИС-Ассоциации, МГУ им. М.В. Ломоносова, МИИГАиК и редакции журнала «Геопрофи».

**В.В. Грошев** (Редакция журнала «Геопрофи»)

#### ▼ **ГИС «Карта 2011» для прогнозирования последствий катастрофического подъема уровня воды в реках**

Специалисты КБ «Панорама» по заказу ООО «ВЕД» создали комплект тематических карт зон затопления и размыва берегов участка реки Колымы в пределах расположенных на ней населенных пунктов. Карты подготовлены с использованием стандартных инструментальных средств, входящих в состав ГИС «Карта 2011». В процессе выполнения работ сформированы прогнозируемые зоны затопления с заданными заказчиком градиентами по глубине. Это обеспечивает анализ динамики расширения затопляемых площадей при постепенном повышении уровня воды. Были смоделированы летние меженные уровни и зоны размыва берегов. Проведены консультационные занятия со специалистами компании «ВЕД», что позволит им в дальнейшем решать аналогичные задачи своими силами.

Возможности ГИС «Карта 2011» по анализу рельефа местности могут быть расширены за счет Комплекса 3D анализа. Он позволяет строить модели поверхностей и решать задачи пространственного анализа с использованием построенных моделей. Комплекс 3D анализа также включает в себя задачи прогнозирования зоны аварийного разлива нефтепродуктов и расчета объемов земляных работ.

**По информации  
КБ «Панорама»**

#### ▼ **Решения для 3D моделирования компаний VisionMap и Acute3D**

Компании VisionMap (Израиль) и Acute3D (Франция) объявили о продаже их совместного решения для 3D моделирования Тяньцзиньскому институту геодезии и картографии (Китай, www.tjch.com.cn).

Данное технологическое решение включает аэрокамеру A3 EDGE совместно с системой наземной обработки LightSpeed и программное обеспечение Smart3DCapture компании Acute3D. В настоящее время это первое и единственное решение, обеспечивающее построение 3D моделей высокого разрешения на обширные территории одной интегрированной системой аэросъемки и картографирования. Благодаря запатентованной технологии получения изображения VisionMap, аэрокамера типа A3 способна быстро выполнить съемку огромных территорий с высоким разрешением. Камера A3 позволяет одновременно проводить плановую и перспективную съемку с большой высоты, что делает ее идеальным средством при картографировании и создании трехмерных моделей городов. Все снимки, плановые и наклонные, одновременно участвуют в совместном уравнивании аэротриангуляции, обеспечивая высокую и однородную точность их пространственного положения, что является существенным фактором для получения качественной 3D модели города. Использование снимков, полученных камерой A3 EDGE, и программного обеспечения Acute3D обеспечивает высокое качество 3D модели при полностью автоматическом режиме обработки.

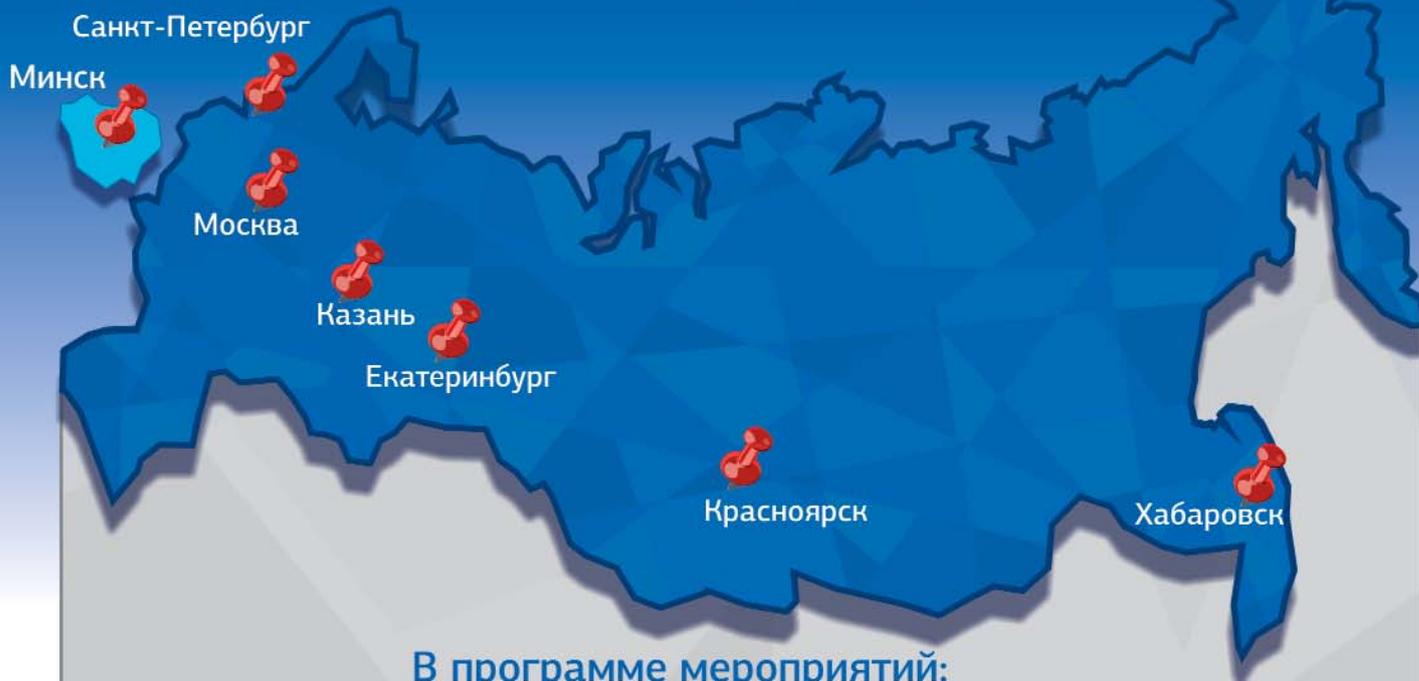
Институт намерен провести картографирование и трехмерное моделирование территории, площадью 14 000 км<sup>2</sup>, в Тяньцзиньском районе Китая.

**По информации  
компании VisionMap**

# ТЕХНОЛОГИИ CREDO

Нам **25** лет!

## Юбилейные конференции CREDO



### В программе мероприятий:

**18 ноября - День геодезиста.**

Новая система - CREDO ТРУБОПРОВОД.ИЗЫСКАНИЯ.  
Новые версии систем НИВЕЛИР 2.11 и ТРАНСФОРМ 4.0.  
Перспективы развития геодезической линейки CREDO - CREDO\_DAT 4.11 и CREDO ГНСС.

**19 ноября - День геолога.**

Новая система - CREDO ГЕОКАРТЫ.  
Новые возможности систем CREDO ГЕОЛОГИЯ и CREDO ГЕОКОЛОНКА.  
Перспективы развития геологической линейки CREDO – CREDO ГЕОСТАТИСТИКА.

**20 ноября - День проектировщика.**

Новая система - CREDO СЪЕЗДЫ.  
Новые возможности системы CREDO ДОРОГИ 1.3.  
Новые версии программ - CREDO ДИСЛОКАЦИЯ 1.1 и CREDO ZNAK 5.2.  
Перспективы развития проектного направления комплекса CREDO.

**25-26 ноября - Минск - Финал конференций CREDO.**

Представление выпуска 2014.  
Перспективы развития комплекса CREDO.  
Подведение итогов IX Конкурса производственных проектов в CREDO.



Подробности на медиапортале  
TERRA CREDO -  
[www.terra-credo.ru](http://www.terra-credo.ru)



# НОВЫЙ ГИБРИДНЫЙ «ЗВЕРЬ» RIEGL VMZ\*

## ▼ Внешний вид

В 2014 г. на рынке оборудования для наземных работ по лазерному сканированию появилась новая сканирующая система RIEGL VMZ (рис. 1). Она относится к новому классу комплексов лазерного сканирования — гибридным системам, сочетающим возможность работы как в мобильном, так и статическом режиме. Вследствие того, что данный тип оборудования является принципиально новым и обладает расширенными функциональными возможностями, его можно отнести к следующему, третьему поколению лазерных сканирующих систем.

В отличие от уже хорошо известных комплексов, использующих два сканера с полем зрения 360°, данная система построена на базе одного сканера, являющегося полнофункциональным наземным 3D сканером. Система RIEGL VMZ предлагается в нескольких вариантах комплектации — на базе наземных сканеров RIEGL серии VZ.

Система включает в себя: устройство IMU/GNSS, легкосъем-

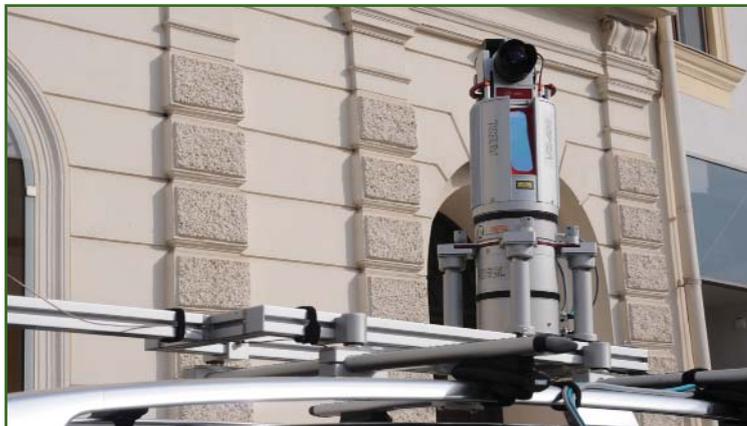


Рис. 1  
Общий вид системы RIEGL VMZ, установленной на автомобиле

ную платформу для крепления сканеров RIEGL серии VZ, платформы для быстрого и стабильного монтажа сканера в горизонтальной или вертикальной плоскостях, установочную раму для крепления на крыше автомобиля, единый разъем питания от автомобильного аккумулятора для всех компонентов системы. В базовой конфигурации RIEGL VMZ комплектуется полноформатной цифровой фотокамерой профессионального класса Nikon D800 с размером мат-

рицы 35 мм. По желанию заказчика она может быть оснащена дополнительным оборудованием, например, защищенной камерой Ladybug Point Grey или георадаром.

## ▼ Образ жизни и повадки

Управление системой осуществляется через традиционный для аппаратных решений RIEGL программный модуль RiACQUIRE. Набор программного обеспечения для дальнейшей обработки также традиционен: RiPROCESS — для мобильного сканирования и RiSCAN PRO — для статического. Все вышеперечисленные особенности позволяют реализовать 4 режима работы данного оборудования (рис. 2):

— мобильное сканирование с высокой плотностью точек лазерных отражений с установкой сканера в вертикальном или горизонтальном положении (особенно актуально при съемке объектов инфраструктуры — автомобильные дороги и железнодорожные пути, линии электропередачи, трубопроводы и т. п.);



Рис. 2  
Режимы работы гибридной системы RIEGL VMZ

\* Статья подготовлена пресс-службой компании «АртГео».

— мобильное сканирование в режиме непрерывного вращения сканера (режим Radar);

— сканирование в статическом режиме без снятия сканера с автомобиля — режим Stop and Go (позволяет кардинально увеличить дальность сканирования и плотность точек лазерных отражений, а также добиться их однородности в большом диапазоне дистанций с обеспечением высокой точности позиционирования);

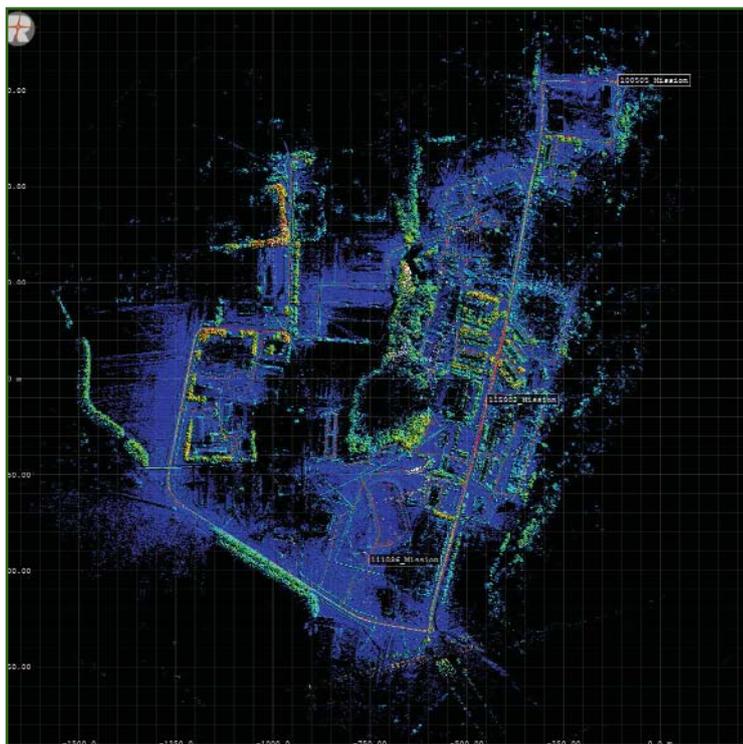
— классический режим 3D съемки со штатива с использованием опорных точек (позволяет достичь высокой точности (несколько мм) и детальности измерений).

#### ▼ Особенности характера

По настоящему интересные возможности новой системы открываются не при анализе тактико-технических характеристик, оторванном от реальности, а при съемке территорий городов или промышленных объектов.

Появление гибридных систем было продиктовано, в первую очередь, пользователями, которые начали широко применять лазерные сканирующие системы разного класса для получения более полной и детальной информации об объектах съемки в условиях реальных проектов. При выполнении съемки одним классом оборудования они сталкивались с наличием ограничений: естественных (сложная конфигурация объекта, особенности рельефа и т. п.) и искусственных (получение разрешений, запрет на полеты и т. п.). Благодаря возросшему функционалу программного обеспечения при обработке данных лазерного сканирования появилась возможность комбинирования или объединения данных мобильных и воздушных систем или мобильных и наземных систем.

На рис. 3 показан результат сканирования местности (сельский населенный пункт) с использованием системы RIEGL



**Рис. 3**

*Результаты сканирования сельского населенного пункта с помощью системы RIEGL VMX-250*

VMX-250. Работы проводились для создания топографического плана масштаба 1:500.

В результате нескольких проездов мобильной сканирующей системы по всем возможным направлениям движения часть территории и некоторые важные объекты оказались не в зоне досягаемости или попали в «мертвые» зоны, некоторые участки имеют низкую плотность лазерных отражений из-за естественных особенностей расположения объектов относительно основной оси движения мобильной лазерной сканирующей системы. Для получения детальной трехмерной информации для проблемных участков и объектов были выполнены следующие дополнительные работы с применением наземного лазерного сканера RIEGL VZ-400. Перед выездом бригады был сформирован план мест установки сканера для измерений. На объекте были созданы сети планово-высотного обоснования для взаимного уравнивания

облаков лазерных отражений по данным контрольных точек и взаимного уравнивания облаков точек, полученных различными лазерными системами.

Общие затраты времени на весь проект составили 6 дней: 2 дня ушло на полевые работы и 4 — на обработку с получением облака лазерных отражений в единой системе координат. Количество персонала, задействованного в проекте, составило 6 человек (2 — бригада мобильного лазерного сканирования, 3 — бригада наземного лазерного сканирования, 1 — обработка данных).

Съемка с использованием гибридной системы мобильного сканирования RIEGL VMZ может происходить совершенно иначе.

1. Прибыв на объект, бригада из 2 человек расставляет по периметру 4–6 точек-маркеров и 1–2 базовые станции, работающие в режиме «статика», и выполняет определение пространственных координат маркеров спутниковым методом позицио-

нирования в режиме «быстрая статика» от базовых станций.

2. Установив лазерный сканер серии VZ в режим Radar, выполняется сканирование с плотностью и скоростью, близкой к сканированию системой RIEGL VMX-250.

3. На экране RiACQUIRE отмечаются «мертвые» зоны и участки с недостаточной плотностью сканирования. На этих участках, а также в районе особо важных объектов и по периметру «мертвых» зон, оператор, не покидая машины, проводит сканирование с высокой плотностью со статических позиций. Точки сканирования с высокой плотностью по периметру «мертвых» зон будут основой для последующей привязки к ним данных наземных съемок внутри «мертвых» зон.

Пространственная привязка полученных в результате сканирования облаков точек может быть выполнена не только по опорным точкам, но и непосредственно по данным лазерного сканирования, отснятым ранее в зоне работ. Такая возможность объединения данных (по взаимным перекрытиям) стандартно реализована в программах по объединению и уравниванию данных компании RIEGL.

4. В случае, если какие-то участки остались в зоне тени и данные на них отсутствуют, но необходимость в их получении имеется, специалисты бригады лазерного сканирования выполнят дополнительную съемку.

5. Обработка материалов в офисе может быть выполнена в течение 2 суток одним специалистом. В ходе обработки проводится уравнивание траектории, вывод точек лазерных отражений и привязка к ним облаков точек, полученных на статических позициях.

В итоге проект может быть выполнен в течение 3 дней силами трех исполнителей.

#### ▼ Места охоты

Принципиально важным моментом при эксплуатации RIEGL

VMZ является то, что один комплект оборудования можно использовать как мобильный сканер на крупных открытых объектах с различными режимами съемки, так и как наземный сканер — в закрытых пространствах (даже при полном отсутствии приема сигналов ГНСС). До настоящего времени такой уникальной особенностью лазерные сканирующие системы не обладали.

Небольшой вес оборудования, высокая скорость его монтажа, простота освоения — это также особенности RIEGL VMZ, которые выгодно отличают данную систему от ее потенциальных аналогов.

Удобство и гибкость использования RIEGL VMZ открывает огромные возможности не только по оптимизации процесса сканирования, но и для полного изменения технологии работ.

Наиболее ярко эти особенности проявляются при съемке следующих объектов:

- городские территории и сельские населенные пункты;
- автодороги всех типов за исключением автострад (их тоже можно снимать, но более производительные системы делают это эффективнее);
- промышленные площадки и заводские территории, включая внутренние помещения;
- железные и автомобильные дороги с тоннелями в горной местности;
- плотины и нижний бьеф водохранилищ;
- подстанции и электростанции;
- карьеры и открытые горные разработки, в том числе с элементами подземных горных выработок;
- труднодоступные территории, где критичным являются габариты и вес оборудования.

И, конечно, не самый последний фактор — это стоимость вложений в оборудование. Гибридная мобильная лазерная сканирующая система RIEGL

VMZ доступна для заказа как полностью готовое решение или пользователи наземных лазерных сканирующих систем RIEGL серии VZ могут выполнить модернизацию уже имеющихся в производственном парке систем до мобильного решения, тем самым сократив средства на освоение новой технологии — мобильного лазерного сканирования.

Приобретение системы RIEGL VMZ — экономически выгодное решение, которое позволяет снизить расходы на оборудование для выполнения проектов методами наземного и мобильного лазерного сканирования и быстрее вернуть вложенные инвестиции.

Именно поэтому RIEGL VMZ можно рекомендовать организациям, выполняющим работы по крупномасштабной съемке, созданию трехмерных информационных моделей для объектов инфраструктуры при их проектировании, строительстве и эксплуатации. В число потенциальных пользователей также могут входить вузы, подразделения технического контроля в филиалах крупных компаний, для которых покупка мобильных систем уровня RIEGL VMX-450/250 не всегда экономически целесообразна, а также муниципальные и региональные организации различного профиля.

В России официальным эксклюзивным дистрибьютором воздушных, мобильных и наземных лазерных сканирующих систем RIEGL является компания «ArtGeo» ([www.art-geo.ru](http://www.art-geo.ru)).

#### RESUME

The description of the hybrid laser scanning system RIEGL VMZ, which allows performing measurements in the both mobile and static modes is given. This type of equipment was introduced by RIEGL in 2014. Due to the availability of the advanced features, the system can be assigned to the next, the third generation of laser scanning systems.

# СПОСОБ ИТЕРАЦИЙ ДЛЯ ВЫСОКОТОЧНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ КООРДИНАТ ПУНКТОВ ЛОКАЛЬНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Н.К. Шендрик (СГГА, Новосибирск)

В 1971 г. окончил Новосибирский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (в настоящее время — Сибирская государственная геодезическая академия, СГГА) по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института работал инженером на Предприятии № 8 ГУГК СССР в астрономо-геодезической партии на фотографических наблюдениях ИСЗ, с 1979 г. — в НИС кафедры астрономии и гравиметрии НИИГАиК. С 1993 г. — заведующий лабораторией космической геодезии кафедры астрономии и гравиметрии, а с 2013 г. — заведующий кафедрой физической геодезии и дистанционного зондирования СГГА.

В связи с широким применением в геодезии спутниковых технологий постоянно возникают проблемы совмещения результатов, полученных спутниковыми методами, с исходными данными как в государственных, так и в местных системах координат (МСК). Переход от СК–42 к СК–95 позволил в какой-то мере сгладить данную проблему, но не устранить ее, так как точность СК–95 на порядок уступает потенциальной точности спутниковых измерений. Видимо отчасти и поэтому с 2017 г. предусматривается переход на геоцентрическую систему координат ГСК–2011, точность которой декларируется на уровне системы ITRF. Обратной стороной этих неизбежных реформ являются значительные издержки в повседневной работе всех, кто так или иначе связан с результатами геодезической деятельности. Возникает естественный вопрос: нельзя ли каким-либо образом сгладить эти издержки переходного периода? Один из возможных ответов — разделить процессы совершенствования государственных и местных (региональных) сис-

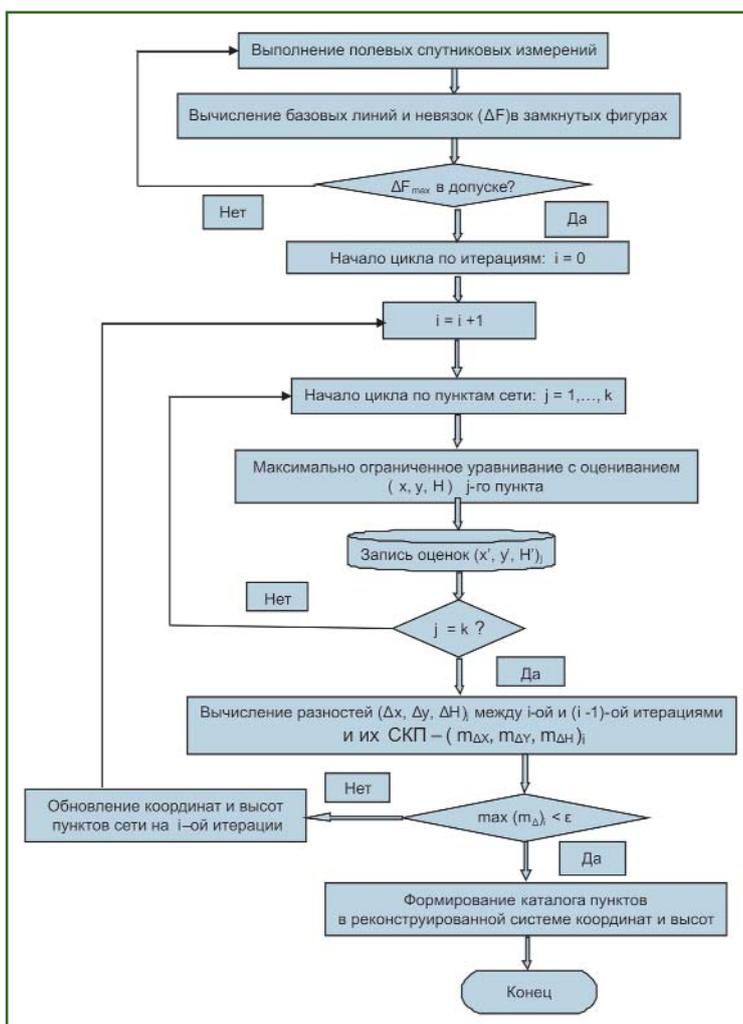


Рис. 1

Технологическая блок-схема реконструкции координат и высот пунктов геодезической сети способом итераций

тем координат. В регионах уже сейчас имеются возможности создавать МСК, соответствующие современным требованиям точности. Наиболее эффективно это может быть осуществлено на основе спутниковых геодезических сетей постоянно действующих базовых станций (ПДБС). Процесс создания сетей ПДБС происходит по инициативе регионов вне зависимости от состояния развития государственных программ, в частности СГС-1, и следует признать, что это неизбежный процесс. По мере развития региональных фрагментов высокоточных сетей они будут естественным образом включаться в государственную геодезическую сеть. Создание в регионах высокоточных МСК и, в первую

очередь, на основе сетей ПДБС, позволит решать задачи геодезического обеспечения регионов на долговременную перспективу, так как важнейшим свойством высокоточных систем координат является возможность их взаимного преобразования без потери точности. Для высокоточных МСК могут быть установлены точные связи как между собой, так и с системами типа ГСК-2011, ITRF и др. Для сохранения максимально возможной прецизионности наработанного материала в области геодезического обеспечения территорий целесообразно выполнять высокоточную реконструкцию существующих систем координат (МСК, СК-63, СК-42, СК-95 и др.). В данном контексте под

реконструкцией понимается комплекс мероприятий, направленных на улучшение функциональности объекта с целью повышения эффективности его использования без изменения основных свойств.

Для решения задач высокоточной реконструкции по спутниковым измерениям разработан способ итераций, технологическая блок-схема которого приведена на рис. 1. Сущность способа заключается в максимальном приближении по методу наименьших квадратов координат пунктов и высот в некоторой существующей МСК с реконструированными координатами и высотами, полученными из последовательного, полностью ограниченного уравнивания каждого исходного пункта сети, в процессе итераций. Фактически — это требование, которое постулируется в документе [1], с одной стороны, а с другой — существуют признанные способы [2] создания «калибровочных участков», которые в спутниковых технологиях не вызывают каких-либо возражений при их практическом применении. Тем не менее, результат может быть достаточно похожим, но реализация построена на ином принципе. Способ итераций малочувствителен к ошибкам координат и высот исходных пунктов, прост, нагляден и универсален. Критерием окончания итерационного процесса является некоторая малая, близкая к нулю скалярная величина  $\epsilon$ , с которой идет сравнение максимальной из средних квадратических погрешностей (СКП), вычисляемых по приращениям оцениваемых координат и высот для исходных пунктов в МСК на каждой текущей итерации.

Реконструированная система координат и высот может быть осознанно экстраполирована, т. е. распространена на большую территорию, чем та, в

**Изменение приращений абсцисс ПДБС в СК-42 в процессе итераций (в миллиметрах)**

**Таблица 1**

Название ПДБС	Номер итерации						
	1	2	3	4	5	6	7
BARA	59	15	8	3	2	0	2
BOLO	-71	72	-7	11	-1	1	1
CHER	158	51	-2	10	-2	2	2
CHUL	152	-70	9	-9	0	-1	-1
DOVO	-357	98	-9	11	0	2	3
ISKT	-16	18	-4	1	-1	0	0
KARG	271	-16	15	3	4	-1	2
KOCH	-335	-31	-32	-13	-4	-3	-3
KOCK	23	-29	-9	0	-4	1	0
KOLV	-434	5	-49	4	-8	1	-1
KRAS	127	-49	36	-14	9	-3	0
MASL	429	-85	58	-11	10	-2	0
mhkv	-175	-2	-22	2	-2	-1	-1
NSKW	-64	-204	1	-29	-1	-4	-6
ORDN	-68	13	-39	3	-8	0	-1
SUZU	65	-5	22	-6	5	-2	0
TOGU	132	70	11	13	0	3	3
UBIN	213	-22	35	3	4	2	3
ZDVI	-148	104	-20	17	-2	3	3
Максимальные отклонения	-434	-204	-49	-29	-8	-4	-6
Среднее	-2	-4	0	0	0	0	0
СКП	222	72	27	11	5	2	2

пределах которой она была обработана. Результаты реконструкции по способу итераций могут быть прокалиброваны на том же уровне точности, с какой выполнены спутниковые измерения для пунктов искомой геодезической сети. Сама же процедура калибровки после высокоточной реконструкции становится тривиальным техническим инструментом для перехода из общеземной системы в систему координат пользователя.

Способ итераций был апробирован на первой очереди спутниковой геодезической сети Новосибирской области, состоящей из 19 ПДБС, с целью высокоточной реконструкции их координат в СК-95, СК-42 и высот в Балтийской системе высот 1977 г. (БСВ-77). Более подробно особенности построения данной сети рассмотрены в публикациях [3, 4]. Формирование предварительных каталогов координат и высот ПДБС осуществлялось по результатам спутниковых измерений радиальным способом из геодезической привязки к ближним (в среднем к десяти) пунктам ГГС. СКП привязки ПДБС из уравнивания по внутренней сходимости составила в среднем 0,025–0,030 м как по координатам в СК-42 и СК-95, так и по высоте в БСВ-77 [4, 5]. С целью оценки точности спутниковой сети в целом было выполнено полностью ограниченное уравнивание координат ПДБС в СК-42 и СК-95. При этом координаты и высоты всех 19 ПДБС, полученные из геодезической привязки, были зафиксированы в качестве исходных. Были получены следующие результаты: СКП центрирования и измерения высоты антенны (аналог СКП единицы веса) в СК-42 составили 0,22 м, в СК-95 — 0,035 м как в плане, так и по высоте. Камеральная

обработка спутниковых измерений проводилась в программе Trimble Business Center.

На следующем этапе по способу итераций выполнялась высокоточная реконструкция координат спутниковой геодезической сети в СК-42, СК-95 и БСВ-77. Начальными (исходными) координатами для всех 19 ПДБС служили результаты их геодезической привязки к пунктам ГГС. В качестве примера и иллюстрации динамики итерационного процесса в табл. 1 и 2 приведены значения приращений абсцисс и ординат в СК-42. Как видно из этих таблиц, итерационный процесс фактически стабилизировался на 6–7 итерациях. СКП абсцисс и ординат достигли своих асимптотических пределов в

плане на уровне 2 мм и 4 мм, а по высоте — 3 мм. Аналогичный процесс в СК-95 завершился уже на 4-й итерации со значениями СКП в плане 3 мм и 2 мм и по высоте 5 мм.

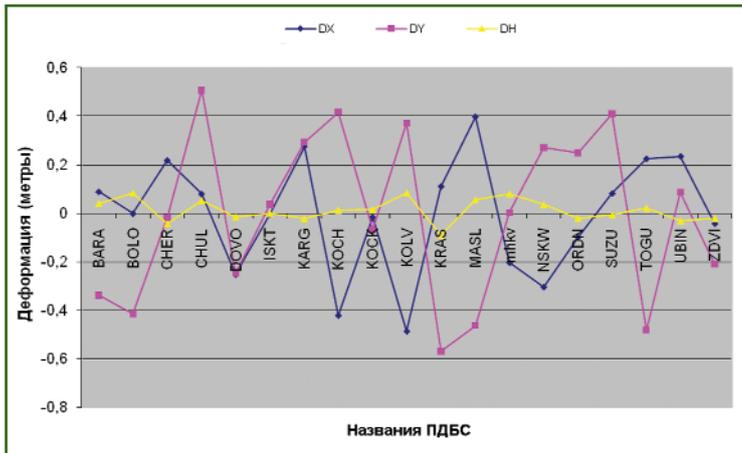
Окончательные отклонения (деформации) координат и высот из геодезической привязки относительно реконструированных значений в СК-42, СК-95 и БСВ-77 приведены на рис. 2 и 3. Анализ полученных результатов реконструкции по способу итераций позволяет сделать вывод о том, что исследуемая сеть в СК-95 в 5–10 раз точнее, чем в СК-42.

Далее была сделана проверка утверждения о том, что реконструированные с высокой точностью координаты пунктов могут быть взаимно преобразо-

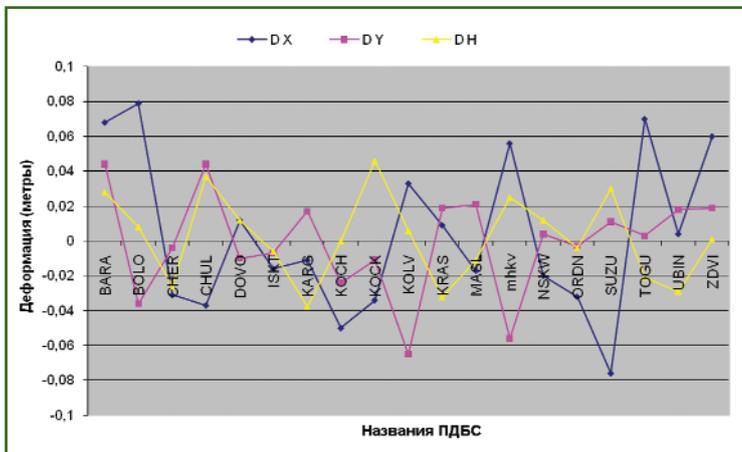
Изменение приращений ординат ПДБС в СК-42 в процессе итераций (в миллиметрах)

Таблица 2

Название ПДБС	Номер итерации						
	1	2	3	4	5	6	7
BARA	-315	56	-111	35	-26	10	3
BOLO	-426	90	-98	37	-25	9	1
CHER	36	-68	31	-22	12	-7	-2
CHUL	489	-34	47	-12	13	-4	1
DOVO	-216	-14	-18	-6	0	-2	-2
ISKT	52	-4	-10	0	0	-1	0
KARG	287	59	-85	38	-24	10	3
KOCH	232	111	38	25	0	7	6
KOCK	-223	106	35	-3	14	-3	2
KOLV	284	63	18	0	6	-2	1
KRAS	-668	135	-69	34	-17	9	4
MASL	-428	29	-52	-2	-10	2	-2
mhkv	125	-139	40	-25	6	-4	-3
NSKW	58	163	18	25	3	3	5
ORDN	123	59	41	15	5	4	5
SUZU	467	-80	21	-3	0	2	1
TOGU	-337	-96	-20	-22	0	-5	-4
UBIN	352	-250	38	-69	20	-15	-9
ZDVI	-76	-109	-11	-25	6	-8	-5
Максимальные отклонения	-668	-250	-111	-69	-26	-15	-9
Среднее	489	163	47	38	20	10	6
СКП	-10	4	-8	1	-1	0	0
	330	107	52	28	14	7	4



**Рис. 2**  
Деформации координат и высот ПДБС в СК–42



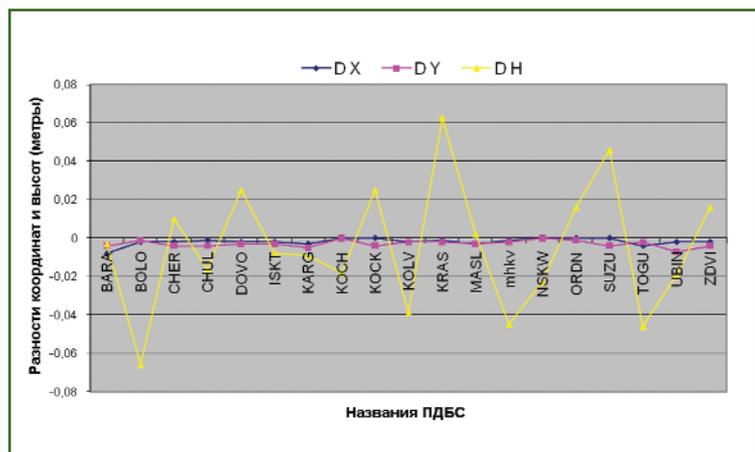
**Рис. 3**  
Деформации координат и высот ПДБС в СК–95

ваны из одной системы координат в другую без потери точности. С этой целью для двух вариантов высокоточной реконструкции координат ПДБС в СК–95 и в СК–42 был создан ключ взаимного преобразования координат. Так как в каждом из вариантов наряду с плановыми координатами участвовали и нормальные высоты, полученные из геодезической привязки ПДБС к пунктам ГГС, то в ключ было включено и преобразование по нормальным высотам (значения высот в вариантах привязки ПДБС имели некоторые несовпадения, из-за отличий в составе исходных пунктов ГГС). Затем по ключу было сделано преобразование координат ПДБС из СК–95 в

СК–42 и высот в БСВ–77. Результаты представлены в виде графиков на рис. 4.

Как следует из анализа данных, отображенных на рис. 4, разности абсцисс и ординат имеют систематический характер (все имеют знак минус), максимальные значения разностей достигают 7–8 мм, а СКП для всей выборки составляет 2 мм. Таким образом, точность пересчета координат по ключу соответствует точности исходных реконструированных координат, что и требовалось показать. По высоте результат получился на порядок грубее: амплитуда разностей составила  $\pm 65$  мм, а СКП по всей выборке равна 33 мм. Можно сделать вывод, что точность реконструированной сети по высоте практически осталась на уровне точности геодезической привязки, как и до реконструкции. Вероятной причиной, очевидно, является плохая геометрия (обусловленность) сети по высоте в процессе уравнивания, что требует проведения дополнительных исследований.

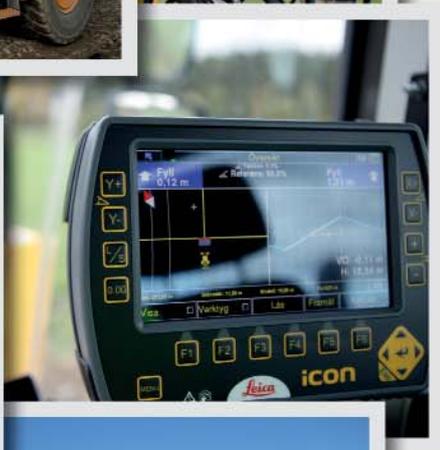
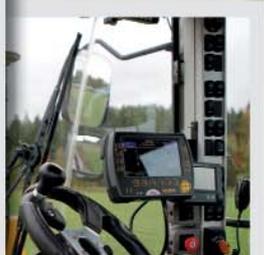
Результаты, полученные из высокоточной реконструкции сети ПДБС по способу итераций, позволяют построить вариант некоторой эталонной системы координат по сравнению с исходной. И с этой точки зрения, реконструированные



**Рис. 4**  
Разности между координатами и высотами ПДБС, полученными по ключу преобразования из СК–95 в СК–42, и реконструированными координатами в СК–42 и высотами в БСВ–77



Системы 3D нивелирования для дорожно-строительной техники



Продажи измерительного оборудования для сопровождения строительства, реконструкций и инженерных изысканий



SmartNet Russia — Федеральная сеть спутниковых референчных станций



[www.smartnet-ru.com](http://www.smartnet-ru.com)

Аренда оборудования  
Постпродажное обслуживание  
Аккредитованный учебный центр

Адрес: г. Москва, ул. Павла Корчагина, д.2  
Тел.: +7 (495) 781-77-77 - when it has to be **right**  
[info@navgeocom.ru](mailto:info@navgeocom.ru)

**Leica**  
Geosystems

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ — НОВОЕ СЛОВО В ПРОГРЕССИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

**К.В. Васин** (НПК «Джи Пи Эс Ком»)

В 2000 г. окончил факультет фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотогеодезия». С 2012 г. работает в НПК «Джи Пи Эс Ком», в настоящее время — руководитель аэросъемочного отдела.

**С.Г. Герасимова** (НПК «Джи Пи Эс Ком»)

В 1996 г. окончила географический факультет по специальности «физико-географ, ландшафтовед», а в 2009 г. — факультет журналистики по специальности «деловая журналистика» Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Работала в институте «Гипрогор», компаниях «Геокосмос» и «Алхимик Стрэтеджи». С 2012 г. работает в НПК «Джи Пи Эс Ком», в настоящее время — руководитель отдела маркетинга.

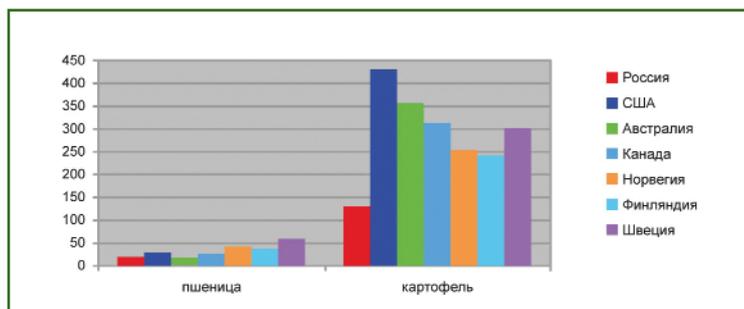
Сельское хозяйство РФ существенно уступает по эффективности сельскому хозяйству развитых стран мира. Эта ситуация остается неизменной не один десяток лет, и лучше всего ее характеризует один из основных показателей рентабельности сельскохозяйственного производства — урожайность. И дело здесь вовсе не в климатических условиях — урожайность аналогичных культур в Скандинавии или Канаде, где природные условия более суровые, выше, чем в средней полосе России. На рис. 1 приведены показатели урожайности сельскохозяйственных культур в России и за рубежом по данным Росстата и аудиторско-консалтинговой компании ФБК. Причина кроется в размере и направленности инвестиций в эту сложную отрасль, которые делают возможным внедрение в земледелие современных прогрессивных технологий.

Во всем цивилизованном мире уже более 20 лет приме-

няется практика точного земледелия. Она основана на понимании того, что условия для развития растений неоднородны даже в рамках одного сельскохозяйственного поля и, тем более, на огромных площадях крупного агропромышленного предприятия. Особенности микрорельефа, биохимические характеристики, гидрологический режим почвы и ряд других локальных факторов, которые могут существенно отличаться на разных участках одного и того же поля, заметно влияют на состояние посевов. Таким образом, к управлению сель-

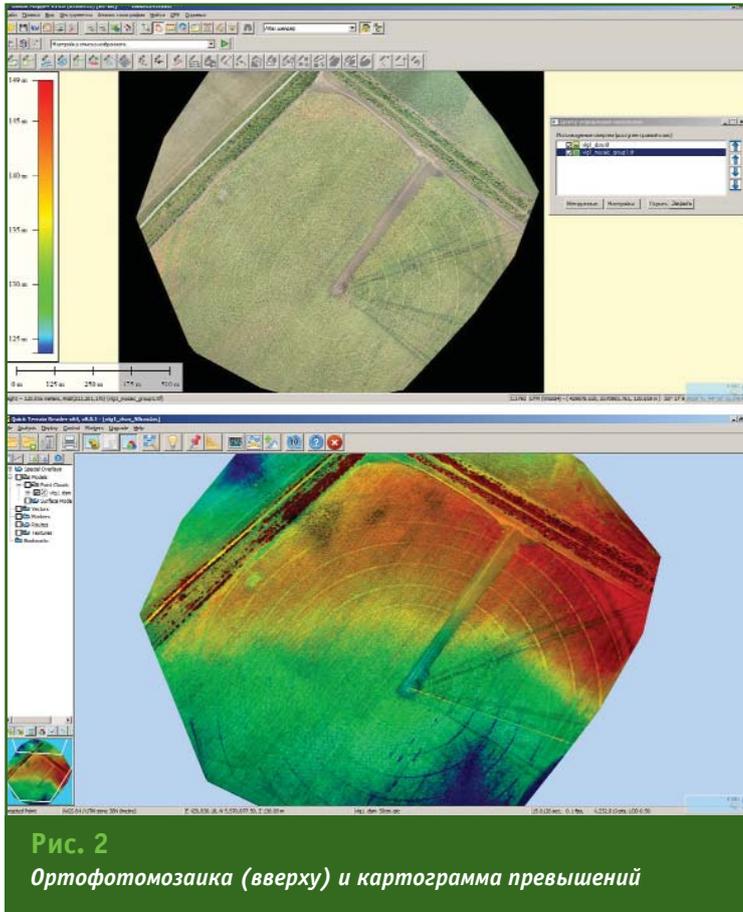
скохозяйственными угодьями нужно подходить дифференцированно — точно оценивать оптимальную плотность посева для каждого участка, рассчитывать нормы внесения удобрений и средств защиты растений. Это позволит в будущем более точно предсказывать урожайность и осуществлять финансовое планирование.

НПК «Джи Пи Эс Ком» представляет на российском рынке беспилотные летательные аппараты (БПЛА) eBee. Это суперлегкие аэросъемочные комплексы, разработанные компанией senseFly (Швейцария).



**Рис. 1**

Средняя урожайность сельскохозяйственных культур в России и за рубежом в 2003–2012 гг. (ц/га)



**Рис. 2**  
Ортофотомозаика (вверху) и картограмма превышений



**Рис. 3**  
Нарушения роста культуры, связанные с работой оросительной системы

Они хорошо зарекомендовали себя при съемке населенных пунктов, лесных массивов, карьеров и сельскохозяйственных угодий. К примеру, в августе 2014 г. специалисты компании выполнили демонстрационный проект для крупного агропромышленного предприятия на юге России. Тестовым

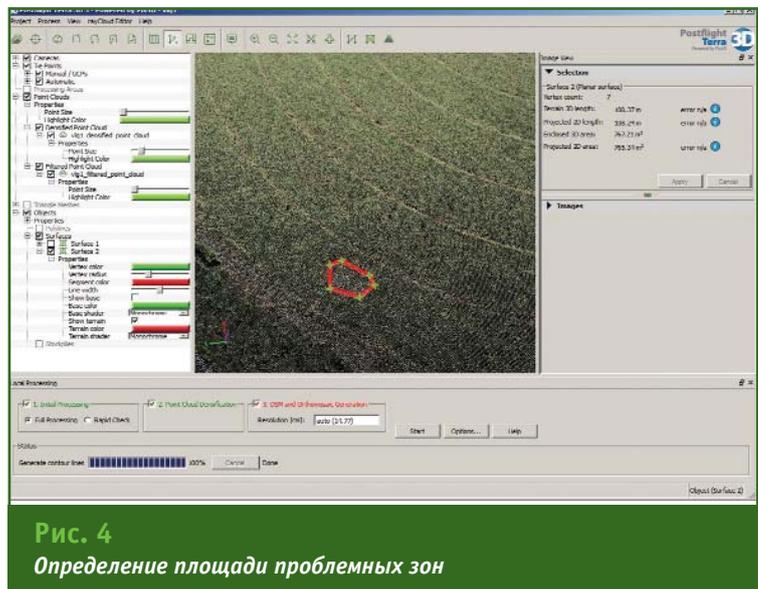
объектом послужил участок поля, площадью порядка 0,7 км<sup>2</sup>, засеянный кукурузой и оборудованный системой орошения.

Съемка территории была выполнена за один вылет, длительностью около 20 минут. Обработка данных и полевой контроль проводились в про-

граммном комплексе (ПК) PostFlight Terra 3D, поставляемом в комплекте с БПЛА eBee, и заняли не более одного часа. В результате были получены: ортофотоплан с пространственным разрешением одного пикселя на местности 15 см, цифровая модель местности (ЦММ), облако точек высокой плотности в формате LAS и файлы ортофотомозаики для загрузки и отображения данных в программе Google Earth (рис. 2).

В ходе анализа полученных данных аэрофотосъемки были обнаружены проблемные участки сельскохозяйственных угодий и выявлены причины их возникновения: перебои в работе оросительной системы (рис. 3), некачественные проसेвы и др. С помощью инструментов для постобработки ПК PostFlight Terra 3D были изменены площади проблемных зон (рис. 4), общая площадь потравы составила 765 м<sup>2</sup>.

Однако этим возможности использования БПЛА eBee для нужд земледелия не исчерпываются. Весной 2014 г. компания SenseFly выпустила БПЛА eBee Ag, комплектация которого направлена исключительно на использование в приложениях, связанных с сельским хозяйством. Эксплуатационно-



**Рис. 4**  
Определение площади проблемных зон

### Эксплуатационно-технические характеристики БПЛА eBee Ag

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Размах крыла, см	96
Взлетная масса, г	630
Разрешение цифровой камеры, Мпикселей	12
Время полета, мин	45
Курсовая скорость, км/ч	36–57
Соппротивление ветру, км/ч	До 45
Связь по радиоканалу, км	До 3
Площадь съемки за один полет, км <sup>2</sup>	От 1,5 до 10

технические характеристики этого беспилотного летательного аппарата приведены в табл. 1. Его основной особенностью является наличие цифровой фотокамеры Canon S110 NIR, способной выполнять съемку в спектральном диапазоне, расширенном в сторону ближней инфракрасной (ИК) области спектра (NIR) (рис. 5). Это существенно увеличивает количество приложений, поскольку делает возможным проведение точного анализа растительности на основе разнообразных вегетационных индексов.

Наиболее известным и распространенным способом оценки состояния растительного покрова, применяемым к данным, собранным при помощи аэрофотосъемки, является вычисление так называемого нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Он является относительным показателем количества фотосинтетически активной биомассы и вычисляется по формуле:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)},$$

где NIR — отражение в ближней ИК области спектра;

RED — отражение в красной области спектра.

В основе данной формулы лежит тот факт, что высокая

фотосинтетическая активность, как правило, связанная с наличием густой растительности, приводит к уменьшению отражательной способности объекта в красной области спектра и к увеличению в ближней ИК области спектра. Благодаря этому, появляется возможность проводить картографирование растительного покрова на основе воздушных съемок и выявлять площади, покрытые и непокрытые растительностью, оценивать плотность, всхожесть, состояние растений, и с помощью регулярного мониторинга наблюдать развитие процессов в динамике. Вегетационный индекс умеренно чувствителен к изменениям почвенного фона, кроме случаев, когда густота растительного покрова ниже 30%. Зная спектральные характеристики естественных (снег, лед, вода и т. д.) и искусственных материалов, а также характерные для них значения NDVI, можно распознавать и классифицировать их на спектрально-зональных снимках.

Сбор данных с помощью БПЛА eBee Ag ничем не отличается от работы с другой моделью — eBee. Однако в результате аэрофотосъемки и последующей постобработки в ПК PostFlight Terra 3D пользователь получает набор спектрально-зональных снимков в формате

TIF. Стандартные инструменты этой программы позволяют просматривать картограмму превышений и оценивать особенности рельефа местности, проводить измерения длин, площадей и объемов, векторизовать нужные объекты, строить горизонталы. Дополнительно для анализа данных спектрально-зональной съемки в программу постобработки включен модуль Index Calculator.

В процессе работы пользователь сам определяет правила, по которым программа строит ортофотомозаику в условных цветах, отражающих значения вычисленного индекса. Это может быть как вегетационный индекс NDVI, так и любой другой, рассчитанный программой в соответствии с формулой, заданной пользователем.

Формула, определяющая правило расчета индекса, поз-

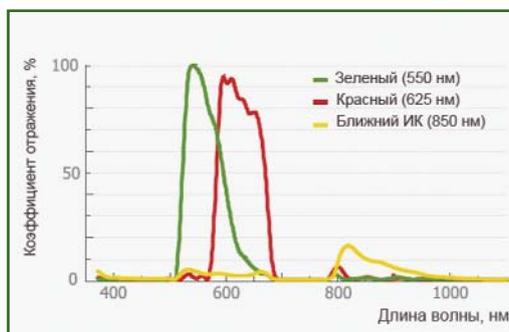


Рис. 5  
Диапазон спектральной чувствительности камеры Canon S110 NIR

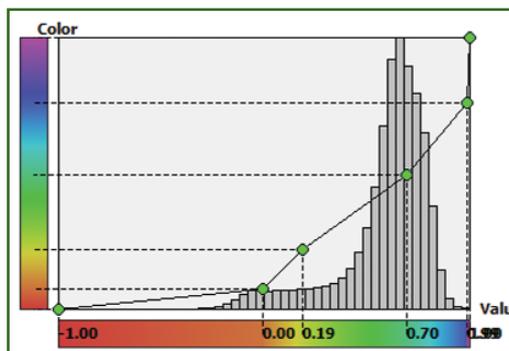
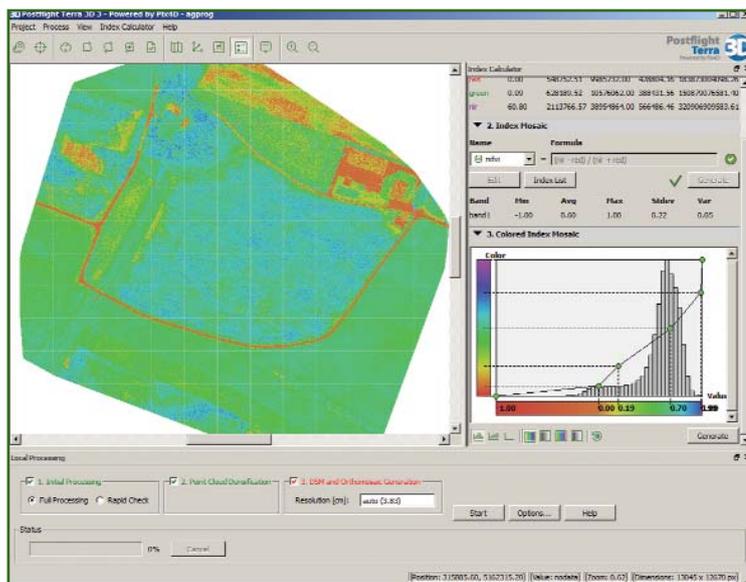


Рис. 6  
Гистограмма значений индекса, рассчитанного в модуле Index Calculator

воляет сформировать в программе гистограмму значений (рис. 6), после чего пользователь может определить цвета, которые будут сопоставлены с определенными диапазонами значений индекса (рис. 7). Критерий NDVI наиболее распространен, однако существует большое количество других индексов для оценки состояния растительного покрова, вычисляемых по разным формулам и использующих широкодиапазонные спектральные данные.

В сфере сельского хозяйства важно осуществлять наблюдения за сельскохозяйственными угодьями в динамике, что подразумевает сбор данных, выполняемых с некоторой периодичностью. Можно организовать такие периодические наблюдения с помощью БПЛА eBee Ag, а используя ПК PostFlight Terra 3D, легко обрабатывать и сравнивать спектральные снимки между собой, описывая формулами соответствующие правила сравнения и создавая карты состояния и развития сельскохозяйственных культур.

Динамические (разносезонные) карты позволяют получать количественные оценки прогнозируемого урожая различных сельскохозяйственных культур, отмечать особенности их сезонного развития и нарушения роста, оценивать качест-



**Рис. 7**  
Орtofотомозаика в условных цветах, отражающих рассчитанные значения индекса в модуле Index Calculator

во проведенных сельхозхозяйственных работ, осуществлять планирование и т. д. Например, на рис. 7 в красной области спектра хорошо дешифрируются зоны с угнетенной или отсутствующей растительностью, четко выделяется граница поля, видны проблемные участки.

Для расширения возможностей применения новой технологии для нужд сельского хозяйства компания senseFly предлагает в дополнение к S110 NIR камеры, интегрируемые с БПЛА eBee Ag, предназначенные для съемки в красной области спектра (S110 RE),

в видимом спектре (S110 RGB) и мультиспектральную (multiSPEC 4C) (табл. 2). С их помощью можно определять объем биомассы, вычислять индекс листовой поверхности, разрабатывать рекомендации по внесению удобрений, наблюдать за фенологическими изменениями и многое другое (табл. 3).

Все эти камеры приспособлены для работы именно с агрокультурными ландшафтами — они обеспечивают необходимые спектральные характеристики съемки, что позволяет анализировать состояние посе-

### Технические характеристики аэрофотокамер серии S110

### Таблица 2

Наименование характеристики / Тип камеры	S110 NIR	S110 RE	S110 RGB	multiSPEC 4C
Разрешение камеры, Мпикселей		12		1,2 (4 светочувствительные матрицы)
Разрешение одного пикселя на земле при съемке с высоты 100 м, см		3,5		10
Размер матрицы, мм		7,44x5,58		4,8x3,6 (каждая из 4-х матриц)
Размер пикселя, мкм		1,86		3,75
Формат снимков		JPEG и/или RAW		RAW
Возможное время полета, минут		До 45		До 30

Оценки допустимых условий аэрофотосъемки цифровыми камерами серии S110 и областей их применения с БПЛА eSee в баллах

Таблица 3

Наименование характеристики / Тип камеры	S110 NIR	S110 RE	S110 RGB	multiSPEC 4C
<b>Условия съемки</b>				
Сильный ветер и плохая освещенность	◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
Удобство и простота использования	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆
Четкость и качество снимков	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆
Ортофотоснимок + ЦММ	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆◆◆	◆◆◆
Диапазон точности	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆◆◆
<b>Области применения</b>				
Определение объема биомассы	◆◆◆◆	◆◆◆	—	◆◆◆◆◆
Индекс листовой поверхности	◆◆◆◆	◆◆◆	—	◆◆◆◆◆
Оценка состояния растительности	◆◆◆	◆◆◆◆	—	◆◆◆◆◆
Мониторинг роста растений	◆◆◆◆	◆◆◆	—	◆◆◆◆◆
Анализ концентрации пигмента	◆◆◆	◆◆◆◆	◆◆◆	◆◆◆◆◆
Определение потребности в удобрениях	◆◆◆	◆◆	—	◆◆◆◆◆

вов в мельчайших подробностях. Высокоточные и, главное, своевременные данные, получаемые при помощи БПЛА eSee Ag, позволят оперативно планировать сельскохозяйственные работы и более эффективно использовать удобрения. Производители сельскохозяйственной продукции не будут тратить время на полевые исследования, полагаться на бесплатные космические снимки с низким разрешением или заказывать дорогую аэросъемку. А все это — экономия времени и средств, повышение урожайности, забота о состоянии окружающей среды. Так что не удивительно, что во всем мире фермерские хозяйства все чаще для решения данных проблем используют беспилотные летательные аппараты.

По данным американской организации AUVSI, занимающейся изучением рынка БПЛА, спрос на такое оборудование в ближайшие три года возрастет втрое (рис. 8). При этом основная доля покупок будет сделана в сельскохозяйственном секторе. Это связано и с тем, что земледелие в США развива-

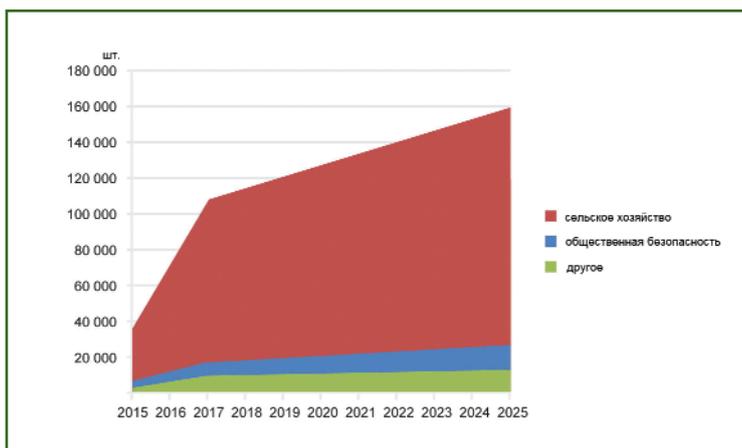


Рис. 8  
Продажа БПЛА для нужд сельского хозяйства, общественной безопасности и других целей

ется чрезвычайно быстро, и с тем, что БПЛА явно прижились в этой отрасли.

В России в последние годы также придается большое значение повышению уровня агротехнологической культуры: увеличение объемов применения прогрессивных технологий, высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, повышение уровня технического оснащения сельскохозяйственного производства. Только такие меры позволят повысить урожайность и будут наце-

лены на сохранение и восстановление плодородия почв и агроландшафтов как национального достояния России. БПЛА eSee, без сомнения, помогут решать эти задачи.

**RESUME**

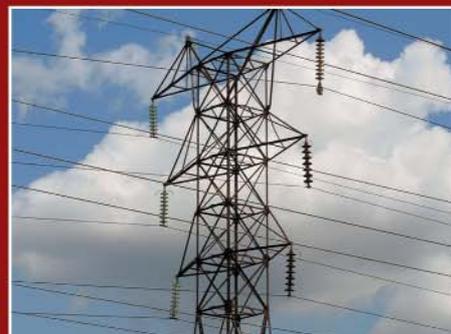
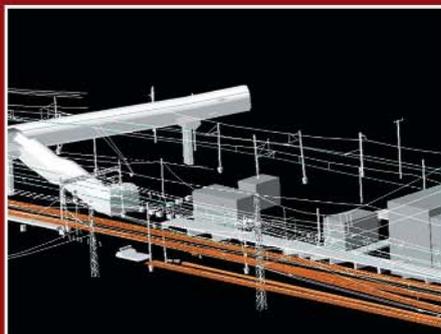
There are considered the technologies of mapping agricultural lands as well as studying and monitoring crop conditions and predicting crop yields. These technologies are based on the use of unmanned aerial vehicles, digital multispectral aerial cameras and special software.



Jena Instrument

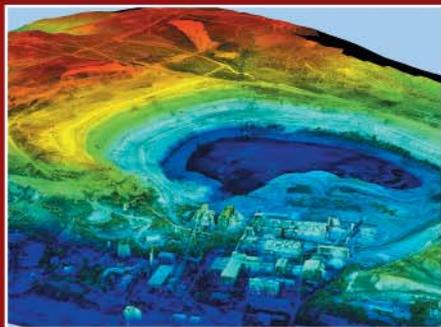
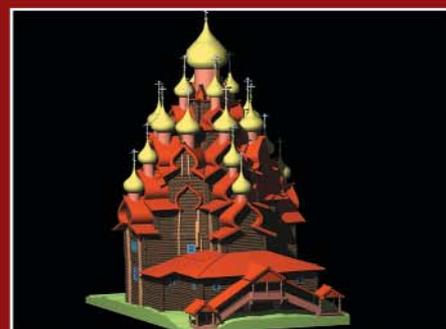
# Полный комплекс ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

НПК «Йена Инструмент»  
109387, Москва, ул. Люблинская,  
д.42, офис №509  
Тел./факс: (495) 649-61-05  
E-mail: info@jena.ru, www.jena.ru



ПОДГОТОВКА ПРОЕКТНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ  
И ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

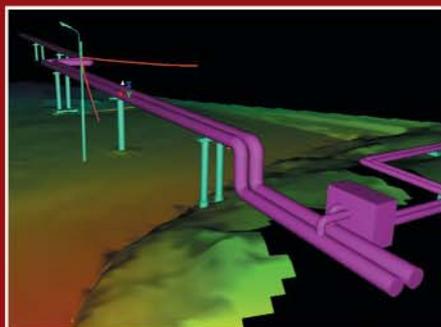
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА  
И РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ  
И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ



СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ  
ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

СОЗДАНИЕ И НАПОЛНЕНИЕ ГИС

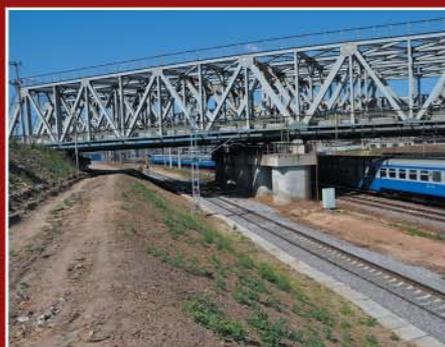
МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО  
СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА



ОБНОВЛЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

СОЗДАНИЕ КАРТ УКЛОНОВ  
И КАРТ ОПАСНЫХ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

СОЗДАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ  
ПОЛИГОНОВ



ТАКСАЦИЯ ЛЕСА,  
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ

ОБНОВЛЕНИЕ ГЕНЕРАЛЬНЫХ  
ПЛАНОВ ГОРОДОВ



Welcome to visit FOIF  
at INTERGEO 2014  
Stand No: Hall 1 C1.010



Total Station



GNSS



GIS



Gyroscope



Levels

## New products will be demonstrated at Intergeo 2014

- A50 New Generation GNSS Receiver
- RTS1002 Motor Total Station
- RTS340 Total Station
- DT402-Z Auto-collimating Digital Theodolite
- EL03 High Precision Digital Level
- .....for more, welcome to FOIF stand and find them



# ТЕХНОЛОГИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ВЫСОТЫ ЛЕСА ПО ДАННЫМ С КА TERRASAR-X/TANDEM-X

**Т.Н. Чимитдоржиев** (ИФМ СО РАН, Томск)

В 1994 г. окончил радиофизический факультет Томского государственного университета. В настоящее время — заместитель директора по науке Института физического материаловедения (ИФМ) СО РАН. Доктор технических наук.

**М.Е. Быков** (ИФМ СО РАН, Томск)

В 2010 г. окончил электротехнический факультет Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления (Улан-Удэ) по специальности «радиоэлектронные системы и телекоммуникации». В настоящее время — младший научный сотрудник Института физического материаловедения (ИФМ) СО РАН.

**Ю.И. Кантемиров** (Компания «Совзонд»)

В 2004 г. окончил РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина по специальности «разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений». После окончания университета работал научным сотрудником лаборатории космической информации для целей газовой промышленности в ООО «Газпром ВНИИГАЗ». С 2010 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — ведущий специалист по тематической обработке радарных данных ДЗЗ.

**Ф. Холец (F. Holecz)** — Sarmap SA, Швейцария

Окончил Университет Цюриха (Швейцария) по специальности «география». Работал научным сотрудником в NASA/Jet Propulsion Laboratories. Совладелец, учредитель и генеральный директор компании Sarmap SA. Доктор философии по специальности «география».

**М. Барбиери (M. Barbieri)** — Sarmap SA, Швейцария

Окончил Университет Рима «La Sapienza» (Италия) по специальности «геология». В течение 8 лет работал в Европейском космическом агентстве. В настоящее время — инженер по приложениям дистанционного зондирования Земли компании Sarmap SA.

Начиная с декабря 2010 г., тандем из двух немецких радарных космических аппаратов (КА) TerraSAR-X и TanDEM-X (оператор — Airbus Defence and Space) выполняет интерферометрическую съемку земной поверхности в бистатическом режиме. При этом КА TerraSAR-X излучает радиолокационный сигнал X-диапазона, который, отразившись от земной поверхности, регистрируется обоими КА тандема TerraSAR-X и TanDEM-X. Такой съемочный режим позволяет получать тандемные интерферометрические пары

радарных снимков без временного промежутка между съемками, т. е. пары снимков, снятые одновременно. По результатам централизованной интерферометрической обработки этих съемок оператор КА планирует создать беспрецедентную по точности и глобальному охвату цифровую модель местности (ЦММ), которая должна заменить цифровую модель SRTM.

Не меньший интерес, чем глобальная цифровая модель рельефа (ЦМР), представляют сами тандемные снимки в комплексном формате. Последние позво-

ляют получать различную тематическую продукцию, помимо ЦММ и ЦМР. В частности, разница цифровых моделей местности и рельефа участков леса (при условии отражения радиолокационного сигнала от верхушек деревьев) дает информацию о высотах деревьев. Пилотный проект по отработке этой технологии был выполнен совместно специалистами Института физического материаловедения (ИФМ) СО РАН (Томск) и компании «Совзонд» на примере территории, покрытой лесом, в районе дельты реки Селенги (Республика Бурятия).

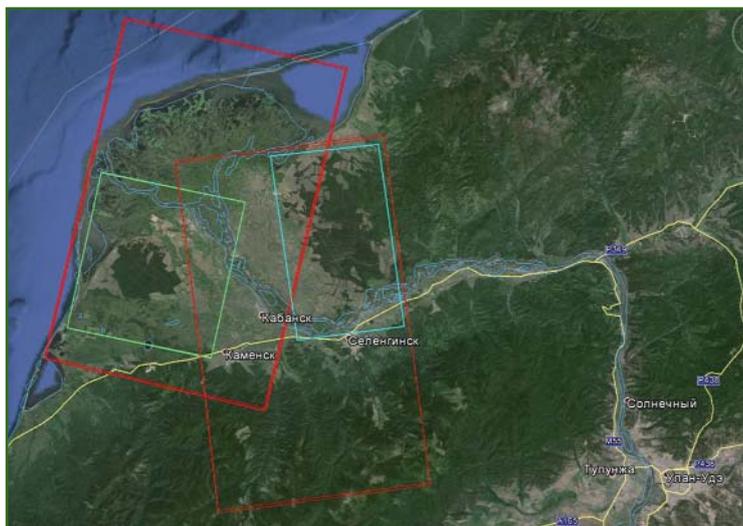
▼ Исходные данные и район интереса

Контуры тестовых участков в районе дельты реки Селенги и используемых тандемных интерферометрических снимков TerraSAR-X/TanDEM-X X-диапазона длин волн (3,1 см) показаны на рис. 1. Для выяснения степени влияния длины волны радара на проникновение сигнала в лес была дополнительно привлечена интерферометрическая пара снимков ALOS PALSAR L-диапазона длин волн (23,5 см) с временным интервалом 46 дней (участок, обозначенный контуром зеленого цвета, рис. 1).

На тестовый участок № 1 (контур зеленого цвета, рис. 1) было обработано две тандемных интерферометрических пары TerraSAR-X/TanDEM-X от 18.02.2012 г. и 25.05.2013 г., а также одна пара снимков ALOS PALSAR от 20.08.2006 г. и 05.10.2006 г. На тестовый участок № 2 (контур голубого цвета, рис. 1) — тандемная пара снимков TerraSAR-X/TanDEM-X от 29.05.2013 г. Характеристики вышеуказанных интерферометрических пар радарных снимков приведены в таблице.

▼ Результаты обработки

Интерферометрическая обработка радарных данных для задач картографирования высот деревьев выполнялась в прог-



**Рис. 1**  
Контур тандемных пар снимков TerraSAR-X/TanDEM-X (красного цвета) и двух тестовых участков (зеленого и голубого цвета)

рамном комплексе (ПК) ENVI/SARscape (Exelis VIS, США-Франция), эксклюзивным дистрибьютором которого на территории России и стран СНГ является компания «Совзонд».

Тестовый участок № 1 на снимке в оптическом диапазоне и на радарном амплитудном снимке приведен на рис. 2. Там же показаны контрольные точки (розового цвета) с известными значениями высот деревьев, измеренных лазерным высотомером.

Первый этап интерферометрической обработки — корегистрация комплексных радарных изображений в уровне обработ-

ки SLC был выполнен только для пары снимков ALOS PALSAR, поскольку тандемные пары снимков TerraSAR-X/TanDEM-X поставляются уже скорегистрированными. После этого было проведено комплексное поэлементное перемножение фаз снимков каждой пары с получением на выходе интерферограмм. В общем случае, как известно, комплексные интерферограммы содержат в себе несколько компонентов: фазу рельефа, фазу смещений земной поверхности за время между съемками снимков пары (в случае тандемной интерферометрии — отсутствует, но присутствует в паре снимков ALOS PAL-

**Характеристики интерферометрических пар снимков**

КА	Даты снимков пары	Пространственное разрешение, м	Перпендикулярная базовая линия, м	Перепад высот, соответствующий перепаду фазы в 2π	Средняя когерентность леса
TerraSAR-X/TanDEM-X	18.02.2012 г.	5	41	125	>0,9
TerraSAR-X/TanDEM-X	25.05.2013 г.	5	17	285	>0,9
TerraSAR-X/TanDEM-X	29.05.2013 г.	5	292	26	>0,85
ALOS PALSAR	20.08.2006 г., 05.10.2006 г.	10	2700	25	>0,7

**Примечание.** Данные тандемных съемок с КА TerraSAR-X/TanDEM-X предоставлены Немецким аэрокосмическим агентством (DLR) в рамках грантов XTI\_HYDR0485 и XTI\_GEOL0334.



Рис. 2

Тестовый участок № 1 на снимке в оптическом диапазоне (слева) и на радарном амплитудном снимке TerraSAR-X (справа)

SAR, сделанных с разницей в 46 дней), фазу атмосферы (также отсутствует в случае тандемной интерферометрии) и фазовый шум. Фрагменты интерферограмм двух тандемных пар снимков TerraSAR-X/TanDEM-X и одной пары снимков с повторных витков орбиты ALOS PALSAR на участок леса показаны на рис. 3.

На следующем этапе обработки общедоступная цифровая модель местности SRTM была преобразована в синтезированные

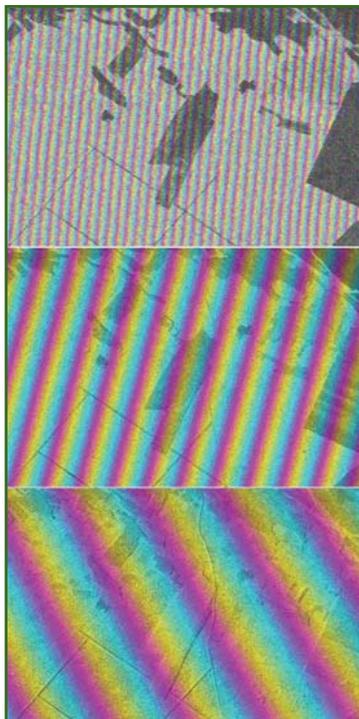


Рис. 3

Фрагменты интерферограмм снимков TerraSAR-X/TanDEM-X от 25.05.2013 г. (внизу) и 18.02.2012 г. (в центре), а также снимков ALOS PALSAR (вверху)



Рис. 4

Фрагменты дифференциальных интерферограмм снимков TerraSAR-X/TanDEM-X от 25.05.2013 г. (внизу) и 18.02.2012 г. (в центре), а также снимков ALOS PALSAR (вверху)

интерферограммы (ожидаемые фазы рельефа) для каждой из трех анализируемых интерферометрических пар снимков на тестовый участок № 1. Затем из трех интерферограмм были вычтены соответствующие ожидаемые фазы рельефа SRTM. На выходе были получены дифференциальные интерферограммы, фрагменты которых приведены на рис. 4.

Далее к дифференциальным интерферограммам была применена процедура фильтрации фазового шума. По фильтрованным интерферограммам были рассчитаны файлы когерентности (корреляции фаз) радарных съемок, определяющие точность замера высоты в каждом пикселе (чем больше величина когерентности, тем выше точность определения высоты). Средняя когерентность леса для тандемных пар составила более 0,9, а для пары снимков ALOS PALSAR — более 0,7. Такие значения когерентности позволили предположить достаточно высокую точность результирующих матриц высот местности.

В завершении интерферометрической обработки была выполнена развертка фазы для трех фильтрованных дифференциальных интерферограмм. Затем, средствами ПК ENVI/SARscape развернутые фазы были пересчитаны в цифровые геокодированные матрицы абсолютных высот местности. Цифровая модель местности, рассчитанная по интерферометрической паре снимков ALOS PALSAR с повторных витков, характеризуется гораздо большей степенью зашумленности, чем две тандемные пары. Это связано с эффектом временной декорреляции фаз, вызванным изменениями комплексной величины обратного радарного рассеяния. Вариации последней, как правило, зависят от изменений диэлектрической проницаемости, в данном случае лесной среды (например, влажности), произошедших за период между получением снимков интерферометрической пары с повторных витков орбиты. Естественно, этот эффект отсутствует при выполнении одновременной съемки интерферометрической пары снимков в тандемном режиме.

Для получения цифровых моделей высот деревьев по всем трем интерферометрическим парам снимков (при условии, что



**Рис. 5**  
Псевдоцветовое трехмерное отображение фрагмента цифровой модели средней высоты деревьев, полученной по снимкам TerraSAR-X/TanDEM-X, с наложением снимка в оптическом диапазоне

радарный сигнал отражается от вершущек деревьев) теоретически необходимо вычистить из цифровых моделей местности соответствующие им цифровые модели рельефа. ЦМР в общем случае может быть получена по топографическим картам или в результате геодезической съемки, например с применением спутниковой аппаратуры ГЛОНАСС/GPS. В данном случае ЦМР были получены из радарных ЦММ следующим путем: на радарных ЦММ определялись участки без растительности (т. е., где ЦММ = ЦМР), а на участки с растительностью делалась интерполяция. В условиях сравнительно плоского рельефа в районе устья реки Селенги (локальные вариации высот до 2–3 м) такой подход позволил получить достаточно точные ЦМР.

В результате вычитания ЦМР из ЦММ по всем трем интерферометрическим парам на тестовый участок № 1 были получены цифровые матрицы высот лесного полога с усреднением порядка 5–10 м. Трехмерное отображение матрицы средней высоты деревьев, рассчитанной по тандемной паре снимков TerraSAR-X/TanDEM-X за 18.02.2012 г., с «наложением» на нее снимка сверхвысокого разрешения в оптическом диапазоне, приведено на рис. 5.

Далее, было выполнено сравнение средних высот деревьев, полученных по трем различным интерферометрическим парам радарных снимков, с высотами деревьев, измеренными на местности в 48 контрольных точках с помощью лазерного высотомера. Результаты сравнения приведены на рис. 6. Здесь видно, что все три радарные интерферометрические оценки средней высоты деревьев в относитель-

ных величинах хорошо коррелируют между собой, однако отличаются друг от друга на некоторую среднюю абсолютную величину.

Так, самые низкие высоты деревьев получились в результате обработки снимков ALOS PALSAR. Это не удивительно, ведь у этого спутника длина волны 23,5 см, что в 7,5 раз больше, чем у спутников TerraSAR-X и TanDEM-X. Это обуславливает лучшее проникновение радарного сигнала вглубь леса, на некоторых участках (где высота деревьев равна нулю) вплоть до земной поверхности.

Высоты, наиболее близкие к замеренным на местности в контрольных точках, дала тандемная пара TerraSAR-X/TanDEM-X за 25.05.2013 г. Это, по мнению авторов, объясняется короткой длиной волны (3,1 см), которая не позволяет сигналу проникать в лес при наличии лиственного покрова у деревьев (лес на рассматриваемом участке представлен примерно поровну березами и соснами).

Тандемная пара за 18.02.2012 г. дала высоты ниже,



**Рис. 6**  
Результаты сравнения высот деревьев, определенных по трем радарным интерферометрическим парам снимков, с высотами, измеренными в контрольных точках

**Рис. 7**

Результаты сравнения высот деревьев, определенных по снимкам TerraSAR-X/TanDEM-X, с высотами, измеренными в контрольных точках

чем тандемная пара от 25.05.2013 г., но выше, чем пара снимков ALOS PALSAR с повторных витков. Вероятной причиной такого расхождения может быть тот факт, что в зимний период у деревьев отсутствуют листья, что позволяет сигналу с длиной волны 3,1 см несколько глубже проникать в лес. Естественно, проникновение электромагнитной волны TerraSAR-X/TanDEM-X значительно меньше, чем у сигнала с длиной волны 23,5 см спутника ALOS PALSAR.

Выполненная работа показала принципиальную возможность дистанционных измерений высот деревьев по данным космической радарной интерферометрии (в первую очередь, тандемной). Пример успешно полученной трехмерной модели высот деревьев приведен на рис. 5. Однако точность замера высот деревьев, даже у тандемной пары от 25.05.2013 г., как видно из рис. 6, не слишком высока. Тем не менее, опыт обработки трех интерферометрических пар снимков с различными характеристиками на один и тот же участок позволил сформулировать требования к идеальной интерферометрической паре, которая позволит получить точную (погрешность определения высот 1–2 м) и высокодеталь-

ную (с шагом матрицы 5 м) цифровую модель высот деревьев. Это должна быть интерферометрическая пара снимков X-диапазона длин волн, полученная в тандемном режиме съемки (два снимка делаются одновременно, чтобы избежать разности фаз, обусловленной разным состоянием атмосферы при съемке в разные даты) в летний период (когда у деревьев присутствует лиственный покров) с достаточно большой базовой линией (такой, чтобы средняя высота деревьев была сопоставима с перепадом фазы в  $2\pi$  на интерферограмме).

Для более достоверной валидации результатов интерферометрических измерений был выбран дополнительный тестовый участок № 2 (контур голубого цвета на рис. 1). При этом характеристики интерферометрических данных на этот участок были близки к идеальным требованиям, сформулированным выше.

Тандемная пара снимков TerraSAR-X/Tandem-X была интерферометрически обработана в ПК ENVI/SARscape аналогично описанным выше трем интерферометрическим парам с получением на выходе цифровой модели высот деревьев. Сравнение высот деревьев, рассчитанных по тандемным радарным данным от 29.05.2013 г., с высотами, замеренными на местности в контрольных точках, приведено на рис. 7.

Выполненные исследования позволяют отметить следующее.

Впервые в России в рамках пилотного проекта, выполненного совместно специалистами ИФМ СО РАН и компании «Совзонад», была апробирована технология измерения высот деревьев методом тандемной радарной интерферометрии на примере территории дельты реки Селенги.

По результатам обработки разносезонных тандемных пар радарных снимков X-диапазона

и пары радарных снимков L-диапазона, полученных с повторных витков орбиты, и сравнения результатов их обработки с данными наземных замеров высот деревьев были сформулированы требования к характеристикам интерферометрических пар, пригодных для получения цифровых моделей высот деревьев с наибольшей точностью (в частности, к сезонности, базовым линиям (базисам съемки), длинам волн, пространственному разрешению, одновременности съемки и т. д.).

Погрешность получения цифровых моделей высот деревьев оценена по данным наземных контрольных точек и при соблюдении требований к характеристикам тандемных пар составила 1–2 м.

Территория пилотного проекта характеризовалась плоским рельефом. При использовании предложенного подхода на практике в условиях более ярко выраженного рельефа желательны наличие цифровых моделей рельефа (которые будут вычитаться из цифровых моделей местности с получением на выходе моделей высот деревьев), полученных по топографическим картам или из других источников. В частности, представляется целесообразным использовать для расчета ЦМР данные перспективного радарного КА BIOMASS P-диапазона длин волн (75 см), сигнал которого будет «просвечивать» лес целиком.

## RESUME

Results of the first in Russia pilot project for testing the technology of measuring tree heights based on the data from the TerraSAR-X/TanDEM-X spacecraft are introduced. The measuring technology is built on the tandem radar interferometry. Requirements for the characteristics of interferometric couples of images suitable for deriving digital tree height models with the utmost accuracy are formulated.

## ОКТАБРЬ

## ▼ Берлин (Германия), 7–9

20-й конгресс и выставка  
**INTERGEO 2014**  
HINTE GmbH, DVW  
E-mail:  
dkatzer@hinte-messe.de  
Интернет: www.intergeo.de

## ▼ Москва, 14–16\*

11-я Международная выставка  
геодезии, картографии и  
геоинформатики  
**GeoForm 2014**  
10-я Международная научно-  
практическая конференция  
**«Геопространственные техно-  
логии и сферы их примене-  
ния»**  
Международная выставочная  
компания MVK  
Тел: (495) 935-81-00  
Факс: (495) 935-81-01

E-mail: geoformexpo@ite-  
expo.ru  
Интернет: www.geoexpo.ru

## ▼ Хайнань (Китай), 18–24\*

14-я Международная научно-  
техническая конференция **«От  
снимка к карте: цифровые фо-  
тограмметрические техноло-  
гии»**  
«Ракурс», Smartspatio  
Technologies (Китай)  
Тел: (495) 720-51-27  
Факс: (495) 720-51-28  
E-mail: conference@racurs.ru  
Интернет: http://conf.racurs.ru

## ▼ Московская обл., 22–24

**20-я Конференция Esri в  
России и странах СНГ**  
DATA+, Esri CIS  
Тел: (495) 988-34-81  
E-mail: dselifonova@esri-cis.ru  
Интернет: www.dataplus.ru

## НОЯБРЬ

## ▼ Лас-Вегас (США), 3–5

Международная пользователь-  
ская конференция **Trimble  
Dimensions 2014**  
Trimble  
Интернет:  
www.trimbledimensions.com

## ДЕКАБРЬ

## ▼ Москва, 3–5\*

X Общероссийская научно-прак-  
тическая конференция и вы-  
ставка **«Перспективы развития  
инженерных изысканий в  
строительстве в Российской  
Федерации»**  
ООО «Геомаркетинг», ПНИИИС,  
НП СРО «АИИС»  
Тел/факс: (495) 366-24-54  
E-mail: conf@geomark.ru  
Интернет: www.geomark.ru

**Примечание.** Знаком «\*» отмечены мероприятия, официальные участники которых получают очередной номер журнала «Геопрофи».

## Навигационно-Геодезический центр

Официальный дистрибьютор компании Leica Geosystems в Украине

Компания НГЦ предоставляет широкий  
спектр современного оборудования

- геодезическое оборудование
- GPS базовые станции и сети
- наземные лазерные сканеры
- строительное оборудование
- системы структурного мониторинга

Единственный авторизованный  
сервисный центр в Украине

Представляет журнал «Геопрофи» в Украине



Сайт: www.ngc.com.ua  
Почта: ngc@ngc.com.ua  
Тел./факс: +38 057 345-12-37



- when it has to be right

**Leica**  
Geosystems



# ГМА

геодезия  
маркшейдерия  
аэросъемка

← На рубеже веков

## VI Международная научно-практическая конференция

# 12-13 февраля 2015 МОСКВА, НОВОТЕЛЬ

### VI Международная конференция «Геодезия. Маркшейдерия. Аэросъемка. На рубеже веков»

#### ОРГАНИЗАТОРЫ:

- Международная Федерация Геодезистов
- Международный Союз Маркшейдеров
- Российское общество содействия развитию фотограмметрии и дистанционного зондирования
- МИИГАиК
- Сибирская Государственная Геодезическая Академия

#### Темы:

- Современные методы и технологии сбора и обработки геопространственных данных: аэросъемка и аэрогеодезия; лазерная локация, цифровая аэрофототопография, фотограмметрия
- Тенденции рынка геоинформационных технологий
- Опыт практической деятельности
- Мастер-классы от мировых производителей

По всем вопросам, связанным с участием в конференции, обращайтесь в оргкомитет по электронной почте: [info@con-fig.com](mailto:info@con-fig.com)

Официальный сайт конференции: [www.con-fig.com](http://www.con-fig.com)

#### Организаторы / Organizers



#### Медиа партнеры / Media partners



#### Генеральные спонсоры General sponsor



**Trimble**  
www.trimble.ru

**Журнал «Геопрофи»**  
www.geoprofi.ru

**JAVAD GNSS**  
www.javadgns.ru

**ГИА «Иннотер»**  
www.innoter.com

**«АртГео»**  
www.art-geo.ru

**Компания «Совзонд»**  
www.sovzond.ru

**VisionMap**  
www.visionmap.com

**Bentley Systems**  
www.bentley.com/Russia

**«Йена Инструмент»**  
www.jena.ru

**Конференция «Ракурс»**  
conf.racurs.ru/conf2014

**«Кредо-Диалог»**  
www.terra-credo.ru

**СРО «АИИС»**  
www.oaiis.ru

# Новинка! RIEGL VMZ



600m

300kHz

optional



Характеристики RIEGL VZ-400

Полностью интегрированная, высокоточная, компактная мобильная лазерная сканирующая система для комбинированной статической и кинематической съемки. Стоимость системы позволит вам снизить расходы на приобретение оборудования для выполнения работ и быстрее вернуть вложенные инвестиции.



## Гибридная мобильная лазерная сканирующая система

для статического и кинематического сбора трехмерных пространственных данных

### Области применения

- Картирование транспортной инфраструктуры
- Моделирование городов
- Съемка дорожного покрытия
- Съемка/мониторинг строительных площадок
- Съемка открытых карьеров
- Определение объемов сыпучих материалов
- Мониторинг



Искусство создавать точность

### Официальный эксклюзивный дистрибьютор

Россия, 119334, Москва, ул.Вавилова, д.5, корп.3, офис 116

Телефон: +7 (495) 781 7888

E-mail: [info@art-geo.ru](mailto:info@art-geo.ru)

[www.art-geo.ru](http://www.art-geo.ru), [www.riegl.ru](http://www.riegl.ru)



## ВЫСОКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПО ДОСТУПНОЙ ЦЕНЕ

### Приемник ГНСС Trimble R4 с контроллером Trimble Slate

Необходимо быстро выполнить съемку и передать результаты из поля в офис? Современная модель проверенного временем приемника ГНСС Trimble® R4 в связке с новым контроллером Trimble Slate под управлением полевого программного обеспечения Trimble Access™ – это, пожалуй, самое подходящее для вас решение.

Теперь повседневные геодезические работы могут быть выполнены доступными и качественными средствами с самой высокой производительностью.

Узнайте больше на сайте  
<http://www.trimble.com/Survey/TrimbleR4>



© 2013, Trimble Navigation Limited. Все права защищены. Trimble, логотип Globe & Triangle являются товарными знаками Trimble Navigation Limited, зарегистрированными в США и в других странах. Access является товарным знаком Trimble Navigation Limited. Все прочие товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев. SUR-214 RU (04/13)