

#1
2017

ГЕОПРОФ

14 лет

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ



Платиновый спонсор



Золотой спонсор

«ДЕНЬ РАБОТНИКОВ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ»

АЭРОФОТОСЪЕМКА С БЛА:

- СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА БЛА С ПИЛОТИРУЕМЫМИ ЛА
- СЕРТИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ТОПОГРАФИИ И МАРКШЕЙДЕРИИ
- МОНИТОРИНГ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП
- ИССЛЕДОВАНИЯ В АРХЕОЛОГИИ

КОМПАНИЯ TRIMBLE В РОССИИ

CREDO ВЕКТОРИЗАТОР: ЦММ ПО РАСТРУ

LEICA ZENO 20 - ТЕХНОЛОГИЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ

СОЮЗ ОПЕРАТОРОВ СЕТЕЙ ГНСС

ОТ ХОРОБАТА К ЦИФРОВОМУ НИВЕЛИРУ



Мы предлагаем комплексные решения в дистанционном зондировании, цифровой картографии и геоинформатике.

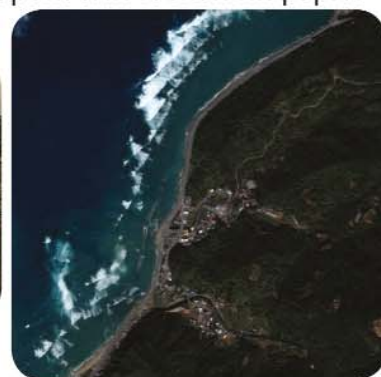
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

Поставка космических снимков с зарубежных и российских спутников

- GeoEye-1; IKONOS; QuickBird; WorldView-1,2,3; Pleiades-1,2; EROS A,B; KOMPSAT-2; ALOS (PRISM, AVNIR-2, PALSAR); SPOT-6,7; TerraSAR-X; TanDEM-X; SPOT-1,2,4,5; FORMOSAT-2; CartoSat-1,2; Terra (ASTER, MODIS), Landsat-5,7; IRS-1C,1D; IRSP6 (ResourceSat); EO-1 (ALI и Hyperion)
- Комета (КБР-1000, ТК-350); Ресурс-Ф2 (МК-4); Ресурс-Ф1 (КФА-1000, КАТЭ-200); Монитор-Э; Ресурс-ДК1; Канопус-В; БелКА-2; Ресурс-П
- Оптимальное покрытие заданных районов космическими снимками в соответствии с требованиями к их точности, качеству и стоимости.

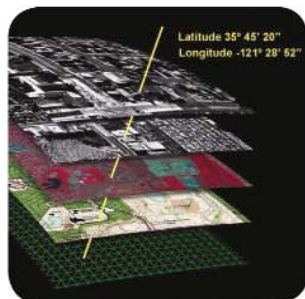
Фотограмметрическая обработка

- Высококачественная цифровая обработка космических снимков: цветные синтезированные изображения и мозаики, ортофотоснимки и ортофотопланы;
- Создание цифровых моделей рельефа и местности;
- Трехмерная визуализация (3D) пространственной информации;
- Услуги по созданию комплексов тематической обработки аэрокосмической информации.



ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЯ

- Создание и сопровождение географических информационных систем (ГИС) различного назначения;
- Создание цифровых топографических и тематических карт различного масштаба;
- Обновление цифровых топографических и тематических карт различного масштаба по материалам аэрокосмических съемок.



ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Разработка программного обеспечения специального назначения;
- Поставка программного обеспечения: OrthoMap, Z-Space, ГИС серии «Панорама», программный комплекс «Нева».

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

- Все виды топографо-геодезических работ;
- Геодезические изыскания.



Уважаемые коллеги!

Этот номер журнала выходит в преддверии профессионального праздника «День работников геодезии и картографии», и его обложка посвящена геодезистам и картографам.

На ней размещены картографические произведения, созданные более 500 лет Леонардо да Винчи (1452–1519). Большинству наших современников, в первую очередь, он известен как итальянский художник, один из представителей искусства эпохи Возрождения. Но Леонардо да Винчи является ярким примером «универсального человека», знания и интересы которого характеризуют его как скульптора, архитектора, анатома, естествоиспытателя, писателя и музыканта. Кто был в Риме, в музее, посвященном работам Леонардо да Винчи, наверняка восхищался его способностям и как изобретателя. Уклономер, измеритель скорости ветра и воды, флюгер, анемоскоп, вертикальный летательный аппарат, воздушный винт, крылья, приводимые в движение человеком, парашют, велосипед, скафандр для водолаза, проектор, модель идеального города — это лишь короткий список многочисленных экспонатов музея. В работах Леонардо да Винчи можно найти первую схему зрительной трубы (телескопа) с двумя линзами, известной как зрительная труба системы Кеплера. Приведенные на обложке журнала карты, которые он создал, работая на Цезаря Борджиа, позволяют говорить о нем и как о профессиональном картографе и геодезисте.

В левой части обложки представлен фрагмент карты региона Тоскана и соседних районов, от устья реки Магра до Тосканеллы и Корнето. Ниже размещена карта более крупного масштаба, изображающая ландшафт, включающий озеро Тразимено и долину Вальдикьяна. Но шедевром, с нашей точки зрения, является детальная трехмерная карта, охватывающая более 100 км морского побережья от Лукки до Кампильи. На ней можно найти города Пизу и Вольтерру. Не только талант и воображение художника помогли Леонардо да Винчи «подняться» на высоту птичьего полета, но и знания закономерности построения на плоскости трехмерного пространства.

Человек всегда мечтал летать и видеть Землю как птицы, вероятно поэтому в нашей повседневной жизни возрастает потребность рассматривать не только трехмерные модели земной поверхности, созданные программным путем, но и наблюдать в режиме реального времени фото- или видеоизображения, получаемые с помощью простейших беспилотных летательных аппаратов. В последнее десятилетие появились и интенсивно развиваются гражданские легкие беспилотные летательные аппараты самолетного типа и вертикального взлета и посадки. Их называют по-разному: в разговорной лексике — беспилотник, дрон или коптер, в Воздушном кодексе РФ — беспилотное воздушное судно и беспилотная авиационная система, в Федеральных правилах использования воздушного пространства РФ — беспилотный летательный аппарат, в технической литературе — БПЛА или БЛА.

Именно беспилотным летательным аппаратам, оснащенным средствами навигации и связи, цифровыми фото- или видеокамерами в различных диапазонах электромагнитных излучений с наземными станциями для планирования и контроля полета, посвящена основная часть публикации этого номера журнала.

Простота в изготовлении, низкая стоимость беспилотных авиационных систем по сравнению с пилотируемыми аэросъемочными комплексами вызывают дополнительный стимул к их освоению и применению в различных областях, включая создание топографических планов и карт крупного масштаба. При кажущейся простоте и доступности внедрение аэросъемочных комплексов на основе беспилотных летательных аппаратов встречает ряд проблем, как любая новая технология, создаваемая в инициативном порядке специалистами, владеющими знаниями в разных областях и стремящимися получить в короткие сроки максимальный эффект.

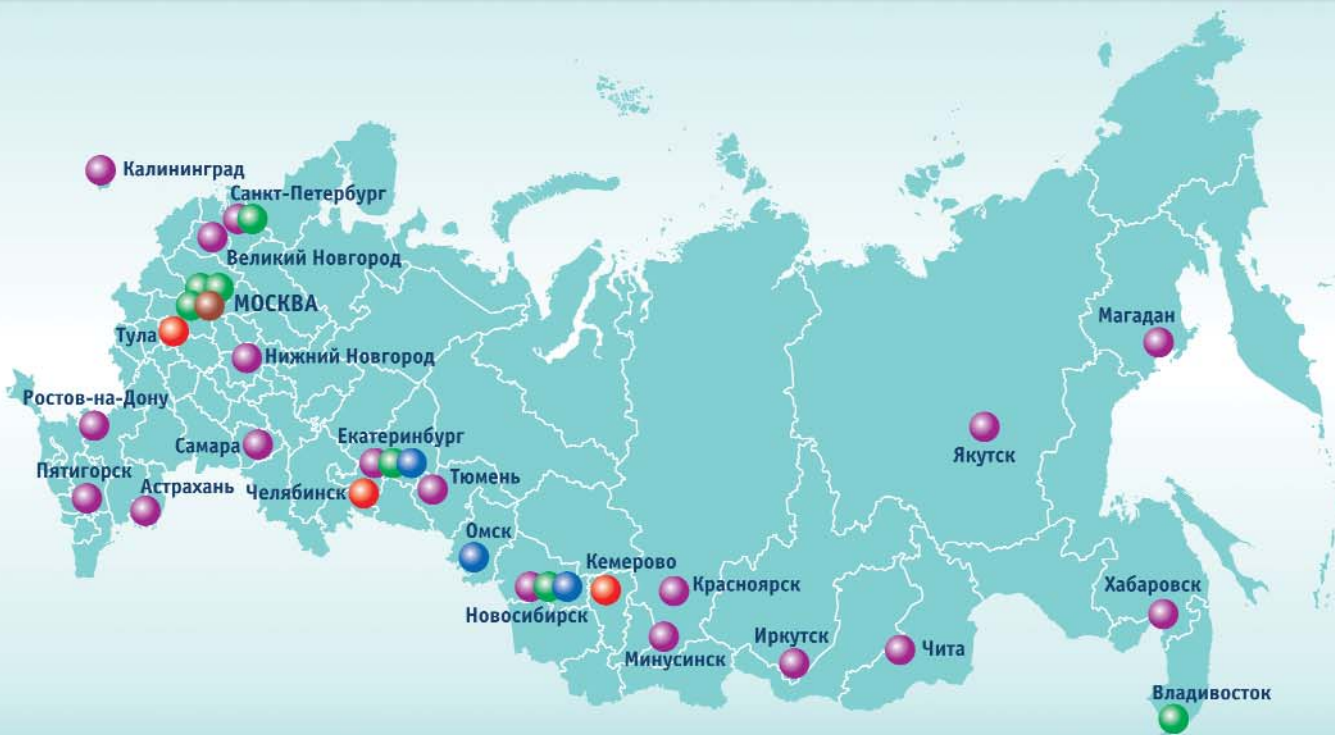
Мы надеемся продолжить публикацию статей по этому направлению, включая рассмотрение законодательных и правовых проблем использования беспилотных летательных аппаратов, нормативно-технических требований к созданию топографо-геодезической и других видов продукции с их помощью, вопросов подготовки кадров, учитывая, что Министерством труда и социальной защиты РФ к 50 наиболее востребованным на рынке и перспективным профессиям, требующим среднего профессионального образования, отнесена профессия «оператор беспилотных летательных аппаратов».

Поздравляем партнеров, авторов и читателей журнала с праздником «День работников геодезии и картографии»! Благодаря специалистам этих профессий созданы планы, карты, ортофотопланы, трехмерные модели рельефа и местности и другая уникальная продукция обширных территорий России и других государств, которая позволяет увидеть Землю с высоты птичьего полета.

Редакция журнала



ГРУППА КОМПАНИЙ АО "РОСКАРТОГРАФИЯ"



18

АЭРОГЕОДЕЗИЧЕСКИХ
ПРЕДПРИЯТИЙ

3

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ
ФАБРИКИ

3

МАРКШЕЙДЕРСКИХ
ПРЕДПРИЯТИЯ

7

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ

1

КАРТОСОСТАВИТЕЛЬСКОЕ
ПРЕДПРИЯТИЕ

- ▶ ВСЕ ВИДЫ ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ
- ▶ КАДАСТР, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО
- ▶ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СНИМКОВ
- ▶ АЭРОФОТОСЪЕМКА И ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ И ТЕРРИТОРИЙ
- ▶ ТЕМАТИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ
- ▶ СОЗДАНИЕ И ОБНОВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ КАРТ И ПЛАНОВ
- ▶ РАЗРАБОТКА, ВНЕДРЕНИЕ И СОПРОВОЖДЕНИЕ ВЕДОМСТВЕННЫХ И ОТРАСЛЕВЫХ ГИС
- ▶ КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕМАРКАЦИИ И ДЕЛИМИТАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЫ

109316, Москва,
Волгоградский проспект,
д. 45, стр. 1

Тел. +7(499) 177-50-00

www.roskartography.ru
e-mail: info@roskartography.ru

Редакция благодарит компании,
поддержавшие издание журнала:

Trimble (Платиновый спонсор),
JAVAD GNSS (Золотой спонсор),
Группа компаний «Иннотер»,
«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»,
«Геодезические приборы», «Совзонд»,
«Кредо-Диалог», ГК «Геоскан»,
НАВГЕОКОМ, АО «Роскартография»,
КБ «Панорама», «Ракурс»,
«УГТ-Холдинг», ПК «ГЕО»,
ГУП «Мосгоргеотрест»,
Центр геодезии, картографии и ИПД

Издатель
Информационное агентство «ГРОМ»

Генеральный директор
В.В. Грошев

Главный редактор
М.С. Романчикова

Редактор
Е.А. Дикая

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 «Урал-Пресс» **010688**

Тираж 3000 экз. Цена свободная

Номер подписан в печать 27.02.2017 г.

Печать Издательство «Проспект»

ОТ РЕДАКЦИИ

С ВЫСОТЫ ПТИЧЬЕГО ПОЛЕТА... 1

ТЕХНОЛОГИИ

- Е.А. Бровко, С.А. Ефимов, А.Е. Семенов, В.Я. Маслялко,
М.Н. Чижов
**ОПЫТ СЕРТИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ
ОРТОФОТОПЛАНОВ И ЦМР С ПОМОЩЬЮ АФК
НА ОСНОВЕ БПЛА** 5
- Н.М. Бабашкин, С.А. Кадничанский, С.С. Нехин
**СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЭРОФОТОТОПОГРАФИЧЕСКОЙ
СЪЕМКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ
И ПИЛОТИРУЕМЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ** 14
- В.К. Барбасов
**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ
СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНЫХ ЛЭП** 20
- В.В. Новиков, П.А. Плетняков
**О СОЗДАНИИ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЛАНДШАФТА
АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ГНЁЗДОВО»** 26
- Кристофер У. Гибсон
**КОМПАНИЯ TRIMBLE В РОССИИ: ОТ ЛОКАЛИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЙ ДО СОВМЕСТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ** 30
- С.С. Матухнов
**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ
ОБЪЕКТОВ ИНЖЕНЕРНОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ** 43
- СРЕДО ВЕКТОРИЗАТОР — НОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦММ ПО РАСТРОВЫМ МАТЕРИАЛАМ** 47

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ

- С.В. Щенников
**СОЮЗ «ОПЕРАТОРОВ СЕТЕЙ ВЫСОКОТОЧНОГО
СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ»** 32

НОВОСТИ

- СОБЫТИЯ** 35
- ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ** 37
- ОБОРУДОВАНИЕ** 39
- ИЗДАНИЯ** 41

ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

- Л.С. Назаров, А.А. Алтынов, В.В. Грошев
РАЗВИТИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ. НИВЕЛИР 50

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ 55

КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ 56

При оформлении первой страницы обложки использовались изображения
с сайта <http://artrue.ru>.

ГРУППА КОМПАНИЙ

www.geoscan.aero
8-800-333-84-77

GEOSCAN

Многоцелевые
аэрофотосъемочные
системы

БПЛА

Беспилотные аэрофотосъемочные системы Геоскан предназначены для получения снимков местности высокого разрешения полностью в автоматическом режиме.



СОФТ

Agisoft PhotoScan Pro - фотограмметрическое программное обеспечение для обработки материалов съемки с беспилотных аппаратов. Спутник – геоинформационная система для визуализации и анализа ортофотопланов, моделей рельефа и 3D-моделей.

УСЛУГИ

Наши опытные специалисты готовы выполнить для Вас аэрофотосъемку любых объектов: от отдельных зданий до целых городов.



Точность данных
аэрофотосъемки
соответствует
масштабу 1:500

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ



Сельское хозяйство



Градостроительство



Геодезия



Горное дело



Дорожное хозяйство



Энергетика



Нефтегазовый сектор



Экологический мониторинг



Поддержка при
чрезвычайных
ситуациях

ОПЫТ СЕРТИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ СОЗДАНИЯ ОРТОФОТОПЛАНОВ И ЦМР С ПОМОЩЬЮ АФК НА ОСНОВЕ БПЛА

Е.А. Бровко (НИИП центр «Природа»)

В 1974 г. окончила картографический факультет МИИГАиК по специальности «картография». После окончания института работает в АО «НИИП центр «Природа» (ранее — Государственный научно-исследовательский и производственный центр «Природа»), в настоящее время — начальник сектора научно-технической информации, ученый секретарь. Кандидат технических наук.

С.А. Ефимов (НИИП центр «Природа»)

В 1983 г. окончил Ленинградское высшее военное топографическое командное училище по специальности «военная картография». После окончания училища проходил службу в кадрах ВС СССР и ВС РФ. С 2005 г. работает в АО «НИИП центр «Природа» (ранее — Государственный научно-исследовательский и производственный центр «Природа»), в настоящее время — директор научно-технического комплекса. Кандидат технических наук.

А.Е. Семенов («Геоскан», Санкт Петербург)

В 1986 г. окончил физический факультет Ленинградского государственного университета имени А.А. Жданова (в настоящее время — Санкт-Петербургский государственный университет) по специальности «физик». С 2011 г. работает в ООО «Геоскан», в настоящее время — генеральный директор.

В.Я. Маслянюк (НПФ «ТАЛКА-ГЕО»)

В 1982 г. окончил геологоразведочный факультет Ивано-Франковского института нефти и газа (в настоящее время — Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Украина) по специальности «прикладная геодезия». С 2010 г. работает в ООО НПФ «ТАЛКА-ГЕО», в настоящее время — главный инженер.

М.Н. Чижов («Сибниуглеобогащение», Красноярск)

В 2001 г. окончил строительный факультет промышленного и гражданского строительства Красноярской государственной архитектурно-строительной академии, в 2007 г. — факультет подземной разработки месторождений полезных ископаемых Института горного дела, геологии и геотехнологий Сибирского федерального университета (Красноярск). В 2013 г. прошел профессиональную переподготовку по направлению «Маркшейдерское дело» в СГУиТ (Новосибирск). С 1992 г. работал в ОАО «Разрез «Березовский-1», с 2015 г. — в ООО НПФ «ТАЛКА-ГЕО». С 2016 г. работает в филиале ООО «Сибниуглеобогащение» (Красноярск), в настоящее время — главный специалист отдела проектирования открытых горных работ.

В соответствии с Федеральным законом о техническом регулировании [1], Концепцией развития отрасли геодезии и картографии до 2020 г. [2], а также с государственной программой РФ об экономическом развитии и инновационной экономике [3], в процессе карто-

графирования территории РФ и ее отдельных регионов становится актуальной сертификация технологий создания различных видов картографической продукции, формируемых с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), в том числе, получаемых с

беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

В современных условиях предлагаются технологии получения различных видов цифровой картографической продукции двойного назначения с использованием БПЛА. Задача оценки этих технологий на со-

ответствие требованиям, предъявляемым к создаваемой с их помощью картографической продукции (сертификация), представляется не только актуальной и востребованной, но и обязательной.

В АО «НИИП центр «Природа» в течение последних лет разрабатываются требования к сертификации различных видов картографической продукции, создаваемой с использованием данных ДЗЗ [4], включая сертификацию цифровой продукции для решения задач картографии и маркшейдерии, создаваемой с использованием измерительных комплексов на основе БПЛА.

В данной статье авторы делятся опытом сертификации технологии применения беспилотных летательных аппаратов для создания ортофотопланов, цифровых моделей местности (ЦММ), включающих цифровые модели рельефа (ЦМР) и цифровые модели поверхностей, в соответствии с требованиями действующих нормативных документов к топографическим планам различных масштабов и подсчету объемов горных выработок при выполнении маркшейдерских работ.

В марте-июле 2015 г. органом по сертификации ООО «Оборонкадастр», входящим в систему добровольной сертификации геодезической и картографической продукции федерального и специального назначения «Тестгеосервис», с привлечением сотрудников испытательной лаборатории НИИП центр «Природа» выполнялись работы по сертификации технологий, разработанных ООО «ПЛАЗ (Санкт-Петербург):

— Технология 1. Применение беспилотных летательных аппаратов серии Геоскан и программного обеспечения Фотоскан для создания ортофотопланов и ЦММ с точностью, соответствующей требованиям Инструкций [5, 6] к топографиче-

ским планам масштабов 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 (рис. 1).

— Технология 2. Применение беспилотных летательных аппаратов серии Геоскан и программного обеспечения Фотоскан для создания цифровых моделей поверхностей с целью определения объемов земляных работ и объемов горных выработок при добыче полезных ископаемых открытым способом, в соответствии с требованиями Инструкции [7] по маркшейдерскому учету объемов горных работ.

▼ **Методика проведения сертификационных испытаний**

Сертификации предшествовало создание в НИИП центр «Природа» нормативно-технических документов (НТД): «Требования к Технологии 1», «Требования к Технологии 2» и «Правила проведения сертификации Технологий». Согласно НТД, проверялось соответствие следующим основным показателям:

- назначение;
- состав;
- функциональные требования (в процессе получения и обработки информации);
- виды обеспечения;
- состав и параметры технических средств;
- программное обеспечение;
- информационная и программная совместимость;
- защита данных и программ;
- надежность;
- наличие документации.

Сертификационные испытания по каждой технологии выполнялись в три этапа: полевые работы, камеральная обработка полевых материалов и анализ полученных результатов на соответствие требованиям [5–8].

Полевые работы проводились в условиях испытательного полигона. Для выполнения полевых и камеральных работ привлекались сотрудники ООО

НПФ «ТАЛКА-ГЕО», имеющие большой опыт применения данной технологии для решения картографических и маркшейдерских задач [9].

▼ **Сертификационные испытания Технологии 1**

Полевые работы проходили на полигоне Государственного университета по землеустройству (ГУЗ) (рис. 2). Аэрофотосъемка (АФС) территории полигона выполнялась при помощи аэрофотосъемочного комплекса (АФК), состоящего из БПЛА самолетного типа Геоскан 101 (рис. 3), оснащенного цифровой фотокамерой Sony RX1 с размером результирующего кадра 24 Мпикселя, в двух режимах — при средней высоте съемки 150 м с размером пикселя на местности 3,5 см и при средней высоте съемки 300 м с размером пикселя на местности 7 см.

Основные технические характеристики БПЛА самолетного типа Геоскан 101:

- продолжительность полета — 1 час;

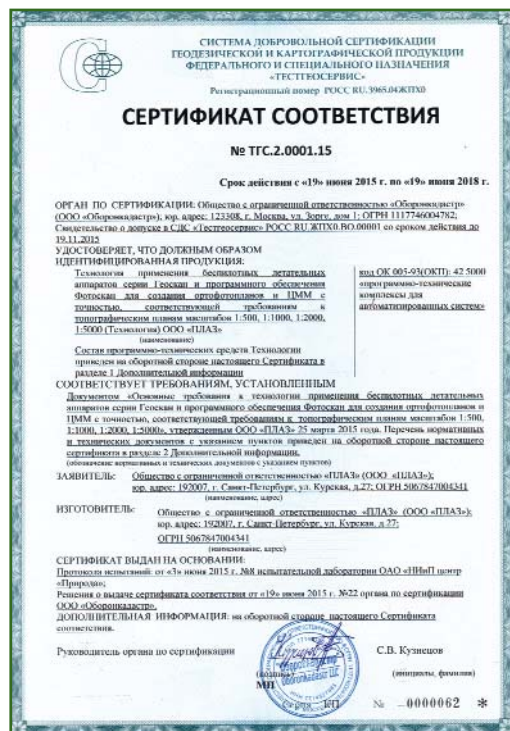


Рис. 1
Сертификат соответствия Технологии 1



Рис. 2
Общий вид полигона ГУЗ с пунктами планово-высотного обоснования

- радиус действия — 25 км;
- минимальная/максимальная скорость — 54/108 км/ч;
- рабочая (крейсерская) скорость — 60 км/ч;
- высота полета — от 100 до 3000 м;
- рабочая высота полета — 120–300 м;
- площадь участка съемки за 1 полет при средней высоте полета 150 м — 3–4 км².

При средней высоте съемки 150 м было получено 847 снимков, а при средней высоте съемки 300 м — 551 снимок. Кроме того, были получены файлы данных с датчиков автопилота в моменты фотографирования, включающие идентификатор снимка, навигационные координаты, барометрическую высоту, крен, тангаж и курс.

Координаты центров фотографирования (ЦФ) снимков определялись с помощью бортового двухчастотного приемника GPS/ГЛОНАСС в режиме кинематики. Средняя ошибка определения координат центров фотографирования в плане составила 0,019 м, по высоте — 0,016 м. Оценка точности проводилась средствами программного обеспечения (ПО) Topcon Tools.

Для оценки точности ортопланов и ЦМР использовались контрольные точки: четкие контуры местности и опознаки, закрепленные на местности до выполнения АФС (рис. 4). Общее количество контрольных точек составило 22 (10 контуров местности и 12 опознаков). Координаты контрольных точек определялись геодезическим приемником GPS/ГЛОНАСС в режиме быстрой статики. Базовые станции ГНСС располагались на пунктах планово-высотного обоснования, заложенных на полигоне (рис. 2), взаимное

местоположение которых по результатам оценки точности составило 0,002 м. Постобработка и уравнивание спутниковых измерений выполнялись в ПО Topcon Tools 8.2.3. Средняя ошибка определения координат контрольных точек в плане составила 0,005 м, а по высоте — 0,007 м.

Во время выполнения полевых работ проводилась проверка соответствия всех процессов основным требованиям, указанным в НТД.

Создание трехмерной модели местности, ее масштабирование и ориентирование осуществлялись по пространственным координатам ЦФ снимков в ПО Фотоскан (Agisoft PhotoScan) [10]. Его особенностью является полностью автоматизированный процесс фотограмметрической обработки материалов АФС. Исходными данными при обработке служат аэрофотоснимки в одном из принимаемых системой форматов, пространственные координаты опорных точек, закрепленных на местности, и параметры съемочной камеры. При испытаниях в качестве опорных точек были приняты пространственные координаты ЦФ снимков. Поиск связующих точек на снимках в программе реализуется современными методами машинного зрения. Параметры ка-



Рис. 3
Подготовка к полету АФК на основе БПЛА Геоскан 101

либровки камеры (в том числе коэффициенты радиальной и тангенциальной дисторсии) определяются при обработке снимков [11]. Расчет дисторсий происходит в процессе нелинейной оптимизации. При построении модели главной задачей является минимизация невязки по связующим точкам, а также по координатам ЦФ снимков и опорных точек. При этом неизвестными параметрами модели выступают как параметры внешнего ориентирования фотокамеры (координаты центра фотографирования и углы поворота камеры), так и параметры внутреннего ориентирования (фокусное расстояние, координаты главной точки, коэффициенты дисторсии). Для оптимизации модели используется метод Гаусса-Ньютона с контролем шага на каждой итерации [12].

В результате фотограмметрической обработки было создано плотное облако точек, которое экспортировалось в виде полигональной модели поверхности (DEM — в формате GeoTIFF и TIN — в формате DXF) и ортофотоплана в формате JPEG. Кроме того, была создана структурированная цифровая модель местности. Такую модель удобно использовать в процессе камерального дешифрирования контуров и высотных объектов, например, определять типы строений и их этажность, структурные линии естественного и искусственного рельефа и т. д.

ПО Фотоскан также позволяет классифицировать плотное облако точек по типу (растительность, искусственные сооружения и др.), отфильтровать точки рельефа земной поверхности и получить цифровую модель рельефа [10]. Именно такая модель использовалась для оценки точности.

Оценка точности ортофотопланов и ЦМР выполнялась путем сравнения пространственных координат (X, Y, Z) конт-



Рис. 4

Контрольные точки: контуры местности (вверху) и опознаки (внизу)

рольных точек модели (32с, 58с, 67с, рис. 5) с пространственными координатами этих же точек, определенных инструментально по спутниковым измерениям (32, 58, 67, рис. 5). Для получе-

ния плановых координат X и Y точек модели использовалась программа Global Mapper. Пример определения плановых координат контрольных точек модели показан на рис. 3.



Рис. 5

Отображение положения контрольных точек на снимке (слева) и в программе Global Mapper (справа)

Результаты оценки точности ортофотопланов и ЦМР

Таблица 1

	Ошибки контрольных точек		
	Минимальная	Максимальная	Средняя
<i>Средняя высота съемки 150 м</i>			
В плане, м	0,017	0,100	0,041
По высоте, м	0,001	0,110	0,058
<i>Средняя высота съемки 300 м</i>			
В плане, м	-0,017	0,120	0,058
По высоте, м	0,002	0,103	0,042

Центры контрольных точек в плане указывались оператором визуально. Координата Z присваивалась им по ЦМР.

Результаты оценки точности ортофотопланов и ЦМР, полученных по материалам АФС с разных высот съемки по 22 контрольным точкам, приведены в табл. 1.

▼ Сертификационные испытания Технологии 2

При сертификации Технологии 2 методика и состав работ по плано-высотной геодезической подготовке, аэрофотосъемке и фотограмметрической обработке материалов АФС были аналогичны сертификации Технологии 1.

Полевые работы проводились на территории угольного разреза предприятия АО «Разрез Березовский» в Шарыповском районе Красноярского края.

Аэрофотосъемка выполнялась при помощи АФК, состоящего из квадрокоптера Геоскан 401 (рис. 6), оснащенного цифровой фотокамерой Sony RX1 с размером результирующего кадра 24 Мпикселя и бортовым двухчастотным приемником GPS/ГЛОНАСС для точного определения координат ЦФ снимка.

Основные технические характеристики квадрокоптера Геоскан 401:

- продолжительность полета — 1 час;
- радиус действия — 15 км;

- вертикальная/горизонтальная скорость — 5/60 км/ч;
- рабочая (крейсерская) скорость — 30 км/ч;
- высота полета — 500 м;
- рабочая высота полета — 30–200 м;

— площадь участка съемки за 1 полет при средней высоте полета 75 м — 0,5 км².

В качестве эталона был принят участок устоявшегося отвала пустой породы площадью 0,04 км² (рис. 7). На участке была выполнена детальная тахеометрическая съемка в масштаба 1:200 с сечением рельефа горизонталями через каждые 0,25 м. Плотность пикетов составила 280 точек на 0,01 км² (1120 точек на участок). В процессе камеральных работ по данным тахеометрической съемки с учетом структурных линий рельефа в ПО AutoCAD Civil 3D была построена трехмерная модель поверхности в виде TIN-поверх-



Рис. 6

АФК на основе квадрокоптера Геоскан 401 перед полетом



Рис. 7

Полигон на территории АО «Разрез Березовский»

Характеристики различных вариантов трехмерных моделей

Таблица 2

Характеристики модели	Модель по данным тахеометрической съемки (эталон)	Модели по данным АФС		
		Плотная	Средняя	Редкая
<i>Общие</i>				
Количество точек	1120	31 542	15 618	3069
Средняя отметка, м	280,52	280,52	280,52	280,53
Отклонение средней отметки от эталона, м		0	0	-0,01
<i>Расширенные</i>				
Площадь двумерной поверхности, м ²	39 703,18	39 703,18	39 703,18	39 703,18
Площадь трехмерной поверхности, м ²	41 374,87	41 779,52	41 701,64	41 378,83
<i>TIN-поверхность</i>				
Количество треугольников	2144	61 505	30 134	5615
Максимальная площадь треугольника, м ²	107,59	5,98	7,94	31,66

ности на основе триангуляции Делоне.

Для анализа точности построения ЦМР по сертифицируемой технологии плотное облако точек, созданное по материалам обработки АФС в ПО Фотоскан, было экспортировано в ПО AutoCAD Civil 3D в формате DXF в виде ЦМР с различной детальностью отображения рельефа. С помощью этого ПО были построены трехмерные модели поверхности в виде TIN-поверхности — плотная, средняя и редкая. Это было сделано, поскольку размер файла DXF, содержащий трехмерную модель поверхности, зависит от количества треугольников TIN-поверхности и в значительной степени влияет на производительность обработки в ПО AutoCAD Civil 3D. Минимизация избыточных геопространственных данных является важным условием построения трехмерных моделей поверхностей. Было необходимо выяснить, как степень детализации отображения рельефа влияет на точность определения объемов по ЦМР. Характеристики этих моделей, а также модели, построенной по данным тахеометрической съемки, представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, трехмерные модели поверхностей, построенные по данным тахеометрической

съемки и полученные по материалам АФС, близки, а средняя отметка их поверхностей практически совпадает. На рис. 8 представлена совмещенная трехмерная модель поверхностей, построенных по данным тахеометрической съемки и по плотной модели, полученной по материалам АФС.

Оценка точности построения ЦМР проводилась путем сравнения высотных отметок одноименных точек, полученных при тахеометрической съемке (Z_{it}), и по цифровой модели рельефа, построенной по материалам АФС (Z_i). При оценке точности ЦМР высотные отметки Z_{it} принимались за истинные (безошибочные).

В результате обработки средние абсолютные значения разностей $\Delta Z = Z_i - Z_{it}$ для моделей, полученных по данным АФС с различной детальностью отображения рельефа, составили:

- плотная — 0,0395 м;
- средняя — 0,0632 м;
- редкая — 0,1080 м.

По моделям разной детальности в ПО AutoCAD Civil 3D были рассчитаны объемы тела отвала относительно исходной поверхности. За исходную была принята поверхность, построенная по данным тахеометрической съемки до отсыпки отвала. Отклонения между объемами отвала, рассчитанными по цифровым моделям рельефа, построенным по данным АФС и по



Рис. 8
Совмещенная трехмерная модель поверхностей в ПО AutoCAD Civil 3D

Анализ расчета объемов отвала по различным вариантам моделей

Таблица 3

Способ получения модели и ее детальность	Выемка, м ³	Насыпь, м ³	Разность, м ³	Отклонение от эталона, м ³	Отклонение от эталона, %
Тахеометрическая съемка	2395,13	235 095,42	232 700,29		
АФС (плотная)	2431,61	235 308,6	232 876,99	176,7	0,08
АФС (средняя)	2430,1	235 291,98	232 861,88	161,59	0,07
АФС (редкая)	2359,07	235 349,44	232 990,37	290,08	0,12

данным тахеометрической съемки, приведены в табл. 3.

Для сравнения результатов определения объема вынутых горных пород вскрышного уступа, разрабатываемого на разрезе АО «Разрез Березовский», маркшейдерской службой предприятия параллельно были выполнены измерения поверхности вскрышного уступа 22.06.2015 г. и 29.06.2015 г. методом тахеометрической съемки и методом аэрофотосъемки с применением АФС на основе квадрокоптера Геоскан 401. На рис. 9 представлены ортофотопланы вскрышного уступа разреза на разные даты, на рис. 10 показан совмещенный план состояния вскрышного уступа разреза до и после выемки горной породы в горизонталях, а на рис. 11 — совмещенные ЦМР до и после выемки горной породы.

Объемы вынутых горных пород, рассчитанные в ПО AutoCAD Civil 3D, составили: по данным тахеометрической съемки — 58 000,00 м³, а по материалам АФС — 58 970,41 м³.

Расхождение между вычисленным объемом вынутых горных пород по материалам аэрофотосъемки с применением беспилотного АФС на основе квадрокоптера Геоскан 401 и по данным тахеометрической съемки составило 970,41 м³ или 1,65% от общего объема. Эта погрешность не превышает допустимую погрешность определения объема вынутых горных пород при маркшейдерской



Рис. 9

Ортофотопланы вскрышного уступа разреза на разные даты (22.06.2015 г. — сверху и 29.06.2015 г. — внизу)

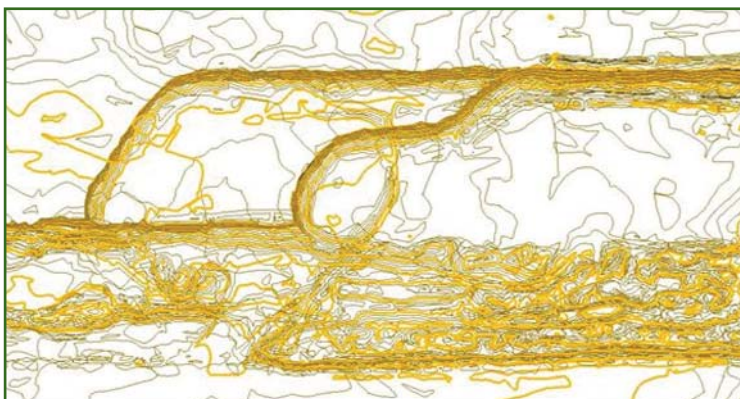


Рис. 10

Совмещенный план состояния вскрышного уступа разреза до и после выемки горной породы в горизонталях

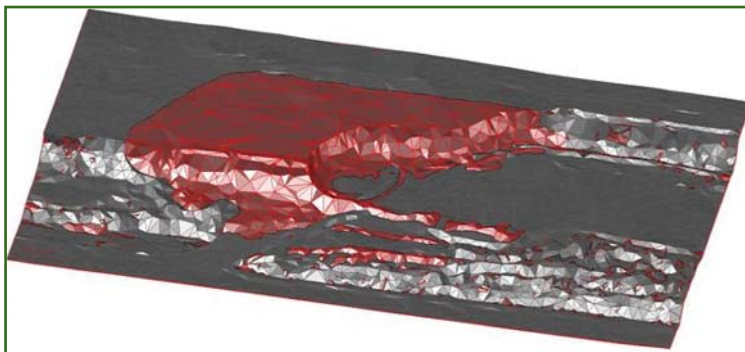


Рис. 11
Созмещенные ЦМР вскрышного уступа разреза до и после выемки горной породы

съемке вскрышного уступа, которая составляет 6,18%, согласно инструкции [7].

Результаты проведенных сертификационных испытаний Технологии 1 и Технологии 2 на основе БПЛА серии Геоскан показали их полное соответствие требованиям действующих нормативных документов [5–8], предъявляемым к ортофотопланам, цифровым моделям местности и цифровым моделям поверхностей.

По результатам испытаний ООО «Оборонкадастр» выданы Сертификаты соответствия и Свидетельства на право применения знака соответствия технологиям ООО «ПЛАЗ» в области картографии и маркшейдерии.

В заключение следует отметить, что сертификация технологии создания цифровой картографической продукции с использованием данных БПЛА предусматривает участие представителей разработчика и испытательной лаборатории во всех этапах, касающихся:

- разработки порядка проведения испытаний;
- испытаний на полигоне;
- камеральной обработки данных;
- сопоставления полученных результатов требованиям нормативной базы.

Для сокращения сроков работ по сертификации и затрат на их проведение авторами

предлагается видеоизменить описанную выше схему.

Порядок проведения испытаний разрабатывают сотрудники испытательной лаборатории.

Испытания на полигоне и камеральную обработку данных осуществляют специалисты разработчика с гарантированным предоставлением всех параметров, характеристик и материалов, согласно утвержденному порядку их проведения.

Далее для сопоставления полученных результатов с требованиями нормативной базы в испытательной лаборатории, на специальном аппаратно-программном комплексе (стенде), с установленными на нем необходимыми программами и системой требований к каждому из этапов Технологии, осуществляется аудит присланной для сертификации продукции. При положительных результатах испытаний выдается сертификат.

В связи с вышеизложенным, целесообразна отработка и стандартизация системы требований к испытанию на стенде технологий создания и обновления цифровой картографической продукции по данным ДЗЗ различных уровней и видов.

▼ Список литературы

1. Федеральный Закон «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 г.
2. Концепция развития отрасли геодезии и картографии до 2020 г.

Утверждена Распоряжением Правительства РФ от 17 декабря 2010 г. № 2378-р.

3. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 316 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Экономическое развитие и инновационная экономика» (с изменениями и дополнениями).

4. Ефимов С.А., Бровко Е.А., Алтынов А.Е. Совершенствование системы сертификации технологий создания и обновления цифровой картографической продукции по данным ДЗЗ, в том числе с использованием беспилотных летательных аппаратов // Тезисы докладов IV Международной конференции «Геодезия, маркшейдерия, аэросъемка на рубеже веков». — М., 2015.

5. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ГНТА) — 02-36-02.

6. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. ГКИНП — 02-033-82.

7. Инструкция по маркшейдерскому учету объемов горных работ при добыче полезных ископаемых открытым способом. РД 07-604-03.

8. Основные положения для аэрофотосъемки, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов. ГКИНП-09-32-80.

9. Лаптева М.И., Масляно В.Я., Финажин Д.Н., Чижов М.Н. Использование данных ДЗЗ с применением аэрофотосъемочного комплекса GeoScan-101 в САПР AutoCAD Civil 3D (опыт работы на угольных разрезах СУЭК) // Автоматизация в промышленности. — 2014. — № 9.

10. Руководство пользователя Agisoft PhotoScan. — www.agisoft.com.

11. Иноземцев Д.П. Беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Часть 2. Модель обработки аэрофотоснимков в среде Agisoft PhotoScan // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. — 2013. — № 3(50). — С. 48–51.

12. Bill Triggs, Philip Mclauchlan, Richard Hartley, Andrew Fitzgibbon. Bundle Adjustment — A Modern Synthesis. Bill Triggs and Andrew Zisserman and Richard Szeliski. International Workshop on Vision Algorithms, Sep 2000, Corfu, Greece.

ТОРСОН

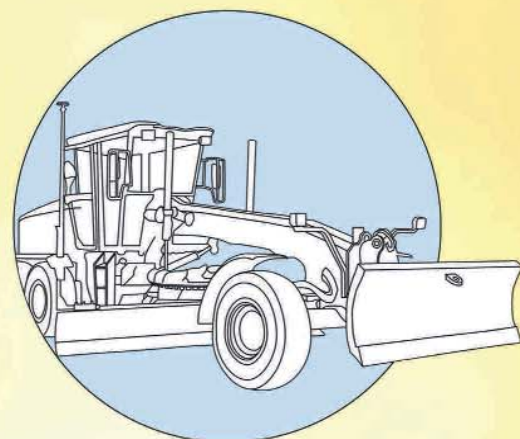
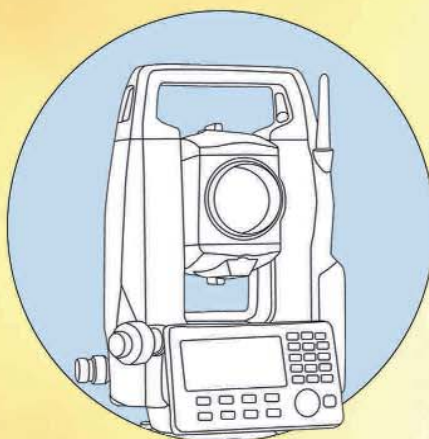
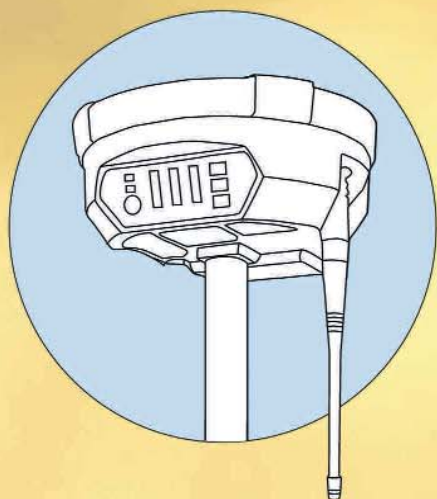
SOKKIA

VEGA
CONSTRUCTION INSTRUMENTS



**ЗАО «Геодезические приборы»
г. Санкт-Петербург**

**Официальный представитель Торсон Sokkia
на Северо-Западе России**



**ЗАО «Геодезические приборы»
г. Санкт-Петербург,
ул. Большая Монетная, д. 16**

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



www.geopribori.ru

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЭРОФОТОТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ И ПИЛОТИРУЕМЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Н.М. Бабашкин (Центр геодезии, картографии и ИПД)

В 1972 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания института работал в МИИГАиК. С 1982 г. работает в ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД» (до 2013 г. — ЦНИИГАиК), в настоящее время — заместитель начальника отдела аэрокосмосъемки и фотограмметрии.

С.А. Кадничанский (Центр геодезии, картографии и ИПД)

В 1973 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания института работал в Госцентре «Природа», с 1979 г. — в ЦНИИГАиК, с 1993 г. — в РосНИЦ «Земля», Центре «ЛАРИС», с 2002 г. — в ФГУП «Госземкадастръемка» — ВИСХАГИ, с 2005 г. — в компании «Геокосмос», затем — в НП АГП «Меридиан+» и ФГУП «ГосНИИ авиационных систем». С 2015 г. работает в ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД», в настоящее время — начальник отдела аэрокосмосъемки и фотограмметрии. Кандидат технических наук.

С.С. Нехин (Центр геодезии, картографии и ИПД)

В 1974 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания института работает в ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД» (до 2013 г. — ЦНИИГАиК), в настоящее время — начальник управления фотограмметрических исследований. Доктор технических наук.

В настоящее время беспилотные воздушные суда (БВС) уверенно и быстро находят применение в гражданских отраслях, в том числе при решении задач дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), вообще, и аэрофотосъемки (АФС), в частности. По данным Еврокомиссии, 6% от общего объема используемых материалов ДЗЗ получают с помощью БВС. Все чаще БВС используют при аэрофотосъемке местности, например, для создания ортофотопланов, но, как правило, ограничиваются сравнительно небольшими по площади или протяженности объектами. Для таких объектов преимущества аэрофотосъемки с помощью беспилотных авиа-

ционных систем по сравнению с пилотируемыми воздушными судами очевидны и обусловлены следующими ее достоинствами:

— эксплуатация и содержание БВС значительно легче и требует меньших затрат, что особенно проявляется на небольших по площади территориях, требующих частой оперативной АФС;

— для выполнения АФС не нужен аэродром или специально подготовленная площадка;

— стоимость комплекта оборудования для выполнения АФС, включая стоимость воздушного судна, существенно ниже.

Кроме того, парк пилотируемых воздушных судов (Ту-134СХ,

Ан-30, Ан-26, Ан-2, Л-410 и др.) со временем устаревает, что вызывает необходимость использовать для аэрофотосъемки альтернативные средства в виде беспилотных авиационных систем.

Однако эффективность аэрофотосъемки с помощью БВС для значительных по размеру объектов вовсе не очевидна, ввиду сравнительно низкой производительности, и зависит, помимо размера объекта, от технических характеристик БВС и аэросъемочной аппаратуры. Совершенно очевидно, что при анализе эффективности не следует ограничиваться только процессом аэрофотосъемки, а необходимо рас-

смаивать в комплексе все работы по созданию конечной продукции, например, ортофотоплана, включая подготовку планово-высотной основы и камеральную фотограмметрическую обработку.

Проведем сравнительный анализ себестоимости создания ортофотоплана на основе материалов АФС для территорий, имеющих разные значения площади, при условии, что каждая территория имеет форму квадрата, а требуемый размер пикселя на местности составляет 15 см, что соответствует масштабу 1:2000. Рассмотрим 6 вариантов аэрофотосъемочных комплексов:

1. Самолет АН-30, оснащенный полноформатной топографической аэрофотокамерой с размером результирующего кадра 240 Мпикселей (АН30 + 240 Мп).

2. Легкомоторный негерметичный самолет, оснащенный полноформатной топографической аэрофотокамерой с размером результирующего кадра 240 Мпикселей (Легкий самолет + 240 Мп).

3. БВС с электрическим двигателем, оснащенное фотокамерой с размером результирующего кадра 24 Мпикселя, продолжительность полета которого составляет 1 час (БВС электро 1 + 24 Мп).

4. БВС с электрическим двигателем, оснащенное фотокамерой с размером результирующего кадра 24 Мпикселя, продолжительность полета которого составляет 5 часов (БВС электро 5 + 24 Мп).

5. БВС с бензиновым двигателем, оснащенное среднеформатной аэрофотокамерой с размером результирующего кадра 80 Мпикселей, продолжительность полета которого составляет 10 часов (БВС бензин + 80 Мп).

6. БВС с гибридным двигателем, оснащенное среднеформатной аэрофотокамерой с размером результирующего кадра 80 Мпикселей, продолжительность полета которого составляет 6 часов (БВС гибрид + 80 Мп).

Во всех вариантах предполагается использование на борту двухчастотных приемников ГНСС,

обеспечивающих определение координат центров проекции снимков с требуемой точностью. Однако разреженная полевая планово-высотная подготовка аэрофотоснимков в составе работ учитывается для всех вариантов с одинаковой плотностью, выраженной числом базисов фотографирования и маршрутов между рядами опознаков. В табл. 1 приведены основные технические характеристики аэрофотосъемочных комплексов.

При сравнительном анализе учитывались следующие общие условия и данные:

— эффективный угол поля зрения (часть поперечного угла поля зрения, ограничивающая используемую для ортофотоплана часть снимка);

— стоимость одного рабочего дня исполнителя, включая накладные расходы;

— затраты на командировки (суточные, квартирные, проезд к месту выполнения работ и обратно);

— транспортные расходы во время выполнения работ;

— число съемочных дней в году;

Технические характеристики аэрофотосъемочных комплексов

Таблица 1

Тип воздушного судна и фотокамеры	АН30 + 240 Мп	Легкий самолет + 240 Мп	БВС электро 1 + 24 Мп	БВС электро 5 + 24 Мп	БВС бензин + 80 Мп	БВС гибрид + 80 Мп
Скорость полета, км/ч	360	200	70	70	140	140
Максимальная продолжительность полета, ч	5,5	3,0	1,0	5,0	10,0	6,0
Стоимость АФС-оборудования, включая ТО, тыс. руб.	72 000	72 000	2700	3700	13 300	12 700
Максимальная высота АФС, м	6500	3000	4000	4000	7000	7000
Фокусное расстояние фотокамеры, мм	112	112	35	35	55	55
Физический размер пикселя, мм	0,0056	0,0056	0,0059	0,0059	0,0052	0,0052
Поперечный угол поля зрения, °	45,5	45,5	53,7	53,7	52,0	52,0
Максимальное число снимков за вылет	3000	3000	10 000	10 000	6000	6000

Значения параметров съемки для различных аэрофотосъемочных комплексов

Таблица 2

Тип воздушного судна и фотокамеры	АН30 + 240 Мп	Легкий самолет + 240 Мп	БВС электро 1 + 24 Мп	БВС электро 5 + 24 Мп	БВС бензин + 80 Мп	БВС гибрид + 80 Мп
Продольное перекрытие, %	60	60	75	75	60	60
Минимальное допустимое поперечное перекрытие, %	30	30	50	50	30	30
Время на разворот, мин	4,5	4	3	3	3	3
Стоимость часа летного времени, тыс. руб.	140	28	0	0	0	0
Удаление от места постоянного базирования, км	500	500	0	0	0	0
Среднее удаление от места временного базирования, км	150	150	10	10	10	10
Пауза между вылетами, ч	2,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6

- продолжительность съемочного дня;
- число базисов за пределами участка съемки;
- допустимое минимальное поперечное перекрытие;
- срок амортизации оборудования;
- отношение числа нелетных дней к числу съемочных дней;
- продолжительность паузы между вылетами;
- число исполнителей, включая специалиста на наземной базовой станции ГНСС.

В табл. 2 приведены значения параметров съемки для каждого из рассматриваемых вариантов аэрофотосъемочных комплексов.

С учетом перечисленных условий и параметров была рассчитана себестоимость всего объема работ по созданию ортофотопланов масштаба 1:2000 для различных по площади объектов квадратной формы и себестоимость 1 км² таких ортофотопланов.

На рис. 1 показаны графики зависимости себестоимости 1 км² ортофотоплана от площади объекта, а на рис. 2 — графики зависимости себестоимости всего объема работ от площади объекта, при ее значениях от 5 км² до 75 км². На гра-

фиках видно, что при использовании комплексов АФС на основе БВС себестоимость ортофотоплана существенно ниже, чем для любого пилотируемого воздушного судна, а себестоимость

всего объема работ почти не меняется с его увеличением. Это объясняется тем, что для аэрофотосъемки с помощью всех вариантов комплексов АФС и площадей объекта в данном интер-

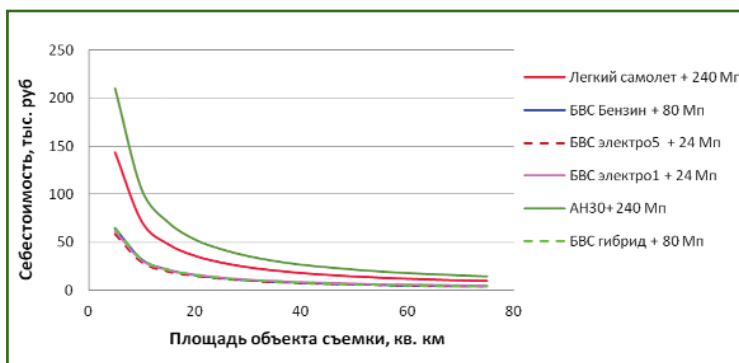


Рис. 1

Графики зависимости себестоимости 1 км² ортофотоплана масштаба 1:2000 от площади объекта при ее значениях от 5 км² до 75 км²

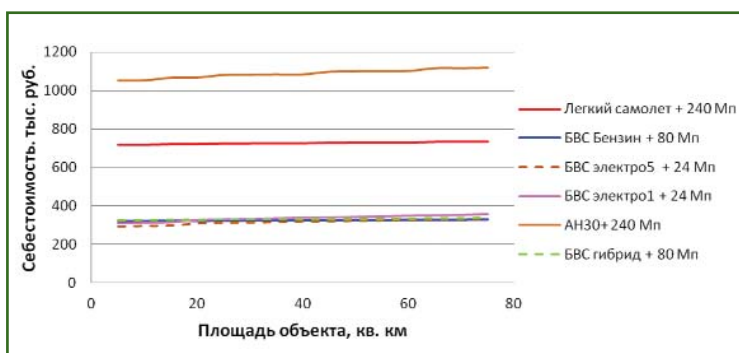


Рис. 2

Графики зависимости себестоимости всего объема работ по созданию ортофотоплана масштаба 1:2000 от площади объекта при ее значениях от 5 км² до 75 км²

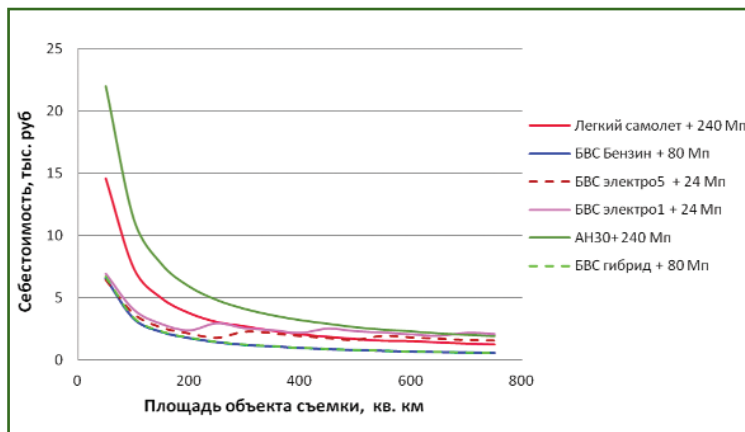


Рис. 3
Графики зависимости себестоимости 1 км² ортофотоплана масштаба 1:2000 от площади объекта при ее значениях от 50 км² до 750 км²

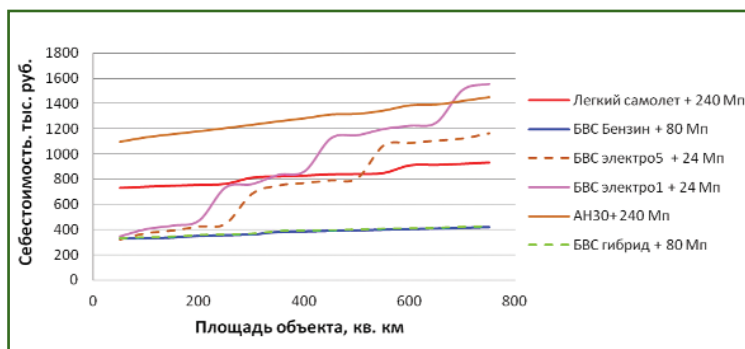


Рис. 4
Графики зависимости себестоимости всего объема работ по созданию ортофотоплана масштаба 1:2000 от площади объекта при ее значениях от 50 км² до 750 км²

вале требуется один съемочный день. Амортизация оборудования, затраты на перелет к месту временного базирования, от места временного базирования до объекта съемки и обратно для любого из пилотируемых самолетов слишком велики по сравнению с затратами на саму аэрофотосъемку таких небольших по площади объектов. Кроме того, следует отметить, что в данном случае ни один из комплексов АФС на основе БВС не имеет преимуществ.

На рис. 3 и 4 приведены графики, которые наглядно показывают, что съемку объектов площадью от 50 км² до 750 км² наиболее экономически эффективно выполнять комплексами на основе БВС со среднефор-

матной аэрофотокамерой 80 Мпикселей. Для объекта площадью около 100 км² их преимущество по сравнению с комплексами на основе БВС с фото-

камерой 24 Мпикселя ощутимо, а с увеличением площади значительно возрастает. Это объясняется более высокой производительностью среднеформатной аэрофотокамеры и, как следствие, сокращением числа съемочных дней и расходов на командировки, а также меньшим числом аэрофотоснимков и вытекающим из этого сокращением затрат на их фотограмметрическую обработку. Комплекс БВС с фотокамерой 24 Мпикселя с продолжительностью полета 1 час эффективнее комплекса легкомоторного самолета с полноформатной топографической аэрофотокамерой для объектов площадью менее 350 км², а для самолета АН-30 — менее 700 км². Себестоимость съемки объектов любой площади, выполненной с помощью комплекса БВС с фотокамерой 24 Мпикселя с продолжительностью полета 5 часов, меньше, чем с помощью комплекса на основе АН-30, а для объектов площадью менее 500 км² его применение эффективнее легкомоторного самолета с полноформатной топографической аэрофотокамерой. С дальнейшим увеличением площади объекта от 1000 км² до 15 000 км² эффективность комплексов с фотокамерой 24 Мпикселя по сравнению с другими вариантами комплек-

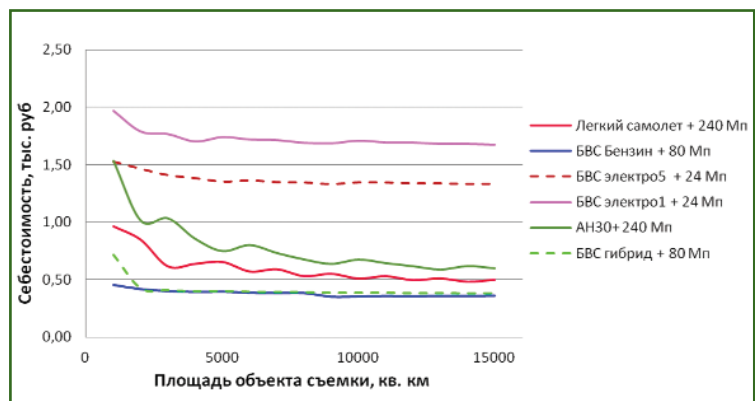


Рис. 5
Графики зависимости себестоимости 1 км² ортофотоплана масштаба 1:2000 от площади объекта при ее значениях от 1000 км² до 15 000 км²

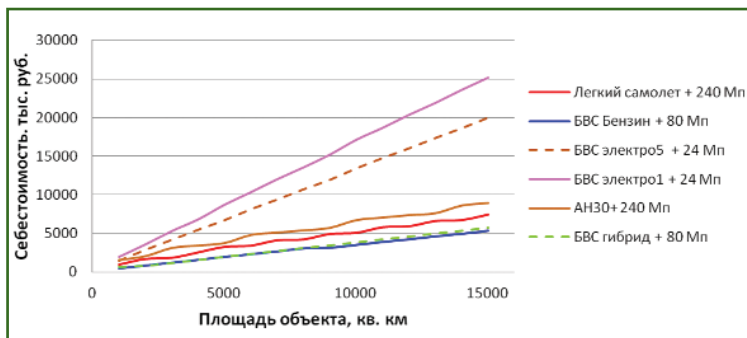


Рис. 6

Графики зависимости себестоимости всего объема работ по созданию ортофотоплана масштаба 1:2000 от площади объекта при ее значениях от 1000 км² до 15 000 км²

сов заметно снижается, что видно из рис. 5 и 6, а преимущество БВС со среднеформатной аэрофотокамерой 80 Мпикселей сохраняется. Однако, если для площади до 2000 км² эффективность БВС с аэрофотокамерой 80 Мпикселей по сравнению с пилотируемыми самолетами весьма значительна, то с увеличением площади это различие уменьшается.

При оценке эффективности, кроме себестоимости, следует анализировать и затраты времени на выполнение аэрофотосъемки больших по площади объектов. На рис. 7 наглядно

показано, сколько дней необходимо на съемку объектов разной площади при использовании различных комплексов АФС. Если пилотируемым самолетом требуется 5 и 9 дней для съемки территории площадью 15 000 км², то БВС с фотокамерами 24 Мпикселя — 54 и 63 дня. Такая разница в количестве съемочных дней объясняется низкой производительностью фотокамер 24 Мпикселя и приводит к увеличению затрат на оплату труда и командировки, а также на обработку большого количества аэрофотоснимков, как это видно из табл. 3.

Следует отметить, что аэрофотоснимки, полученные с помощью полноформатных топографических аэрофотокамер, будут обладать максимальным качеством по сравнению с прочими, что обусловлено следующими факторами:

- наличие гироплатформы, в результате чего минимизируются угловые колебания камеры и связанный с этим «смаз» изображения, а также обеспечивается более высокое фотограмметрическое качество снимков, например, стабильность перекрытий снимков;
 - наличие компенсации продольного сдвига изображения;
 - регистрация каждого спектрального канала отдельной матрицей;
 - отсутствие дисторсии изображения;
 - наличие заводской фотограмметрической калибровки камеры со значениями элементов внутреннего ориентирования.
- Легкие аэрофотокамеры среднего формата 80 Мпикселей могут иметь компенсацию продольного сдвига изображе-

Структура затрат на выполнение всего объема работ по созданию ортофотоплана масштаба 1:2000 объекта площадью 15 000 км²

Таблица 3

Тип воздушного судна и фотокамеры	АН30 + 240 Мп	Легкий самолет + 240 Мп	БВС электро 1 + 24 Мп	БВС электро 5 + 24 Мп	БВС бензин + 80 Мп	БВС гибрид + 80 Мп
Количество снимков	11 396	11 396	219 765	219 765	38 425	38 425
Количество вылетов	10	27	441	108	14	30
Количество съемочных дней	5	9	63	54	14	15
Амортизация оборудования, тыс. руб.	1285	2314	2126	999	665	793
Аренда самолета на перелет и подлеты, тыс. руб.	1555	1274	0	0	0	0
Аренда самолета для АФС, тыс. руб.	4524	1483	0	0	0	0
Зарплата и командировочные расходы, тыс. руб.	860	1502	10169	8725	2305	2465
Привязка опознаков, тыс. руб.	150	150	2394	2394	486	486
Фотограмметрическая обработка, тыс. руб.	410	410,3	7911	5713	1383	1383

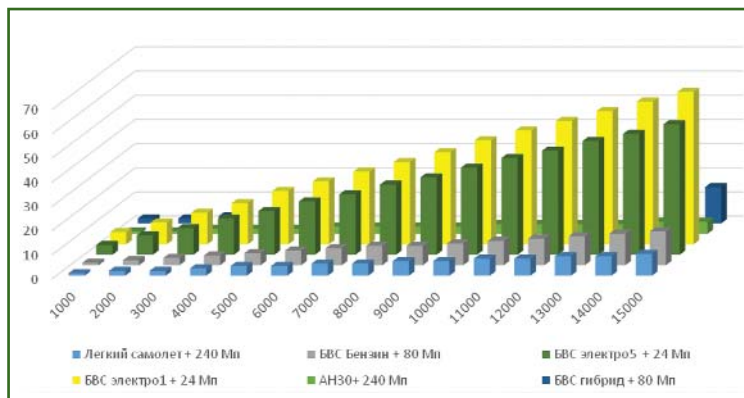


Рис. 7
Зависимость количества аэрофотосъемочных дней от площади объекта

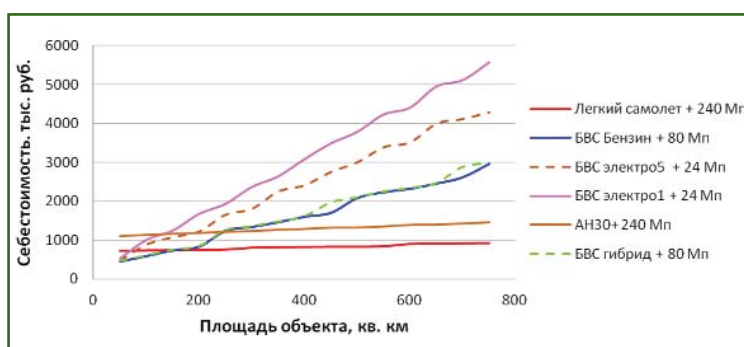


Рис. 8
Графики зависимости себестоимости всего объема работ от площади объекта при ограничении высоты полета БВС, равной 350 м

ния. Гироплатформы и иные стабилизирующие платформы при выполнении аэрофотосъемки с БВС в России пока используются редко. Фотокамеры 24 Мпикселя обычно являются бытовыми, при изготовлении которых не учитываются высокие требования к стабильности значений элементов внутреннего ориентирования, и они не имеют заводской фотограмметрической калибровки. Эти особенности приводят к различиям в относительной (отнесенной к высоте фотографирования) погрешности определения пространственных координат точек объектов по снимкам не в пользу бытовых фотокамер малого формата.

Кроме того, при выборе типа носителя необходимо учитывать, что практика применения БВС в основном ограничивается

полетами на высоте 300–400 м на небольших участках или в малообжитых районах после закрытия района полетов для других воздушных судов диспетчером Единой системы управления воздушным движением (ЕС УВД). Законодательное решение вопросов равноправного использования воздушного пространства приостановлено на неопределенный срок из-за разногласий в выборе принципов и средств обнаружения летательных аппаратов в воздушном пространстве. После введения необходимых поправок в Воздушный кодекс РФ потребуется еще 3–5 лет на организационно-технические мероприятия в решении данного вопроса. В настоящее время возможность закрытия воздушного пространства на требуемой высоте над объектом большой

площади весьма сомнительна. Если это будет предусмотрено только для указанных высот (300–400 м), то приведенные в статье результаты не будут характеризовать такую ситуацию. В подобных случаях использовать комплексы АФС на основе БВС для съемки объектов площадью более 200 км² вообще не целесообразно, как это видно на рис. 8.

В представленном сравнительном анализе эффективности не учитывались затраты при оформлении разрешений на выполнение аэрофотосъемки как для пилотируемых, так и беспилотных систем, а также на закрытие воздушного пространства диспетчером ЕС УВД для обеспечения полетов БВС.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

В наибольшей степени на эффективность АФС с использованием БВС влияет размер цифрового изображения в пикселях используемой фотокамеры, определяющий в целом производительность комплекса. Комплексы на основе беспилотных авиационных систем могут эффективно заменить аэрофотосъемку с пилотируемых воздушных судов даже для значительных по площади объектов, соизмеримых с площадью субъекта РФ, при условии использования на борту БВС среднеформатной аэрофотокамеры, установленной на гироплатформе. Для этого требуется обеспечить высокую надежность (безаварийность) БВС.

Использование БВС с малоформатными (около 24 Мпикселя) фотокамерами экономически эффективно при сравнительно ограниченной площади объекта съемки (до 350–700 км²).

При выборе аэрофотосъемочного комплекса следует учитывать все факторы, включая качество снимков, принципиальную возможность проведения АФС и сроки ее выполнения.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНЫХ ЛЭП

В.К. Барбасов («СЪЕМКА С ВОЗДУХА»)

В 2014 г. окончил факультет картографии и геоинформатики МИИГАиК по направлению «картография и геоинформатика». После окончания университета работает в ООО «СЪЕМКА С ВОЗДУХА», в настоящее время — руководитель инновационных проектов.

Мониторинг воздушных линий электропередачи (ЛЭП) при помощи беспилотных авиационных систем (БАС) достаточно новое, но перспективное направление. На участках линий электропередачи, находящихся в труднодоступных местах, обследование наземными методами может затянуться на несколько дней или даже недель, а с помощью БАС — займет несколько часов.

Целью данной статьи является проведение сводного анализа экономической эффективности и технических решений использования БАС для мониторинга ЛЭП с воздуха. При этом юридические аспекты такого способа обследования ЛЭП не рассматриваются.

Перечислим основные виды работ, для которых возможно применение беспилотных систем:

- плановая диагностика — облет, наблюдение и фотографирование ЛЭП на малых и средних высотах, инспекция состояния ЛЭП и их охранных зон, выявление дефектов и нарушений, определение пространственных нарушений (в плане и по высоте) габаритов просеки и проводов;

- аварийно-восстановительные работы — облет ЛЭП на средних высотах при различных

метеоусловиях, с использованием фотовспышки или тепловизора в ночное время;

- топографо-геодезические работы — создание цифровых топографических и кадастровых планов, трехмерных моделей местности и линий электропередачи, сопровождение работ по строительству и реконструкции ЛЭП.

Мониторинг ЛЭП с помощью БАС является безопасным, так как полет осуществляется на малых высотах и без экипажа на борту. Кроме того, существует еще ряд преимуществ: возможность съемки в сложных метеоусловиях и получение полной и документированной информации, т. е. ЛЭП обследуется на всей протяженности, съемка осуществляется с разных ракурсов (рис. 1), а полученные

снимки имеют высокое разрешение.

В России для мониторинга ЛЭП применяются БАС на основе беспилотных летательных аппаратов (БЛА) самолетного и мультироторного типов [1]. Среди БАС самолетного типа (рис. 2) следует отметить следующие: Геоскан 101 и Геоскан 201 (ГК «Геоскан», Санкт-Петербург), Суперкам 100F, Суперкам 250F и Суперкам 350F («Финко», Ижевск) и Птеро-GO («АФМ-Серверс»), а среди БАС мультироторного типа (рис. 3). — Геоскан 401 (ГК «Геоскан»), Суперкам X8 («Финко») и Форпост X6 [2–5]. В табл. 1 приведены основные технические характеристики БЛА самолетного и мультироторного типов и стоимость беспилотных авиационных систем на их основе, вклю-

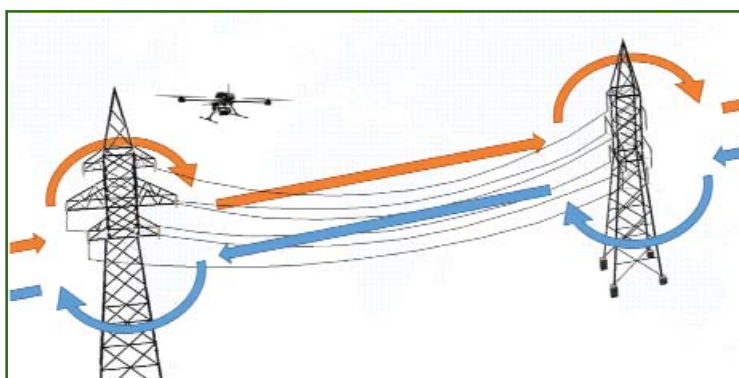


Рис. 1

Схема мониторинга ЛЭП с помощью БАС мультироторного типа



Рис. 2

Основные БАС самолетного типа, используемые в России для обследования воздушных ЛЭП: а) Птеро-60; б) Суперкам 350F; в) Геоскан 201



Рис. 3

Основные БАС мультироторного типа, используемые в России для обследования воздушных ЛЭП: а) Геоскан 401; б) Суперкам X8; в) Форпост X6

чая программное обеспечение (ПО) для обработки материалов аэрофотосъемки, по данным [5].

По результатам аэрофотосъемочных работ воздушных линий электропередачи с помощью БАС можно получить снимки высокого разрешения, на которых хорошо различимы опоры, провода, изоляторы, состояние растительности и подстилающей поверхности в охранной зоне трассы ЛЭП (рис. 4 и 5).

Цифровые снимки, полученные с помощью БАС, позволяют проанализировать достаточно

большое число дефектов, таких как:

1. Дефекты опор — отсутствие, отрыв, деформация элементов металлических опор; разрушение верхнего слоя и деформация железобетонных опор; отклонение опор от вертикали; разворот, деформация траверсов на железобетонных опорах; отсутствие натяжения внутренних стяжек и тросовых растяжек; падение, повреждение опор.

2. Дефекты проводов, линейной и сцепной арматуры — раз-

рушение элементов стеклянных и фарфоровых изоляторов; отсутствие гасителей вибрации, отсутствие грузов, потеря работоспособности несущего тросика, смещение виброгасителей вдоль проводов относительно проектного положения; отсутствие и неправильное расположение соединителей проводов; изломы, отрывы лучей дистанционных распорок между проводами расщепленной фазы; обрыв проводов.

3. Дефекты на трассе — наличие опасной для эксплуата-

Дальность действия БЛА и стоимость БАС на их основе

Таблица 1

Тип БЛА	Наименование	Максимальная дальность действия (с возвратом в точку старта), км	Стоимость БАС (включая ПО для обработки), тыс. руб.
Мультироторный	Геоскан 401, Суперкам X8M, Форпост X6	10	1500–2000
Самолетный, малого радиуса действия	Геоскан 101, Суперкам 100F	35	1000–1400
Самолетный, среднего радиуса действия	Геоскан 201, Суперкам 250F	100	1400–2000
Самолетный, большого радиуса действия	Суперкам 350F Птеро-60	135 300	От 2000 От 4000

Примечание. Стоимость приведена для БАС, оснащенных цифровыми фотокамерами с размером результирующего кадра (разрешением) 24 Мпикселя.



Рис. 4

Изолятор опоры ЛЭП на снимке, полученном с помощью БАС Геоскан 401



Рис. 5

Упавшая опора на снимке с разрешением пикселя на местности 0,7 см, полученном с помощью БАС Птеро-60

ции воздушных ЛЭП растительности; падение деревьев на провода и опоры; наличие древесно-кустарниковой растительности в охранной зоне; наличие строений и прочих объектов в охранной зоне; пересечение с природными и антропогенными объектами; опасные явления (проседание грунта, подтопление и др.).

Согласно расчетам затрат на мониторинг воздушных ЛЭП, приведенным в табл. 2, использование БАС эффективнее по сравнению с наземными методами по следующим показателям:

- общая стоимость обследования 1 км ЛЭП сокращается в 6 раз;

- время на обследование 1 тыс. км ЛЭП сокращается на 58 дней.

Обнаружение дефектов ЛЭП путем просмотра снимков специалистом — достаточно трудоемкая задача, однако для определения большинства из них этот способ пока единственный. Для уменьшения объема ручного просмотра фотоматериалов и увеличения практической пользы данные, собранные с помощью БАС, передаются в геоинформационную систему (ГИС), в которой объединяются в единой базе данных с привяз-

кой к местности. Кроме того, в ГИС можно проводить качественный и количественный анализ местности и осуществлять быстрый доступ к результатам обследования (описанию обнаруженных дефектов), фотоизображениям обнаруженных дефектов и трехмерным моделям местности и линий электропередачи.

Такая технология разработана специалистами ГК «Геоскан» и включает следующие этапы. БАС в автоматическом режиме выполняет аэрофотосъемку воздушных ЛЭП. Затем снимки с пространственными координатами привязки центров фотограмметрических данных автопилота загружаются в фотограмметрическое программное обеспечение, в котором изображения автоматически ортотрансформируются и объединяются в ортофотоплан. Полученный ортофотоплан экспортируется в ГИС, где происходит анализ полученных данных.

Технологии мониторинга воздушных линий электропередачи беспилотными авиационными системами ГК «Геоскан» и других компаний будут представлены в отдельных статьях.

Для повышения качества и надежности определения де-

фектов воздушных линий электропередачи при их обследовании с помощью БАС в качестве полезной нагрузки кроме цифровых камер, работающих в оптическом диапазоне, могут быть использованы и другие типы измерительной аппаратуры, позволяющие получать видеоизображения в режиме реального времени, снимки в инфракрасном (ИК) и ультрафиолетовом (УФ) диапазонах, либо облака точек лазерных отражений.

Рассмотрим подробнее особенности и возможности этой аппаратуры дистанционного зондирования воздушных линий электропередачи.

Обследование ЛЭП с помощью БАС самолетного типа с передачей видеоизображения в режиме реального времени на пульт оператору, в первую очередь, имеет смысл проводить для оперативного контроля состояния воздушных линий электропередачи, а также при возникновении чрезвычайных ситуаций. Однако большинство дефектов с высоты 200 м плохо различимы, поскольку разрешение изображений, получаемых с помощью видеокамеры в формате Full HD, составляет всего 2 Мпикселя (1920x1080 пикселя), что в 12 раз меньше,

Затраты на мониторинг воздушных ЛЭП наземными методами и с помощью БАС Геоскан 201

Таблица 2

Наименование параметра	Наземные методы	БАС Геоскан 201
Количество исполнителей в рабочей группе	3	2
Зарботная плата, руб.		
— сотрудника в месяц	30 000	45 000
— группы в день	3913	3913
Количество рабочих часов в день	8	5
Скорость обследования:		
— км/ч	2	85
— км/день*	16	191
Зарботная плата сотрудников на обследование 1 км ЛЭП, руб.	245	20
Стоимость БАС, руб.**		1 500 000
Стоимость эксплуатации БАС***, руб.:		
— 500 взлетов/посадок		500 000
— в течение 1 дня****		4000
— при обследовании 1 км ЛЭП****		21
Общая стоимость обследования 1 км ЛЭП, руб.	245	41
Время обследования 1 тыс. км ЛЭП, дней	63	5
Стоимость обследования 1 тыс. км ЛЭП, руб.	244 565	41 375

Примечания:

* Общее расстояние полета предусматривает полет БАС в одну и другую сторону (в нем не учтено расстояние на маневры над ЛЭП, которое зависит от кривизны ЛЭП и частично от скорости ветра). При углах поворота около 12–15° БАС вынужден пролететь этот участок, совершив маневр (петлю). При экстремальных температурах и сильном ветре полетное время снижается. Использование в дождь не вредит БАС, однако может негативно сказаться на качестве получаемых фотоматериалов.

** Цены взяты с сайта [5] и актуальны на конец 2015 г.

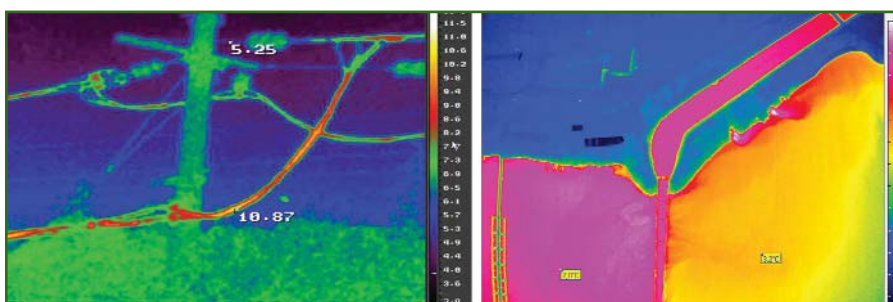
*** Не учтены расходы на транспорт и другое оборудование.

**** Полная амортизация оборудования рассчитана на эксплуатацию в течение трех лет при следующих условиях: 2 взлета/посадки в день в течение 250 дней.

чем у снимков, полученных цифровой камерой Sony RX-1, активно применяемой для аэрофотосъемки. При этом возможное расстояние передачи видеозображения составит не более 30 км, в противном случае БАС необходимо будет поднять выше для увеличения дальности передачи. Видео-

съемка верхних элементов опоры ЛЭП может быть выполнена при помощи беспилотного летательного аппарата мультироторного типа, оборудованного камерой типа GoPro, с расстояния 3–5 м, и не потребует привлечения подъемника или вертолета, а также отключения напряжения на линии.

При ИК-съемке ЛЭП тепловизором получаемые изображения обладают хорошей чувствительностью (0,1–0,3 К), но невысоким разрешением (640x480 пикселей) (рис. 6). Поэтому по изображениям, полученным при высоте полета 200 м с помощью тепловизора, установленного на БАС самолетного типа, можно выявлять такие нарушения, как подтопление в охранных зонах, разрушение опор, нагрев значительной площади (около 1 м²), например, перегрев крупных трансформаторов, пожары. Для обнаружения нарушений на площади менее 1 м² разрешения этих изображений будет недостаточно. Съемка элементов ЛЭП при помощи тепловизора, установленного на БАС мультироторного типа, оптимальна,

**Рис. 6**

Пример изображения, полученного при ИК-съемке тепловизором: с земли (слева), с БАС Птеро-ГО (справа)

если ее невозможно выполнить наземными методами.

Изображения в ультрафиолетовом спектре при обследовании ЛЭП могут быть получены с помощью УФ-камеры, которая работает в диапазоне 240–280 нм (UVC). В этом диапазоне солнечная радиация поглощается атмосферным озоном, что делает возможным наблюдение частичных поверхностных разрядов (короны) при естественном освещении. Некоторые виды дефектов могут быть выявлены только в ходе съемки УФ-камерой (рис. 7). Для этого необходимо обеспечить экспозицию обследуемого участка в течение 5–10 с. За это время счетчик импульсов прибора сможет получить усредненный показатель разрядной активности. При постоянной съемке в движении на скорости 70–90 км/ч одни источники разрядной активности останутся незамеченными, а на других — будут зафиксированы пиковые значения разрядной активности, на порядок превышающие средние значения. Проблема необходимости оставаться в одной точке во время экспонирования кадра может быть решена за счет применения БАС мультироторного типа.

Обследование ЛЭП с помощью БАС, оснащенных воздушными лазерными сканерами, имеет ряд ограничений. Лазерные сканеры с небольшой массой, выпущенные специально для использования на БАС,

имеют ограничения по дальности измерения — порядка 100 м, к тому же учитывая, что сечение провода круглое и может рассеивать часть сигнала, съемку лучше выполнять с высоты 50 м, а это является неприемлемым для использования БАС самолетного типа (рис. 8). Использование такой сканирующей системы на БАС мультироторного типа вполне возможно.

В мире прослеживается тренд по созданию автономных мониторинговых систем с автоматизированными станциями обслуживания беспилотных авиационных систем мультироторного типа. Одну из таких систем предлагает компания «СЪЕМКА С ВОЗДУХА». Система AeRod позволяет на специально оборудованных станциях обслуживания, размещаемых на опорах ЛЭП или других подвешенных объектах, осуществлять автоматические взлет/посадку и подзарядку БАС мультироторного типа (рис. 9) [5].

В заключение следует отметить, что применение беспилотных авиационных систем, особенно в труднодоступных районах и при чрезвычайных ситуациях, является одним из лучших средств получения оперативной информации о состоянии воздушных ЛЭП. Использование этих данных позволяет компаниям, занимающимся эксплуатацией воздушных ЛЭП, анализировать состояние проводов, опор, просек и т. д. и принимать



Рис. 7
Коронные разряды в УФ-спектре



Рис. 9
БАС мультироторного типа на станции обслуживания системы AeRod

правильные управленческие решения, основываясь на точных фактах, а не на субъективном мнении специалиста, осматривающего ЛЭП. Мониторинг воздушных ЛЭП с помощью БАС является гораздо более оперативным, достоверным и экономически выгодным по сравнению с наземными методами контроля.

▼ Список литературы

1. Барбасов В.К., Гречищев А.В. Мультироторные беспилотные летательные аппараты, представленные на российском рынке: обзор // Инженерные изыскания. — 2014. — № 8. — С. 27–31.
2. ГК «Геоскан». — www.geoscan.aero.
3. Группа компаний «Беспилотные системы». — <http://unmanned.ru>.
4. Компания «АФМ-Серверс». — <http://ptero.ru>.
5. Компания «СЪЕМКА С ВОЗДУХА». — <http://съемкасвоздуха.рф>.

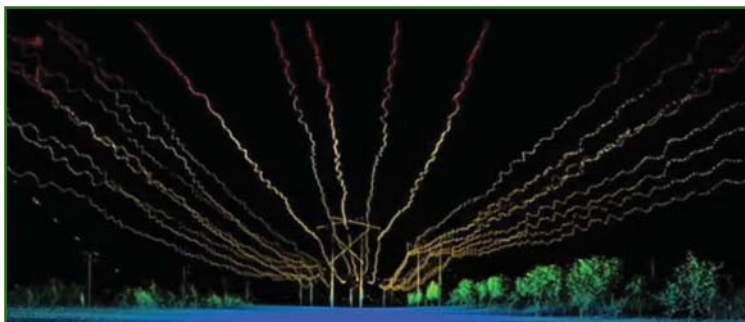


Рис. 8
Облако точек лазерных отражений, полученное при съемке ЛЭП

БЕСПИЛОТНИК .ORG

Интернет-магазин беспилотных летательных аппаратов
и профессионального оборудования



DJI Phantom 4 Pro

Новейшие беспилотные летательные аппараты для фото и видеосъемки в 4K



R.A.L. X6

Профессиональные решения для проведения исследований и выполнения изыскательских работ

Мультиспектральные и гиперспектральные комплексы для научных исследований и мониторинга состояния растительности



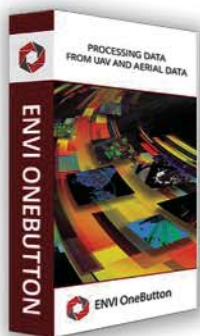
Parrot Sequoia



Resonon Pika L



Cubert S185



Программное обеспечение для фотограмметрической и тематической обработки



TeAx ThermalCapture

Тепловизионное оборудование для создания тепловых карт и 3D моделей

Широкий
ассортимент

Высокое
качество
оборудования

Оперативность
доставки

Безупречный
сервис

Заказывайте оборудование у профессионалов - цените своё время!

+7(495)988-75-11 | order@bespilotnik.org | bespilotnik.org

О СОЗДАНИИ ЕДИНОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЛАНДШАФТА АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ГНЁЗДОВО»

В.В. Новиков (Историко-археологический центр «Гардарика»)

В 2010 г. окончил исторический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «историк, археолог». В настоящее время — председатель правления АНО «Историко-археологический центр «Гардарика». Кандидат исторических наук.

П.А. Плетняков (ГК «Геоскан», Санкт-Петербург)

В 2010 г. окончил географический факультет Ставропольского государственного университета (в настоящее время — Северо-Кавказский федеральный университет) по специальности «геоинформатик». После окончания университета работал в компании ЗАО «НЕОЛАНТ Сервис». С 2016 г. работает в группе компаний «Геоскан», в настоящее время — руководитель проекта.

Археологический комплекс «Гнёздово» — это уникальный историко-ландшафтный памятник, расположенный в 13 км от Смоленска [1]. Он занимает территорию, площадью около 200 га, протяженностью 5 км по обоим берегам Днепра, и включает Центральное селище и городище, Ольшанское селище и городище, а также самый крупный курганный могильник эпохи викингов в Европе (рис. 1). Постановлением Совета Министров РСФСР от 30 августа 1960 г. № 1327 и Решением Исполнительного комитета Смоленского областного совета депутатов трудящихся от 25 марта 1961 г. № 233 комплекс был принят на государственную охрану как памятник археологии государственного (федерального) значения.

Как отмечается в [2], Гнёздово в X веке, в период своего расцвета, был одним из важнейших пунктов на «пути из варяг в греки...», своеобразным стержнем формирующегося Древнерусского государства, связавшем Север и Юг Европы. В трак-

тате «Об управлении империей» византийского императора Константина Багрянородного Гнёздово упоминается под именем «крепость Милиниска» — по-видимому, оно и было ранним Смоленском, о котором говорится в «Повести временных лет», при описании событий, происходивших в 862 г.

Жизнь поселения Гнёздово прекратилась в XI веке, и активная деятельность человека на его территории почти не велась. Благодаря этому сохранился раннесредневековый ландшафт, не уничтоженный современной городской инфраструктурой.

К началу XX века в Гнёздово насчитывалось 8 курганных групп, а общее число курганов составляло около 4500. Именно здесь в Древней Руси было место концентрации «больших курганов» — погребений первых русских князей. Особенно крупной была когда-то Центральная курганная группа. В настоящее время сохранилось лишь около 1500 курганов — остальные уничтожены в ре-

зультате хозяйственной и строительной деятельности местных жителей [2].

Детальное изучение Гнёздовского археологического комплекса началось в связи с сооружением Орлово-Витебской железной дороги, которая разрешила территорию комплекса в центральной части пополам. Непоправимый урон нанесли также карьеры, образовавшиеся на территории комплекса при строительстве коттеджных поселков рядом с его границей.

В условиях постоянного уничтожения исторического ландшафта и курганных насыпей особенно важен планомерный мониторинг еще не утраченных участков при помощи современных методов крупномасштабной топографической съемки. Первые работы в этом направлении начались в 2010 г., когда при помощи электронного тахеометра Trimble M3 была выполнена тахеометрическая съемка курганных насыпей вокруг «большого кургана» в Центральной курганной группе. В дальнейшем для



Рис. 1
Схема территории Гнёздовского археологического комплекса [1]

съемки стал использоваться также квадрокоптер DJI, позволивший выполнить аэрофотосъемку, по результату которой фотограмметрическим методом были получены трехмерные модели. Эти работы проводились в свободное время от основных археологических исследований и поэтому носили локальный характер.

Как показывает опыт, съемка исторического ландшафта при помощи тахеометра и квадрокоптера наиболее эффективна при совместном использовании обоих методов. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки. Тахеометрический метод позволяет выполнить съемку территории, покрытой лесом или высокой травяной растительностью с высокой точностью определения координат, но при этом требует значительных временных затрат на полевые и камеральные работы. Чтобы получить высокоточную модель поверхности ландшафта необходимо обеспечить высокую плотность снимаемых точек. Например, для построения такой модели участка площадью 0,7 га, на котором расположены большой курган высотой до 5 м и диаметром около 30 м, четверть большого кургана длиной

36 м с небольшим рвом глубиной до 3 м, а также 7 курганов разной высоты от 1 до 2 м и диаметром от 8,5 до 13 м, было измерено 5063 точки. При средней производительности съемки 800 точек в день на эту работу потребовалось около 6 рабочих дней. Предельная погрешность измерения координат съемочных точек тахеометрическим методом составила в плане и по высоте 2–5 см.

Альтернативой тахеометрическому методу является аэрофотосъемка с помощью квадрокоптера с последующей фотограмметрической обработкой полученных материалов. Аэрофотосъемка бытовой цифровой фотокамерой, установленной на квадрокоптере DJI, несколько уступает тахеометрической съемке в точности получаемых данных, но выгодно отличается от нее площадью охвата снимаемой территории. Этот метод позволил всего за один день получить данные для построения трехмерной модели ландшафта участка, площадью 2,9 га. В средней полосе европейской части России съемку местности с квадрокоптера предпочтительнее проводить ранней весной или поздней осенью, поскольку в это время

года ошибки определения высоты на участках с высокой травянистой и древесно-кустарниковой растительностью минимальны. Предельная погрешность определения координат съемочных точек этим методом составила в плане и по высоте 10–20 см [3].

Несмотря на достаточную для археологических исследований точность и высокую эффективность описанных технологий, задача оперативного мониторинга и создания крупномасштабного топографического плана для всей территории Гнёздовского археологического комплекса не могла быть выполнена ни одной из них, даже при условии непрерывной работы в течение нескольких месяцев. Требовалось такое решение, которое одновременно обеспечило бы производительность аэрофотосъемки, значительно большую по сравнению с квадрокоптером, и точность, сопоставимую с традиционной тахеометрической съемкой. Дополнительным условием являлась возможность объединения новых материалов аэрофотосъемки с уже имеющимися данными в единой системе координат и в формате программного обеспечения (ПО), используе-

мого при археологических исследованиях.

По результатам сравнительного анализа оптимальным для выполнения поставленной задачи была признана технология, разработанная ГК «Геоскан» и позволяющая за один вылет выполнить аэросъемку территории, площадью до 800 га [4]. Данная технология включает:

- систему Геоскан 101 — беспилотный летательный аппарат (БПЛА) самолетного типа с аэрофотосъемочной и навигационной аппаратурой и специализированным ПО (рис. 2);

- фотограмметрическое программное обеспечение Agisoft Photoscan Professional для создания ортофотопланов и трехмерных цифровых моделей местности (ЦММ);

- геоинформационную систему (ГИС) «Спутник», позволяющую визуализировать ЦММ и ортофотопланы, а также использовать их для измерения и анализа различных параметров местности.

Топографическая съемка исторического ландшафта всей территории археологического комплекса «Гнёздово» с помощью данной технологии была впервые проведена в 2016 г. Проект был осуществлен усилиями Историко-археологического центра «Гардарика» и ГК «Геоскан» при поддержке Историко-археологического и природного музея-заповедника «Гнёздово» [1, 5].

Система Геоскан 101 имеет высокую степень автоматизации управления полетом и аэросъемкой, обеспечиваемую полетным заданием, загружаемым в бортовой компьютер БПЛА. Перед аэросъемкой территории Гнёздовского археологического комплекса с помощью ПО наземной станции управления готовилось полетное задание: определялись площадь и границы участка, оптимальная



Рис. 2 Система Геоскан 101

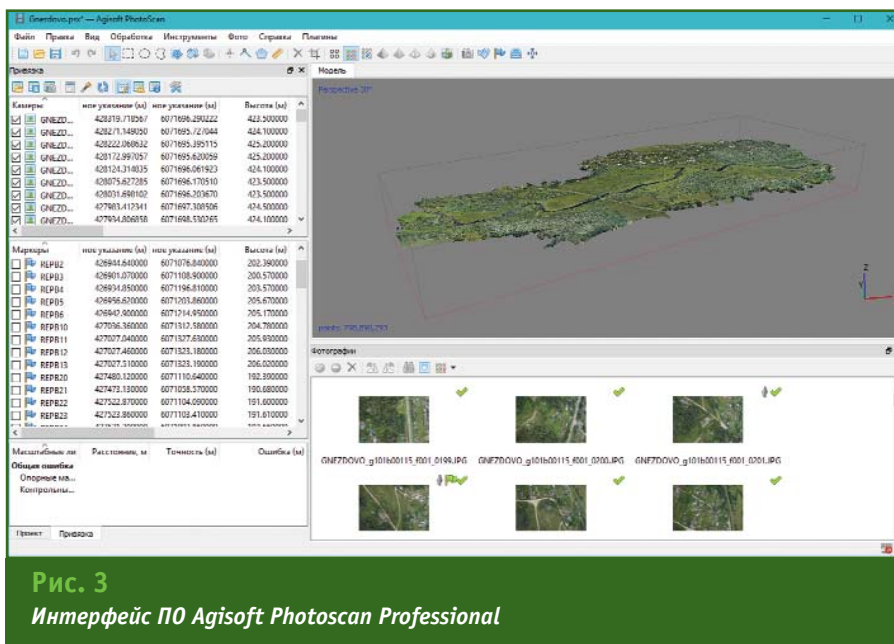


Рис. 3 Интерфейс ПО Agisoft Photoscan Professional

высота полета, пространственное разрешение съемки и др.

Для контроля точности создания ортофотоплана на территории комплекса были выбраны наземные опорные точки, пространственные координаты которых определили спутниковым приемником геодезического класса. Этот приемник ГНСС также использовался в качестве базовой станции во время аэрофотосъемки для получения корректирующей информации при уточнении координат центров фотогафрирования (КЦФ) аэ-

роснимков, определяемых бортовым навигационным приемником ГНСС БПЛА.

Аэросъемка всей территории Гнёздовского археологического комплекса заняла около 6 часов. За это время было выполнено 5 вылетов и получено 6700 снимков цифровой камерой с разрешением 24 Мпикселей, обработка которых в последующем проводилась в ПО Agisoft Photoscan Professional (рис. 3).

Процесс обработки аэроснимков в Agisoft Photoscan ав-

томатизирован и требует минимального участия пользователя. На начальном этапе были загружены изображения каждого снимка и уточненных координат центров фотографирования. Далее осуществлялся поиск характерных точек и совмещение перекрывающихся изображений с учетом КЦФ, после чего строилось плотное облако точек. В результате обработки в ПО Agisoft Photoscan был получен ортофотоплан на территорию, площадью 1200 га с пространственным разрешением на местности 4 см на пик-

сель, ЦММ и текстурированная трехмерная модель высокой детализации (рис. 4). В качестве экспортных форматов были выбраны GeoTIFF для ЦММ и ортофотоплана, а также OBJ для текстурированных трехмерных моделей. По результатам оценки погрешность пространственных координат ортофотоплана и ЦММ составила в плане и по высоте 10 см.

Результаты обработки материалов аэросъемки были экспортированы в ГИС «Спутник». Их сравнение с набором космических снимков высокого раз-

решения, полученных в 2001–2013 гг., позволило наглядно оценить динамику застройки и разрушений на территории комплекса. Благодаря тому, что проект выполнялся в единой системе координат, результаты съемки тахеометром, которая велась последние шесть лет, были увязаны между собой и совмещены с материалами аэрофотосъемки 2016 г. Результатом интеграции всех данных стала единая цифровая трехмерная модель ландшафта археологического комплекса «Гнёздово», которая доступна для просмотра и изучения на сайте [1] в разделе «0 памятнике», в подразделе «География» (рис. 5).

Перспективными направлениями использования трехмерной модели станут исследования изменений в застройке комплекса по результатам локального мониторинга, а также реконструкция исторического ландшафта по состоянию на X век на базе OBJ-моделей.

▼ Список литературы

1. Археологический комплекс «Гнёздово». — <http://gnezdovo.com>.

2. Пушкина Т.А., Мурашева В.В., Енисова Н.В. Гнёздовский археологический комплекс // Русь в IX–X веках. Археологическая панорама / Ин-т археологии РАН; отв. ред. Н.А. Макаров. — М.; Вологда: Древности Севера. — 2012. — С. 242–273.

3. Новиков В.В., Каинов С.Ю., Галеев Ф.С. Методика 3D-реконструкции ландшафта и визуализации археологических объектов на примере большого кургана из раскопок В.И. Сизова в центральной группе Гнёздовского археологического комплекса // III Международная конференция молодых ученых «Новые материалы и методы археологического исследования». — М., 2015. — С. 187–189.

4. ГК «Геоскан». — www.geoscan.aero.

5. Историко-археологический и природный музей-заповедник «Гнёздово». — <http://gnezdovomuseum.ru>.



Рис. 4
Фрагмент текстурированной трехмерной модели



Рис. 5
Фрагмент единой цифровой трехмерной модели ландшафта в ГИС «Спутник» (Центральное селище и городище)

КОМПАНИЯ TRIMBLE В РОССИИ: ОТ ЛОКАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ДО СОВМЕСТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Кристофер У. Гибсон (Christopher W. Gibson) — Trimble, США

В 1985 г. получил степень бакалавра в области бизнес исследований в Темзенском политехникуме в Лондоне (в настоящее время — Университет Гринвича). После завершения учебы занимался управлением финансами в компании Tandem Computers, работал финансовым аналитиком в дочерних предприятиях компании Unilever. В 1994 г. был принят в качестве научного сотрудника в Институт дипломированных бухгалтеров по управленческому учету. С 1998 г. работает в компании Trimble, в настоящее время — вице-президент, член исполнительного комитета.



За прошедшие 18 лет службы в компании Trimble мне приходилось занимать различные должности, решать широкий круг задач от финансовых операций до продаж. Моя карьера в Trimble началась в Англии, в 1998 г., когда генеральным директором компании еще был Чарли Тримбл (Charlie Trimble). Через три месяца, в марте 1999 г., компанию Trimble возглавил Стивен Берглунд (Steven Berglund), который в настоящее время является ее президентом и исполнительным директором. Первоначально, учитывая мои знания и опыт, я занимался финансовыми операциями, был управляющим директором по финансовым операциям в Европе. Затем курировал продажи в Азии, Африке и Австралии. Два года отвечал за продажи в де-

партаменте строительства и инженерии. Переломным моментом стала организация совместно с коллегами дивизиона глобального сервиса (Global Services). Следует отметить, что сначала на содержание данного подразделения расходовались финансовые ресурсы компании, а теперь это направление приносит прибыль. В 2008 г. я переехал из Англии в США, в город Вестминстер, штат Колорадо. В апреле 2009 г. был назначен вице-президентом компании, а в октябре — генеральным менеджером дивизиона Survey Solutions, занимавшегося разработкой технологий для решения различных геодезических задач. В декабре 2010 г. мои обязанности были расширены, и я стал курировать подразделения компании в разных странах, связанные с инновационными технологиями в строительстве, а также деятельность совместного предприятия Hilti. Следует отметить, что в то время в компании Trimble не было четкого разделения по отраслям и мне приходилось заниматься различными направлениями, включая геодезию, строительство и т. п.

В настоящее время, как вице-президент компании, я отвечаю за вывод инновационных решений Trimble на развивающиеся

рынки геопространственных технологий Латинской и Южной Америки, России, Индии, Китая, Африки, а также за эффективность работы совместного предприятия компании Trimble с Nikon в Японии. Другая задача заключается в формировании стратегии взаимодействия с ключевыми заказчиками и обеспечении профессионального сервиса, основой которого служит слаженная работа всего персонала по принятым в компании Trimble стандартам.

Часто задают вопрос: как повлияет на деятельность компании изменение ее названия Trimble Navigation Limited на Trimble Inc.? Современное название отражает эволюционный процесс, который компания прошла за более чем тридцать лет с момента выпуска первого в мире коммерческого приемника GPS в 1984 г. Дальнейшее совершенствование навигационных и спутниковых технологий обеспечили Trimble известность и признание как технологического лидера в области GPS-технологий. В последние годы компания предлагает продукцию, основанную на интегрированных информационно-технологических решениях, и не связывает свою деятельность только с GPS. В дополнение можно сказать, что название отражает из-

менения не только в оборудовании и технологиях, предлагаемых в настоящее время Trimble, но и в структуре рынка, которая тоже изменилась, в том числе и в России.

Компания Trimble ежегодно инвестирует 14% финансовых средств от объема продаж в новые разработки. Специалисты компании постоянно изучают, что можно улучшить в оборудовании или программном обеспечении, чтобы предложить рынку современные интегрированные решения.

Следует отметить несколько направлений, в которых компания Trimble в последние годы добилась определенных технологических прорывов.

Первое касается геодезического оборудования. Это система Trimble SX10, разработанная с нуля и впервые представленная на выставке INTERGEO 2016. Новое универсальное решение покрывает потребности большинства видов геодезических задач. Система Trimble SX10 — это одновременно высокоточный тахеометр и высокоскоростной 3D сканер.

Второе направление — объединение инновационных решений Trimble с облачными технологиями. В компании Trimble уверены, что более широкое использование облачных технологий при сборе и анализе геопространственной информации позволит достичь максимальной интеграции разнородных данных, участвующих в едином производственном процессе в той или иной отрасли.

Такую интеграцию можно наблюдать в информационной платформе Trimble Ag Software, разработанной для фермерских хозяйств.

В перспективе, подобную технологию планируется реализовать и на строительной площадке. Это будет аналогичная информационная платформа, которая позволит через единый

сервер соединить между собой различные виды строительного оборудования, что обеспечит оперативное управление работой на строительной площадке и превратит стройку в тщательно планируемую и четко организованную конвейерную линию, как на любом производстве. Очень важно, чтобы информационная платформа, о которой я говорю, позволяла руководству верхнего уровня видеть реально, что происходит на строительной площадке и оперативно принимать меры, если они потребуются.

Переход на цифровые технологии при геодезических измерениях, проектировании, строительстве и эксплуатации, как в мире, так и в России неизбежен. А облачные технологии — это будущее для более эффективного использования цифровых технологий.

Касаясь российского рынка геопространственных технологий, в котором мы видим большие перспективы, хочется отметить следующее. Исторически Россия всегда обладала квалифицированными специалистами и имела большие успехи в области решения прикладных геодезических задач, поэтому именно это направление было и остается приоритетным для компании Trimble.

Имеются успехи и по другим направлениям, достигнутые в 2016 г. в продвижении технологий Trimble в России.

В первую очередь, это касается такой отрасли как сельское хозяйство. Разработки компании в области точного земледелия находят все большее применение. Думаю, что нам удастся не только закрепить, но и развить достигнутые результаты в этой отрасли. Российские фермеры с каждым годом осознают привлекательность технологии точного земледелия. Это позволит увеличить степень проникновения решений, предлагае-

мых Trimble, на данный сектор российского рынка, и соответственно он тоже будет расти.

У компании также имеются определенные успехи в области железнодорожного транспорта, направленные на поддержание высокого качества скоростных магистралей в России. Для этих целей в 2016 г. впервые использовалась универсальная путеизмерительная система GEDO CE.

Если смотреть в будущее, я считаю, что у России большие перспективы в области автоматизации дорожного и высотного строительства.

По мере того, как происходит локализация оборудования и программного обеспечения Trimble, доля российского рынка постоянно растет.

Мы видим, что в последние годы российские компании все больше ориентируются на продукцию, произведенную в России, или имеющую российскую составляющую. Компания Trimble серьезно работает в данном направлении и уже предлагает такие решения. С этой целью в 2010 г. совместно с ОАО «Российские космические системы» было создано ООО «Руснавгеосеть». Совместное предприятие занимается производством и поставкой ГНСС-оборудования и программного обеспечения, созданием и обслуживанием сетей референчных станций, систем мониторинга опасных объектов, обучением персонала заказчиков работе с поставляемым оборудованием и др.

Несмотря на экономические трудности, которые сдерживают применение новых технологий в России, в компании Trimble считают, что они будут носить относительно кратковременный характер. Совместное производство и локализация инновационных решений позволят Trimble еще больше расширить свое присутствие на российском рынке.

СОЮЗ «ОПЕРАТОРОВ СЕТЕЙ ВЫСОКОТОЧНОГО СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ»

С.В. Щенников («РУСНАВГЕОСЕТЬ»)

В 1992 г. окончил факультет радиоэлектронной аппаратуры Московского государственного открытого университета (в настоящее время — Московский политехнический университет) по специальности «инженер-конструктор-технолог, радиотехник». С 2004 г. работал в ОАО «Российские космические системы». С 2010 г. работает в ООО «РУСНАВГЕОСЕТЬ», в настоящее время — заместитель генерального директора.

Геодезическое и картографическое обеспечение Российской Федерации в области строительства, кадастровой съемки, управления земельным комплексом, объектами капитального строительства, транспортом требует определения координат объектов в режиме реального времени с дециметровой и сантиметровой точностью. Указанные параметры точности достигаются с помощью технологий глобальной спутниковой навигации с использованием сетей наземных корректирующих станций. Строительство та-

ких сетей требует высоких капитальных затрат, а также решения достаточно сложных проблем с организацией их постоянного функционирования и предоставления качественных услуг, обеспечиваемых высококвалифицированным персоналом.

В настоящее время на территории Российской Федерации установлены и используются в качестве одиночных или объединенных в локальные сети около 1400 корректирующих станций ГЛОНАСС/GPS, принадлежащих различным юридиче-

ским и физическим лицам (рис. 1).

В связи с отсутствием единого государственного реестра корректирующих станций и нормативно-правовой базы, требующей их обязательной регистрации, нет возможности получить информацию о расположении таких станций, их владельцах, площади и плотности покрытия территории полем корректирующей информации, а также классифицировать станции и сети по точности определения координат при их использовании. Такая информа-

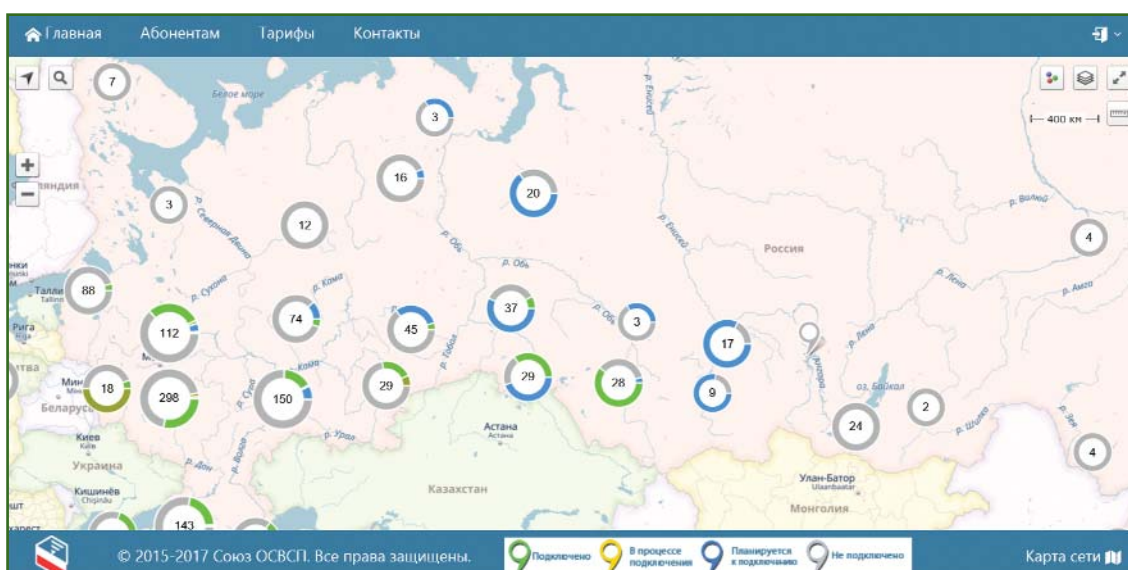


Рис. 1

Схема расположения одиночных или объединенных в локальные сети корректирующих станций ГЛОНАСС/GPS

ция необходима для планирования и проведения работ на конкретной территории с требуемой точностью.

Кроме того, отсутствие публичной информации о существующих корректирующих станциях и эффективного регламентированного механизма использования «чужих» станций ведут к неоптимальному размещению вновь строящихся корректирующих станций — несколько сетей высокоточного позиционирования и одиночных базовых станций покрывают одну и ту же территорию и служат исключительно интересам собственника сети. Как следствие, при строительстве сетей высокоточного спутникового позиционирования за счет государственного бюджета эти средства необоснованно перерасходуются.

В августе 2014 г. было создано Некоммерческое партнерство «Операторов сетей высокоточного спутникового позиционирования» (НП «ОСВСП»). Его миссией является формирование и развитие российского рынка высокоточного спутникового позиционирования путем объединения и стимулирования российских компаний к созданию сервисов услуг и аппаратно-программных средств, удовлетворяющих требованиям потребителя, а также формирования основы для повышения их конкурентоспособности и обеспечения импортозамещения в сфере высокоточной спутниковой навигации.

Идея создания некоммерческого партнерства родилась в результате анализа эффективности использования сетей референционных станций и возникшей необходимости оптимизации процесса формирования зон покрытия высокоточными сервисами. Так, например, в некоторых субъектах РФ в интересах различных собственников на одном здании устанавливались по две референционные стан-

ции, а на территории, площадью 50 км², могло быть размещено до четырех таких станций (при необходимой плотности — одна станция на 2500 км²), что приводило к избыточной плотности покрытия.

Первым шагом к объединению референционных станций на основе некоммерческого партнерства стал успешно реализованный в 2013 г. компанией «РУСНАВГЕОСЕТЬ» сервис обмена данными между собственниками сетей и одиночных референционных станций Data X-change. Для этих целей была создана аппаратно-программная платформа, позволяющая обрабатывать навигационные данные с референционных станций всех производителей и предоставлять их в стандартных форматах широкому кругу пользователей.

Использование сервиса Data X-change стало выгодным решением для компаний, которые:

- проводят работы на значительных по площади территориях или линейных объектах, а также в местах, где плотность собственных сетей недостаточна;
- расширяют зону покрытия;
- заинтересованы в сгущении существующих сетей;
- заинтересованы в повышенной надежности;
- часто меняют место проведения работ;
- заинтересованы в получении поправок RTK, но не имеют возможности построить собственную инфраструктуру.

Так, в процессе объединения сетей и одиночных референционных станций в единое поле, внедрения в Data X-change сервисов биллинга и регистрации, платежных сервисов появилась возможность создания единой площадки, позволяющей взаимодействовать всем участникам рынка высокоточного спутникового позиционирования и навигации на коммерческой основе.

Интеграционная платформа НП «ОСВСП» позволяет формировать сервисы с учетом вступившего в силу Федерального закона от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и создает почву для развития операторского направления по предоставлению высокоточных сервисов массовому потребителю, свободного доступа к информации о характеристиках единой сети и входящих в нее станций в пределах сплошного и непрерывного поля корректирующей информации в экономически развитых регионах РФ.

С целью предоставления сервисов и услуг разработан сервис-портал, объединяющий более 250 станций и размещенный в сети Интернет по адресу <http://nposvsp.ru> (рис. 2). Используя этот ресурс, достаточно легко можно получить данные с любой выбранной станции или сети станций, представленных на карте портала. Функционал портала обеспечивает предоставление информации о владельце станций, тарифах и видах данных. Для этого необходимо пройти достаточно простую процедуру регистрации. Кроме того, в разделе «Промоакции» всегда можно найти станции с «нулевыми» тарифами.

НП «ОСВСП» ведет разработку сервисов, предназначенных для широкого круга пользователей, и обеспечивает:

- техническую поддержку функционирования интеграционной вычислительной платформы;
- ведение базы данных корректирующих станций;
- техническую поддержку функционирования биллинговой системы расчетов;
- технологию обмена данными между поставщиками и

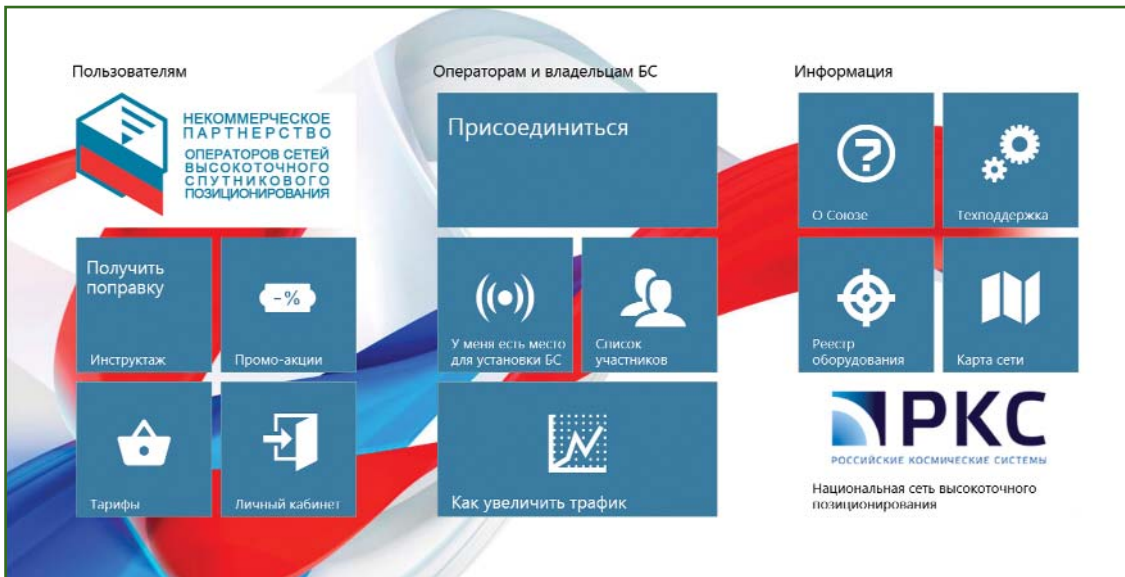


Рис. 2

Главная страница сервис-портала НП «ОСВСП»

потребителями информации от корректирующих станций;

— функционирование электронной площадки для публикации информации о корректирующих станциях национальной сети высокоточного спутникового позиционирования и взаимодействия членов НП «ОСВСП» по заключению сделок между поставщиками и потребителями корректирующей информации.

Потребителей сервисов НП «ОСВСП» можно разделить на три категории: партнеры — собственники сетей и одиночных референчных станций, операторы и конечные пользователи.

Какие возможности появляются у потребителей сервисов НП «ОСВСП»?

Собственники сетей и одиночных референчных станций без увеличения капитальных затрат получают возможность использовать сетевое аппаратно-программное обеспечение с целью продажи данных или обмена данными с другими собственниками, увеличить зону покрытия, улучшить надежность и точность сети.

Операторы, сформировав клиентскую базу под собственным брендом, могут использо-

вать портал НП «ОСВСП» как мощный инструмент для оказания услуг и предоставления сервисов широкому кругу пользователей с возможностью формирования подробных отчетов на основе биллинговой системы.

Конечные пользователи, оформив подписку на портале НП «ОСВСП», получают доступ ко всем референчным станциям площадки, принадлежащих любому собственнику, используя сервисы и тарифы любого оператора.

Отличительная особенность НП «ОСВСП» от других операторов, предоставляющих услуги высокоточных сервисов, состоит в том, что данная организация не является коммерческим предприятием. Некоммерческое партнерство не формирует тарифную политику, а предоставляет на агентских условиях технологическую площадку для взаимовыгодного сотрудничества между собственниками, операторами сетей и конечными пользователями.

Ярким примером такого сотрудничества стало взаимодействие НП «ОСВСП» и АО «Российские космические системы» после назначения АО «Россий-

ские космические системы» оператором национальной сети высокоточного позиционирования (НСВП), основная задача которого заключается в предоставлении услуг на основе высокоточных сервисов на территории РФ.

Кроме того, площадка НП «ОСВСП» является отличным инструментом для проведения акций компаниями, работающими в области продаж спутникового геодезического оборудования. Так, компания Trimble совместно со своими партнерами проводит акцию, которая позволяет получать поправки от сети станций TrimNet по «нулевому» тарифам.

В соответствии с Федеральным законом от 05 мая 2014 г. № 99-ФЗ «О внесении изменений в главу 4 части первой Гражданского кодекса Российской Федерации и о признании утратившими силу отдельных положений законодательных актов Российской Федерации» Некоммерческое партнерство «Операторов сетей высокоточного спутникового позиционирования» было преобразовано в Союз «Операторов сетей высокоточного спутникового позиционирования».

СОБЫТИЯ

▼ VIII Международная научно-практическая конференция «Геодезия. Маркшейдерия. Аэросъемка. На рубеже веков» (Москва, 16–17 февраля 2017 г.)

В мероприятии приняли участие более 200 человек — представители госструктур, владельцы и специалисты частных компаний, производители геодезического оборудования.

На открытии конференции с приветственными словами выступили: В.М. Максименко, первый заместитель генерального директора АО «Роскартография», А.В. Шлямин, и.о. директора ФГБУ «Рослесинфорг», В.Н. Филатов, заместитель генерального директора — руководитель Комплекса геоинформатики и радионавигации Концерна «РТИ Системы», В.Б. Неполонов, и.о. проректора по научной работе МИИГАиК, и Г.Г. Божченко, генеральный директор НПК «Йена Инструмент» и НПК «Джи Пи Эс Ком».



На пленарном заседании были заслушаны доклады руководителей и ведущих специалистов крупных государственных и частных компаний — АО «Российские космические системы», ФГБУ «Рослесинфорг», Комитета по информатизации и связи Санкт-Петербурга, ОАО «НИИАС», ГК «Иннотер», ГК «ЭСТИ» и др.

Большой интерес со стороны участников вызвала информация о новом оборудовании. А. Вихерт, директор компании Vexcel Imaging GmbH, выступил с докладом о новой аэрофотокамере UltraCam Condor и последних обновлениях фотограмметрической программы обработки UltraMap, позволяющих строить ЦМР по данным аэрофотосъемки. К. Гримм, директор компании IGI, и Т. Тельг, руководитель направления специальных аэрофотокамер PhaseOne, рассказали о разработанных технологиях, применяемых при создании среднеформатных аэрофотокамер. А. Шумаков, специалист по лазерному сканированию НПК «Йена Инструмент», представил доклад об инновационной разработке компании Teledyne Optech — лазерной сканирующей системе Polaris, уверенно завоевывающей мировой рынок, благодаря гибкой ценовой политике и уникальным техническим характеристикам.

Отдельная секция была предоставлена для выступлений специалистов АО «Роскартография» и его дочерних предприятий из Санкт-Петербурга, Челябинска и Екатеринбурга. В представленных докладах был очерчен круг вопросов, особенно волнующих всю геодезическую общественность, в том числе, проблемы перехода на ГСК–2011.

Во второй день конференции прозвучали доклады о новинках программного обеспечения. Значительный раздел был посвящен проектам, выполненным в 2016 г. В отдельном зале проходили мастер-классы представителей компаний Terrasolid, «Ракурс» и «Кредо-Диалог». Много участников собрал мастер-класс К. Васина из НПК «Джи Пи Эс Ком», на котором были показаны результаты сравнительного анализа данных, полученных с БПЛА eBee (senseFly), квадрокоптера DJI и лазерной сканирующей системы ILRIS (Teledyne Optech), а затем обработанных в ПО Pix4D.

В этом году организаторы конференции решили поставить эксперимент — не слишком жестко ограничивать время выступления докладчиков и количество задаваемых им вопросов. Многие доклады вызвали настоящие дебаты, а слушатели не спешили покинуть зал. Это великолепно продемонстрировало нехватку профессиональных площадок для общения специалистов и обсуждения существующих в отрасли проблем.

Оргкомитет благодарит всех, кто нашел время и возможность принять участие в мероприятии, и выражает особую признательность компаниям, которые из года в год оказывают спонсорскую поддержку конференции: генеральным спонсорам — НПК «Джи Пи Эс Ком» и НПК «Йена



Инструмент», платиновому спонсору — компании Vexcel Imaging, серебряному спонсору — компании DigitalGlobe.

По информации оргкомитета конференции

▼ **Технологии CREDO на конференции «Геодезия. Маркшейдерия. Аэросъемка. На рубеже веков»**

16–17 февраля 2017 г. в Москве прошла VIII Международная научно-практическая конференция «Геодезия. Маркшейдерия. Аэросъемка. На рубеже веков».

17 февраля, в рамках деловой программы мероприятия, с докладом «Современные технологии инженерных изысканий в информационных (BIM) моделях объектов промышленного и гражданского строительства на этапах проектирования, строительства и эксплуатации» выступил А.С. Калинин, генеральный директор компании «КРЕДО-ДИАЛОГ». Он рассказал, что может являться результатом инженерных изысканий в информационных технологиях проектирования, строительства и эксплуатации объектов капитального строительства, представил современные технологии обработки результатов изысканий и др.

В этот же день А.В. Зорькина, инженер-геодезист компании

«КРЕДО-ДИАЛОГ», провела мастер-класс «Современные технологии CREDO для обработки инженерно-геодезических данных». На мастер-классе рассматривались стандартные методы камеральной обработки геодезических данных в системах CREDO GNSS, CREDO DAT Professional, CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ и CREDO ТОПОГРАФ. Кроме того, участники мероприятия ознакомились с возможностями обработки результатов лазерного сканирования (воздушное, наземное, мобильное) в программе CREDO 3D СКАН, а также существующих (бумажных) картографических материалов в программе ТРАНСФОРМ и в новой программе CREDO ВЕКТОРИЗАТОР, выпущенной в январе 2017 г.

По информации компании «Кредо-Диалог»

▼ **Технологии CREDO в Реестре Госкорпорации «Росатом»**

Компания «Кредо-Диалог» сотрудничает с Центром трансфера технологий в капитальном строительстве объектов использования атомной энергии и активно участвует в работе Экспертного совета Госкорпорации «Росатом» по формированию реестра инновационных решений, технологий, продукции, изделий, материалов, высокотех-

нологических услуг в сфере капитального строительства объектов использования атомной энергии (Базы НДТ).

Решением Экспертного совета Госкорпорации «Росатом» от 13 декабря 2016 г. разработка компании «Кредо-Диалог» «Технологии КРЕДО. Комплекс программных продуктов для обработки материалов изысканий, проектирования, создания и ведения цифровых планов предприятий, подготовки данных для геоинформационных систем» включена в Реестр инновационных решений, технологий, продукции, изделий, материалов, высокотехнологических услуг в сфере капитального строительства объектов использования атомной энергии (База НДТ) Госкорпорации «Росатом». Компании «Кредо-Диалог» вручен соответствующий сертификат.

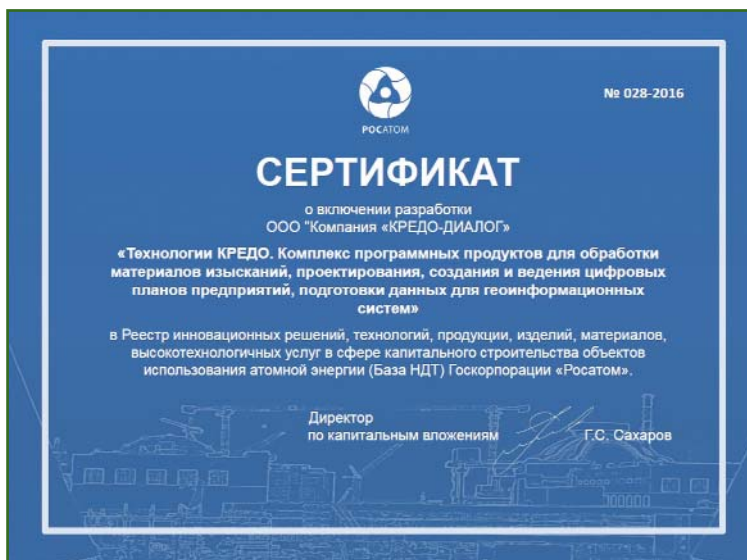
По информации компании «Кредо-Диалог»

▼ **Утвержден профстандарт «Специалист по поддержке принятия управленческих решений на основе результатов космической деятельности»**

Министром труда и социальной защиты РФ подписан приказ от 10 января 2017 г. № 9н об утверждении разработанного ОАО «НПК «РЕКОД» профессионального стандарта «Специалист по поддержке принятия управленческих решений на основе результатов космической деятельности».

Таким образом, ОАО «НПК «РЕКОД» при поддержке Минтруда России и Государственной корпорации «Роскосмос» сформирована целостная система профессиональных стандартов, охватывающая все основные области использования результатов космической деятельности.

Условно эти профстандарты можно разделить на следующие группы:



а) по видам космического обеспечения:

— «Специалист по оказанию космических услуг на основе использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса»;

— «Специалист по оказанию космических услуг на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем»;

— «Специалист по применению геоинформационных систем и технологий для решения задач государственного и муниципально-

циального уровня».

б) по продвижению космических продуктов и услуг:

— «Специалист по менеджменту космических продуктов, услуг и технологий»;

— «Специалист по использованию результатов космической деятельности».

Последний утвержденный профстандарт завершил формирование системы профессиональных стандартов в сфере использования результатов космической деятельности. Он основан на интеграции трудовых

функций, знаний и умений, предусмотренных ранее утвержденными стандартами, и нацелен на удовлетворение потребностей руководителей различных уровней в оперативном получении, обработке, анализе и представлении достоверной космической и иной информации об объектах, территориях, процессах и явлениях, в целях принятия эффективных управленческих решений и оценки их последствий.

**По информации
ОАО «НПК «РЕКОД»**

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

▼ Новое в ПК CREDO: ВЕКТОРИЗАТОР, ТРАНСФОРМ 4.1, ТРАНСКОР 2.31, обновления для НИВЕЛИР и CREDO GNSS

В январе 2017 г. компания «Кредо-Диалог» выпустила в производственную эксплуатацию новую программу CREDO ВЕКТОРИЗАТОР, новые версии программ ТРАНСФОРМ 4.1, ТРАНСКОР 2.31 и обновления для программ НИВЕЛИР и CREDO GNSS.

CREDO ВЕКТОРИЗАТОР — программа для векторизации растровых крупномасштабных топографических планов и создания цифровой модели местности на их основе.

ТРАНСФОРМ — программа для обработки и трансформации растрового изображения, полученного в результате сканирования исходного картографического материала и аэрофотоснимков или импорта файлов различных форматов, ортокоррекции одиночных космических снимков.

ТРАНСКОР — программа для преобразования геоцентрических, геодезических и прямоугольных плоских координат по известным параметрам связи

для установления (уточнения) параметров связи различных систем координат и ключей местных систем координат.

НИВЕЛИР — программа для камеральной обработки полевых измерений при геометрическом нивелировании I–IV классов, техническом и высокоточном инженерном нивелировании, выполняемом оптически и цифровыми нивелирами.

CREDO GNSS — программа для обработки спутниковых геодезических измерений.

Цены на программные продукты ТРАНСФОРМ, ТРАНСКОР, НИВЕЛИР и CREDO GNSS не изменились. Ознакомиться с прайс-листом можно на сайте www.credo-dialogue.ru. При наличии услуги «Подписка» пользователи могут получить обновление программ бесплатно.

По информации компании «Кредо-Диалог»

▼ Компания «Кредо-Диалог» объявляет Акцию

При покупке новой программы CREDO ВЕКТОРИЗАТОР и оформлении услуги «Подписка» пользователи CREDO ТРАНСФОРМ версий 3.X-4.1 могут обновить программу по цене 4680 руб. Это позволит рабо-

тать в программе CREDO ВЕКТОРИЗАТОР и использовать функциональные возможности CREDO ТРАНСФОРМ версии 4.1.

Что делать, если у вас CREDO III версии 1.7 и ОС Windows XP?

С 2014 г. компания Microsoft прекратила поддержку операционной системы Windows XP.

С 2015 г., начиная с версии 1.5, программы на платформе CREDO III не тестируются для Windows XP.

В октябре 2016 г. вышла новая версия 1.7 платформы CREDO III. Программы этой версии не запускаются на ОС Windows XP.

Что делать, если вы обновили программу до версии 1.7, а на вашем компьютере установлена ОС Windows XP?

Напишите письмо по e-mail: market@credo-dialogue.com, специалисты компании «Кредо-Диалог» свяжутся с вами и помогут «вернуться» на версию 1.6 для завершения проектов. После этого вы сможете перейти на новую версию CREDO III в рамках услуги «Подписка».

Подробная информация на сайте www.credo-dialogue.ru.

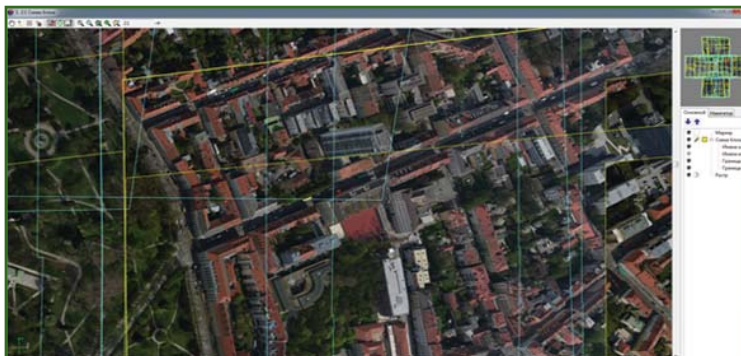
**По информации
компании «Кредо-Диалог»**

▼ **Выпущена новая версия 6.2 программного комплекса PHOTOMOD**

Основные изменения в ЦФС PHOTOMOD касаются возможности работы с аэроснимками, получаемыми с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и по результатам перспективной (наклонной) съемки. Реализован новый алгоритм фототриангуляции данных с БПЛА и метод фототриангуляции и разбиения на маршруты для данных перспективной съемки.

Версия 6.2 поддерживает работу с изображениями с новых космических аппаратов — KOMPSAT-3 (PMS и Standard 0,4 м) и DMC-3/TripleSat.

Добавлен новый фильтр матрицы высот по радиометрическим характеристикам изображения. Обеспечена полная поддержка библиотеки растровых и векторных геопространственных форматов данных GDAL



(Geospatial Data Abstraction Library).

Существенно обновлен интерфейс программы PHOTOMOD UAS — он стал интуитивно понятен при сохранении всех расширенных возможностей по обработке данных с БПЛА.

В программе PHOTOMOD GeoMosaic 6.2 добавлена возможность задавать индивидуальные системы координат для каждого изображения проекта и проводить глобальное выравнивание яркости в режиме распределенной обработки.

Протестировать данные любого проекта можно с использованием бесплатного программного обеспечения PHOTOMOD Lite. Кроме того, Lite-версия — это удобное решение для подготовки инженеров-фотограмметристов, обучения студентов или выполнения научно-образовательных проектов.

С более подробной информацией можно ознакомиться на сайте www.racurs.ru.

По информации компании «Ракурс»

PHOTOMOD

Цифровые модели рельефа

2D и 3D векторизация, картографирование

3D-моделирование

Фототриангуляция

Орторектирование и создание мозаик

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

ОБОРУДОВАНИЕ

▼ RD-M1 — новая система для детальной съемки поверхности дорожных покрытий

На международной выставке INTERGEO 2016 компания Торсон представила систему сканирования дороги RD-M1, предназначенную для сбора данных о поверхности существующего дорожного полотна с целью дальнейшего создания проекта его ремонта. Принцип ее работы аналогичен традиционным системам мобильного сканирования, но она предназначена специально для использования при ремонте и реконструкции дорог в технологии восстановления поверхности дорожных покрытий SmoothRide, разработанной компанией Торсон.

Благодаря специальным кронштейнам, система RD-M1,

имеющая вес 12,5 кг, легко устанавливается на автомобиль со стандартным прицепным устройством (фаркопом), что делает ее более мобильной и пригодной для использования на различных транспортных средствах.

Отличительная особенность RD-M1 от традиционных систем мобильного сканирования заключается в том, что ее лазерный луч направлен вниз и сканирует поверхность с рабочим диапазоном 180°, позволяя повысить надежность измерений за счет сбора данных непосредственно с дорожного полотна.

RD-M1 является комплексным решением и основывается на методе спутниковых геодезических определений совместно с инерциальными измерениями. Для этого в корпус системы встроены приемник ГНСС HiPer SR и инерциальный измерительный блок. Одометр колеса обеспечивает точную настройку позиционирования. Линейный лазерный сканер выполняет измерения поверхности дороги со скоростью 100 сканов в секунду, не требуя снижения скорости автомобиля. Данные с временными метками автоматически сохраняются с помощью программного обеспечения Mobile Master Office в памяти полевого компьютера, подключаемого к RD-M1. Это программное обеспечение

позволяет не только собрать информацию о точках на дороге, но и провести первичную обработку всех данных и построить трехмерную модель дорожного полотна. При этом значения высот фактического положения дорожного полотна имеют погрешность менее 10 мм на кривых и менее 5 мм на прямых участках дороги.

Трехмерная модель фактического положения дорожного полотна, полученная с помощью системы RD-M1, служит основой для дальнейшего детального проектирования нового дорожного покрытия с помощью программного обеспечения MAGNET Office Site с модулем Resurfacing и является первым звеном в технологии реконструкции и ремонта дорожного полотна SmoothRide с помощью асфальтоукладчиков и дорожных фрез.

Следует отметить, что система сбора данных RD-M1 может найти широкое применение при оценке ровности дорожных и аэродромных покрытий в ходе их эксплуатации.

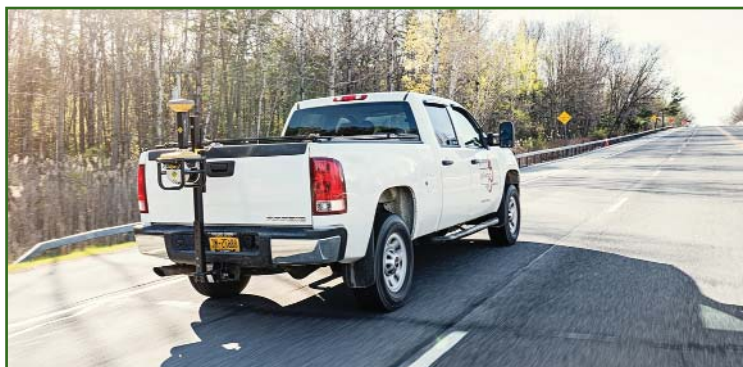
При подготовке материала использовалась информация с сайтов <http://topcon.pro> и www.gsi.ru.

В.В. Грошев

(Редакция журнала «Геопрофи»)

▼ Беспилотная аэросъемочная система Falcon 8

На международной выставке INTERGEO 2016 первое место в конкурсе инновационных решений заняла система компании Торсон — Falcon 8, созданная на базе беспилотного V-образного октокоптера. Она предназначена для геодезических и картографических работ и выполнения инспекционных и мониторинговых съемок в зависимости от установленного съемочного оборудования.



При наличии восьми электрических двигателей и небольших размерах 770x820x125 мм Falcon 8 позволяет нести максимальную полезную нагрузку до 800 г. Falcon 8 — беспилотная система вертикального взлета и посадки и наиболее полезна при выполнении проектов, требующих съемки небольших территорий с получением изображений высокого разрешения. Обладая высокой маневренностью, она может работать в стесненных условиях, при неблагоприятных погодных условиях, например, ветровой нагрузке до 15 м/с.

Главным инструментом для управления работой системы Falcon 8 является мобильная наземная станция. Она оснащена специальным оборудованием для работы с каналами передачи данных и видеоинформации, а также экраном для отображения видео и рычагами управления. Дистанционное управление с мобильной наземной станции позволяет оператору оставаться вне места проведения основных инспекционных работ, в любое время получить доступ к данным о полете, настройкам камер и видеоизображениям. Оператор может быстро принимать решения при возникновении критических ситуаций. Например, при сильном ветре или потери канала связи на мониторе станции будет отображаться соответствующая информация или передаваться

звуковые предупреждения. Кроме того, мобильная наземная станция предоставляет возможность независимого управления камерой второму оператору.

Система Falcon 8 включает следующие уникальные системы безопасности:

- автоматическую корректировку работы неисправных пропеллеров, двигателей и контроллеров;
- прогнозируемое поведение в полете даже при слабых сигналах спутников ГНСС и электромагнитных помехах;
- высокую точность позиционирования;
- обеспечение минимальной энергии удара.

В зависимости от решаемой задачи предлагается один из двух вариантов комплектации системы Falcon 8: GeoEXPERT (имеет RGB-камеру высокого разрешения) или InspectionPRO (имеет RGB-камеру и тепловизор или цифровую видеокамеру).

Система Falcon 8 в комплектации GeoEXPERT представляет собой решение для сбора геопространственных данных, используемых при создании топографических планов крупных масштабов, моделировании фасадов зданий, геодезическом сопровождении строительных работ, вычислении объемов горных пород на открытых выработках, паспортизации памятников исторического наследия, контроле



состояния сельскохозяйственных культур, археологических исследованиях и др. За один полет система Falcon 8 может выполнить съемку территории площадью в 0,35 км², предоставляя надежный материал для создания ортофотопланов или трехмерных моделей в ПО Agisoft Photoscan или других фотограмметрических программах.

Система Falcon 8 в комплектации InspectionPRO предназначена для выполнения инспектирования и мониторинга мостовых переходов, береговой и морской зоны, ветряных и солнечных электростанций, а также визуального контроля и проверки целостности конструкции за счет высокого качества и детализации HD-видео, ИК и RGB-снимков.

Система Falcon 8 поставляется с программным обеспечением планирования полета, которое входит в состав базового

пакета ПО для геодезических работ. В него включены следующие программы: AscTec Navigator для планирования полета по путевым точкам и Photo

Tagger для составления реестра изображений для постобработки в ПО AscTec Navigator.

При подготовке материала использовалась информация с

сайтов www.gsi.ru и www.top-compositioning.com.

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

ИЗДАНИЯ

- Вышла из печати шестая книга серии «Библиотека научно-технического журнала по геодезии, картографии и навигации «Геопрофи»

Направления модернизации государственного геодезического обеспечения Республики Казахстан с использованием спутниковых и телекоммуникационных технологий / Самратов У.Д., Хвостов В.В., Филатов В.Н. и др. — М.: ООО «Издательство «Прспект», 2016. — 88 с.

Книга, авторами которой выступили У.Д. Самратов, В.В. Хвостов,



В.Н. Филатов, В.К. Андреев, Е.В. Новиков, М.Э. Джанпеисов

и А.Ж. Шпикпаев, вышла из печати в декабре 2016 г. Она включает три раздела, один из которых составлен на основе статей, опубликованных в журнале «Геопрофи» в 2012–2015 гг.

Спонсором издания книги выступило НП АГП «Меридиан+», также поддержку оказали АО «Ракурс» и VisionMap (Израиль).

Краткая информация о книге приведена на сайте www.geoprofi.ru в разделе «Анонсы».

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

Геоинформационные технологии
нового поколения

ГИС Панорама 12

Тел.: (495) 739-0245
Факс: (495) 739-0244
panorama@gisinfo.ru
www.gisinfo.ru



ЗАО КБ «Панорама», Россия, 119017,
г. Москва, Пыжевский пер., д. 5, стр.3

Погружение в среду новейших решений и технологий вместе с профессионалами

Учебный Центр ООО «НАВГЕОКОМ» & Leica Geosystems приглашает руководителей и специалистов инженерно-геодезических компаний принять участие в курсах повышения квалификации за рубежом по программе:

«Современные геодезические технологии при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений. Обмен опытом»

16-19 мая 2017 г.

Германия, Австрия, Швейцария



В рамках курса Вы получите теоретические знания и посетите промышленные объекты, на которых используются современные геодезические технологии, познакомитесь с самыми последними разработками Leica Geosystems непосредственно на заводе в Швейцарии, а также обменяетесь опытом с зарубежными специалистами.

В программе

- Геодезическое обеспечение и мониторинг строительства;
- Системы непрерывного мониторинга при строительстве и интерпретации полученных результатов;
- Применение лазерного сканирования в целях оперативного мониторинга. Способ сравнения поверхностей;
- Создание контрольных геодезических сетей;
- Посещение строящегося Бреннерского базисного тоннеля;
- Техническая экскурсия на завод Leica Geosystems;
- Обмен опытом. Институт Геодезии Технического Университета Мюнхена;
- Посещение учебного полигона VersuchsStollen Hagerbach. Освоение подземного строительства.

После успешного прохождения курса выдается удостоверение о повышении квалификации. Заявки на участие принимаются до 12 апреля 2017 г.

Направить заявку на участие и получить подробную информацию о программе обучения можно по эл. почте: training@navgeocom.ru или позвонив в Учебный центр компании НАВГЕОКОМ по тел. (495)781-7777.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИНЖЕНЕРНОЙ И ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

С.С. Матухнов (НАВГЕОКОМ)

В 2008 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания университета работал в ЦНИИГАиК, в с 2009 г. — в ООО «Центр перспективных технологий». С 2010 г. работает в ООО «НАВГЕОКОМ», в настоящее время — менеджер по GNSS оборудованию.

В соответствии с Положением об организации в Российской Федерации государственного технического учета и технической инвентаризации объектов градостроительной деятельности, утвержденным Постановлением Правительства РФ [1], все объекты инженерной и транспортной инфраструктуры, среди которых такие жизненно важные и экономически значимые, как газо- и нефтепроводы, инженерные сети, железные и автомобильные дороги, подлежат первичной, плановой и внеплановой технической инвентаризации. Ее проведение необходимо при вводе в эксплуатацию новых объектов строительства и в ходе их эксплуатации, после реконструкции и при выводе из эксплуатации старых сооружений, а также в ряде других случаев. Согласно [1], результаты технической инвентаризации оформляются на бумажных и магнитных носителях.

При инвентаризации крупных объектов закономерно возникает ряд сложностей. В-первых, в зоне, где осуществляется проверка, обычно находится большое количество сооружений разных типов. Иногда их число может достигать нескольких сотен, и все они должны

быть учтены. Во-вторых, существует необходимость геопространственной привязки собранных данных. Третья распространенная проблема — это сжатые сроки и сложные погодноклиматические условия при проведении работ. Зачастую объекты технической инвентаризации располагаются в северных регионах России, где большую часть года лежит снежный покров, осложняющий получение достоверных данных.

Традиционно для осуществления инвентаризации крупных и протяженных объектов

используются крупномасштабные карты, планы и схемы на бумажных носителях, бытовой навигатор, фотоаппарат или планшетный компьютер. Очевидно, что слабой стороной этого решения является необходимость совместного анализа собранных разнородных данных, требующего значительных временных затрат.

Инновационные спутниковые и мобильные технологии помогают специалистам, выполняющим техническую инвентаризацию, изменить порядок проведения полевых и камеральных работ. Компания



Рис. 1
Общий вид Leica Zeno 20



Рис. 2
Leica Zeno 20 с внешней антенной на вехе

Leica Geosystems разработала компактное устройство — спутниковый приемник Leica Zeno 20 (рис. 1), способный заменить классические методы проведения инвентаризации и сочетающий в себе передовые решения для более легкого, быстрого и точного сбора, хранения и передачи геопространственных данных в различные геоинформационные системы (ГИС) [2]. Приемник имеет размер 99x259x40 мм, а его общий вес с аккумулятором составляет 880 г.

В верхней части корпуса приемника установлена компактная двухчастотная антенна, принимающая сигналы глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС): ГЛОНАСС, GPS, BeiDou и Galileo. В базовой комплектации — это одночастотный 120-канальный приемник GPS с точностью определения пространственных координат около 40 см в режиме реального времени. В зависимости от необходимой точности определения координат прибор можно модернизировать стандартными опциями, превратив его в двухчастотный приемник с поддержкой всех существующих ГНСС, что обеспечит определение координат в режиме

реального времени с точностью от 1 до 5 см. Возможность работы с ГЛОНАСС, BeiDou и Galileo особенно актуальна в сложных условиях приема сигналов ГНСС. Кроме того, к приемнику можно подключить внешнюю антенну на вехе (рис. 2), что позволит более точно центрировать его над элементами объекта инвентаризации, а также определять их высотное положение. В качестве источника RTK-коррекции используются одиночные станции или RTK-сети по каналу GPRS, а также технология SBAS, если она доступна в районе работ. Бесплатный сервис SBAS позволяет определять координаты с точностью около 90 см в режиме реального времени даже одночастотным приемником и не требует наличия GSM-покрытия.

Полевое программное обеспечение приемника поддерживает прямой импорт и экспорт данных из любых ГИС. Графическая и текстовая информация, а также сведения о местоположении приемника отображаются на большом и антибликовом экране размером в 4,7 дюйма, защищенном от влаги и пыли (рис. 3). Объем оперативной памяти приемника составляет 4 Гбайта с возможностью

ее расширения до 32 Гбайт с помощью дополнительной карты памяти micro SD. Работа прибора гарантируется во время осадков и при температуре в диапазоне от -30°C до $+60^{\circ}\text{C}$.

Программное обеспечение приемника Leica Zeno 20 позволяет работать над проектом одновременно нескольким пользователям. Приемник доступен в двух вариантах — с операционными системами Windows или Android. Это дает возможность использовать в полевых условиях не только программы компании Leica Geosystems, но и, например, сервисы Skype, Dropbox, WhatsApp и др. для оперативного обмена информацией между полевой бригадой и офисом.

Наличие в приемнике цифровой камеры с разрешением 8 Мпикселей, автофокусом и вспышкой позволяет в качестве атрибутивной информации создавать фото и видео абрисы, дополнять их голосовыми сообщениями и привязывать к снимаемым элементам объекта инвентаризации.



Рис. 3
Отображение на экране местоположения приемника на объекте инвентаризации



Рис. 4

Leica Disto S910 и Leica Zeno20, установленные на штативе с помощью адаптера FTA 360-S

Немаловажно и то, что приемник Leica Zeno 20, в отличие от бытовых навигаторов, внесен в Государственный реестр средств измерений. С помощью этого прибора, по-настоящему универсального, можно получать достоверные точные данные в любое время и в любом месте.

Нередко возникают ситуации, когда необходимо определить координаты недоступных и удаленных точек объекта инвентаризации, или в месте их расположения отсутствует прием сигналов ГНСС, например, трубопровод находится на дне глубокого котлована или невозможно близко подойти к опоре ЛЭП. В этом случае можно обратиться к бесконтактному методу определения координат — технологии GAMtec, которая предполагает совместное использование лазерной рулетки Leica Disto S910 и приемника Leica Zeno20, устанавливаемых на штативе с помощью адаптера FTA 360-S (рис. 4). Функциональные возможности адаптера позволяют визуально навести

видимый лазерный луч рулетки на объект, а затем выбрать необходимую точку съемки на нем, используя видеокамеру рулетки. Расстояние и вертикальный угол, измеренные рулеткой, передаются посредством Bluetooth в память приемника. С помощью полевого программного обеспечения приемника автоматически определяются координаты точки стояния штатива, азимут направления на снимаемый объект и, используя данные, полученные лазерной рулеткой, вычисляются координаты объекта инвентаризации, а его местоположение автоматически отображается на экране приемника.

Если до начала выполнения работ известны объекты инвентаризации, имеет смысл в офисе, на компьютере, создать список этих объектов в программе Excel и необходимое число атрибутов для каждого слоя, а затем перенести эти данные в полевое программное обеспечение приемника.

Приемник Leica Zeno 20 предоставляет возможность полу-

чать атрибутивную информацию в виде цифрового изображения с автоматической геопространственной привязкой, что значительно сокращает время на проведение полевых работ. Исходя из решаемых задач, программное обеспечение приемника позволяет выбрать точность съемки в режиме реального времени от 1 см до 2 м. В результате, благодаря высокой скорости сбора и обновления информации на местности, онлайн и офлайн синхронизации данных, полученных в полевых условиях и в результате камеральных работ, а также удобству ориентации на протяженных объектах, появляется возможность отказаться от использования бумажных носителей и существенно сократить временные затраты на проведение технической инвентаризации.

Оценить, насколько приемник Leica Zeno 20 позволит решить стоящие перед конкретной организацией задачи, можно еще до его покупки, воспользовавшись возможностью проведения бесплатного пилотного проекта с помощью специалистов компании НАВГЕОКОМ, которые при необходимости проведут демонстрацию прибора непосредственно на объекте заказчика или в офисе. Более подробную информацию о возможностях приемника Leica Zeno 20 и других геопространственных технологиях Leica Geosystems можно получить в компании НАВГЕОКОМ [3].

▼ Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 4 декабря 2000 г. № 921 «О государственном техническом учете и технической инвентаризации в Российской Федерации объектов градостроительной деятельности».
2. Leica Geosystems AG. — <http://leica-geosystems.com>.
3. Компания НАВГЕОКОМ. — www.navgeocom.ru.

Задачи, решаемые в CREDO 3D СКАН

Загрузка облаков точек в различных форматах.

Отображение облаков точек в 3D и в плане.

Загрузка и отображение фотографий с привязкой kml совместно с облаком точек.

Фильтрация шума в облаке точек.

Создание и распознавание точечных и линейных тематических объектов в 3D и в плане.

Выделение рельефа и областей с заданными параметрами уклона.

Адаптивное прореживание облака точек и построение цифровой модели рельефа.

Инструменты по созданию редактированию топографических объектов с возможностью выпуска готовых топографических планов небольших объектов.

Экспорт данных в удобных форматах для последующего создания инженерной ЦММ.

Преимущества CREDO 3D СКАН

Возможность работы с большими массивами данных – до 4 миллиардов точек.

Возможность подключения картографических сервисов GoogleMaps, Bing, Сканэкс.

Оптимальный набор инструментов для создания цифровой модели рельефа и распознавания объектов местности.

Возможность работы как в 3D-окне, так и с привычными инструментами в окне План. Единый интерфейс с системой CREDO_DAT.

ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»
Тел/факс: +7 (499) 346-0673
e-mail: moscow@credo-dialogue.com
www.credo-dialogue.ru
www.terra-credo.ru



CREDO ВЕКТОРИЗАТОР — НОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦММ ПО РАСТРОВЫМ МАТЕРИАЛАМ*

В январе 2017 г. вышла новая система геодезического направления программного комплекса (ПК) CREDO — CREDO ВЕКТОРИЗАТОР. Она предназначена для векторизации растровых крупномасштабных топографических планов и создания цифровой модели местности (ЦММ) на их основе.

Идея создания такой системы давно прорабатывалась специалистами компании «Кредо-Диалог». Данной теме были посвящены выступления сотрудников компании с докладами на различных семинарах и конференциях. Подобные вопросы не раз обсуждались на мероприятиях, проводимых компанией «Кредо-Диалог» в различных городах и регионах. Выход этой программы назрел уже давно. Как отметил опытный пользователь ПК CREDO Денис Борисович Новоселов: «Пользователям нужна помощь в довольно тяжелом деле — создании цифровой модели местности на основе растровых планов. Во многих городах топографические планы масштаба 1:500 ведутся в растровом виде, а на промышленных предприятиях редко встретишь «цифру». И вот, в начале 2017 г. выходит новая программа, которая готова решить проблему векторизации растров, — CREDO ВЕКТОРИЗАТОР».

▼ Функциональные возможности программы

Программа CREDO ВЕКТОРИЗАТОР обеспечивает качественную оцифровку черно-белых

растровых топографических планов, отсканированных с разрешением не менее 300 dpi. На точность распознавания существенное влияние оказывает и качество отображения элементов плана.

Оцифровка топографических планов включает в себя использование полностью автоматических (распознавание отметок и точечных тематических объектов — ТТО), полуавтоматических (распознавание горизонталей и линейных тематических объектов — ЛТО), а также ручных инструментов (создание точек и тематических объектов, редактирование объектов).

При необходимости быстрой векторизации можно использовать инструмент *простой Векторизатор*, позволяющий в автоматическом режиме преобразовать черно-белый растр в набор полилиний и сохранить результат как для работы в ПК CREDO, так и для передачи в сторонние приложения в форматах DXF или MIF/MID.

В программе CREDO ВЕКТОРИЗАТОР предусмотрена возможность формирования растровых топографических планов на основе векторных данных (растеризация). Таким образом, можно осуществить пересоздание растровых топографических планов низкого качества, выполнив векторизацию материала с «кочисткой» растрового изображения, а затем растеризовав полученное векторное изображение.

Для выпуска проектной документации в соответствии с действующими нормативными документами в программу встроено *Компоновщик чертежей*. Он позволяет разместить на отдельных стандартных листах растровые фрагменты планов произвольной формы, оформить листы в соответствии с ГОСТ, дополнить их надписями, разбить чертежи, размер которых превышает формат печатающего устройства, на склеиваемые листы. Это обеспечивает печать отдельных листов в масштабе съемки. Чертежи, подготовленные в программе CREDO ВЕКТОРИЗАТОР, можно сохранить в файл, что позволяет создавать их электронные архивы.

Из программы можно выполнить экспорт цифровой модели местности в форматы GDS4, DXF, MIF/MID.

Таким образом, функциональные возможности программы CREDO ВЕКТОРИЗАТОР позволяют исполнителю в 2–3 раза быстрее векторизовать растровые изображения, получая желаемый результат.

▼ Отзывы бета-тестировщиков

Впервые программа CREDO ВЕКТОРИЗАТОР была представлена специалистам проектно-исследовательских организаций на конференциях «Технологии CREDO без границ», которые прошли в ноябре-декабре 2016 г. в Санкт-Петербурге, Махачкале, Новосибирске и Краснодаре. Презентация вызвала

* Статья подготовлена пресс-службой компании «Кредо-Диалог».

закономерный интерес у участников конференций, и многие захотели протестировать программу на своих производственных объектах до ее официального выпуска. После окончания тестирования специалисты поделились своим мнением о работе в системе и ее возможностях.

Денис Борисович Новоселов, главный специалист геодезического отдела ООО «ОК «Сибшахтострой» (Новокузнецк)

Накануне бета-тестирования наша организация выполняла проект по созданию цифровой модели местности крупной промышленной площадки в границах города. В качестве исходных данных использовались топографические карты из архива заказчика, которые были созданы несколько лет назад, и топографические планшеты, хранящиеся в управлении архитектуры города, но только в бумажном виде. При осуществлении данного проекта необходимо было отсканировать и отвекторизовать весь исходный материал, затем выполнить съемку текущих изменений и подготовить актуальный топографический план масштаба 1:500. На этом проекте мы попробовали все достоинства новой системы CREDO ВЕКТОРИЗАТОР.

В программе CREDO ВЕКТОРИЗАТОР очень понравилась функция распознавания точек и высот. Программа может находить точки, которые представлены на растре как в виде сплошных, так и в виде обычных окружностей. Эффективность обнаружения программой точек на растре зависит от его качества — не нужно ждать чуда, что автоматически будут найдены все точки. По нашему мнению, при автоматической векторизации в программе правильно определяется около 50–60% точек (остальные можно просто указать

вручную), и распознается около 70–80% подписей высот точек. Мы тестировали как растры, созданные в ПК CREDO, так и растры, которые были подготовлены на основе планов, созданных вручную. CREDO ВЕКТОРИЗАТОР одинаково точно распознает и те, и другие подписи высот точек. Даже наиболее плохие по качеству растры в программе были корректно распознаны (см. рисунок). Экономия времени при распознавании точек и подписей особенно ощутима, если растр качественный. Мы тестировали растр формата A1 масштаба 1:500, который включал 420 точек. На обработку и распознавание точек в программе CREDO ВЕКТОРИЗАТОР ушло около 1 часа, что значительно быстрее, чем делать это вручную.

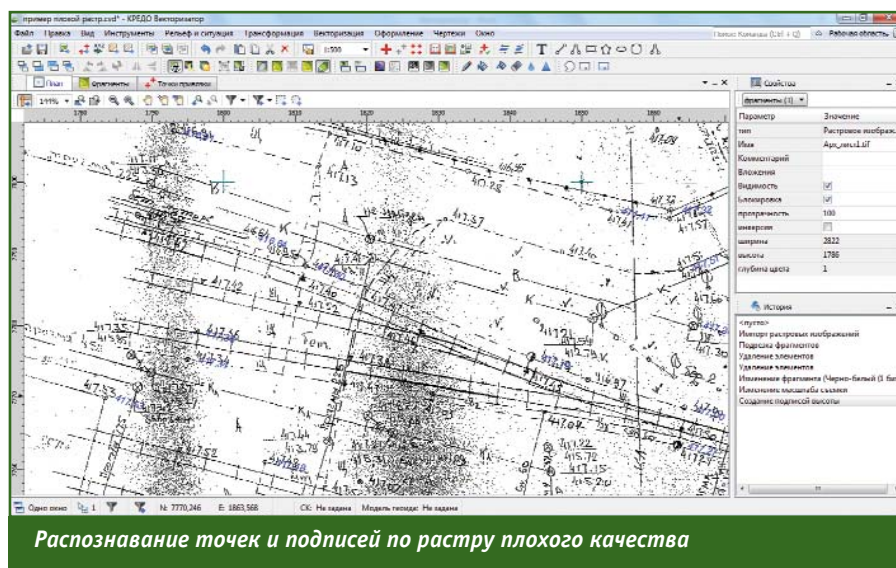
Команды по распознаванию ТТО и ЛТО быстро находят такие объекты, особенно при наличии на растре многократно повторяющихся ТТО. Программа CREDO ВЕКТОРИЗАТОР максимально точно определяет объекты с незагруженных растров топографических планов, а чем больше на растре элементов, которые накладываются друг на друга и пересекаются, тем меньше полезной информации распознается в программе. Это,

в основном, касается топографических планов центров крупных городов масштаба 1:500, на которых содержится много информации, и векторизация таких растров — скорее, творческий процесс, чем механический. На текущий момент с помощью программы CREDO ВЕКТОРИЗАТОР пользователь может в 2–3 раза быстрее векторизовать растр, но это, конечно, в большей степени зависит от его качества.

В заключение хочется отметить, что программа CREDO ВЕКТОРИЗАТОР значительно упрощает процесс векторизации растровых топографических планов.

Дмитрий Анатольевич Жуков, главный специалист генплана ООО НПО «Академгео» (Новосибирск)

На конференции «Технологии CREDO без границ» в Новосибирске была представлена новая программа CREDO ВЕКТОРИЗАТОР, предназначенная для автоматизированного создания ЦММ по растровым топографическим материалам. Ну, наконец-то, мы дождались, нам так ее не хватало! Ведь на стадии предпроектных проработок по размещению проектируемых площадок и автомобильных дорог объектов промышленного и гражданского назначения в на-



шей организации используются крупномасштабные топографические планы, которые после трансформации, «сшивки» и обработки в CREDO ТРАНСФОРМ экспортируются в систему CREDO ДОРОГИ для дальнейшей оцифровки вручную и получения ЦММ.

Участвуя в бета-тестировании CREDO ВЕКТОРИЗАТОР, я смог проверить работу программы на своем текущем объекте. Интерфейс программы имеет структуру, аналогичную CREDO ТРАНСФОРМ, но уже с новыми задачами по векторизации: распознаванию горизонталей, ТТО, ЛТО, текста и подписей высот. Для векторизации растры надо преобразовывать в черно-белые. Конечно, при этом возникают неоднозначности оцифровки, например текста, который проще создать вручную, но это не критично. Самое главное — в программе качественно выполняется векторизация горизонталей. Единственное, что требуется от пользователя, это подтверждение возможного продолжения горизонталей при слиянии, пересечение разных ЛТО и ручной ввод отметки высоты горизонталей.

Хочется отметить, что используя функционал программы CREDO ВЕКТОРИЗАТОР, создание ЦММ по растрам значительно упрощается, а значит, экономится драгоценное время, которое можно уделить проектным решениям.

Алексей Викторович Панов, начальник отдела изысканий ООО «Ространс Проект» (Владивосток)

Наша организация работает в сфере инженерных изысканий уже более 10 лет, и часто, при выполнении инженерно-геодезических изысканий на территориях, отдаленных от крупных населенных пунктов, или маркшейдерских работ на «запущенных» предприятиях,

мы сталкиваемся с проблемой отсутствия топографических планов в векторном виде. Приходится копаться в архивах, находить старые планшеты в отсканированном виде или на бумаге и вручную проводить их оцифровку. Процесс этот трудоемкий, а при большой загруженности выделить отдельного сотрудника для камеральной работы на длительный срок достаточно сложно. Зачастую цифровую модель ситуации (ЦМС) создавать не требуется. Необходима лишь цифровая модель рельефа (ЦМР), которая, в принципе, за годы не сильно изменилась, и нужно лишь добрать незначительное количество пикетов, а оставшуюся часть топографии выполнить камерально.

И вот, вышла долгожданная программа для векторизации растровых материалов топографической съемки. Специалисты нашей организации принимали участие в бета-тестировании программы CREDO ВЕКТОРИЗАТОР, и мы хотим поделиться своим мнением о ней.

В программе очень удобно реализован механизм оцифровки рельефа — отметок и горизонталей, с последующим построением ЦМР. Несколько нажатиями клавиш распознаются точки рельефа с отметками. Создание горизонталей занимает более длительное время, так как каждую изолинию приходится обрабатывать «поштучно».

Распознавание ТТО тоже происходит в несколько нажатий клавиш. В некоторых случаях, конечно, происходит пропуск отдельных точек, но это мелочи, и они быстро дорабатываются.

С ЛТО дела обстоят немного сложнее, так как они в большинстве случаев имеют сложную форму, и приходится вручную проверять направление полинии при оцифровке.

CREDO ВЕКТОРИЗАТОР — прекрасный инструмент для создания ЦМР, и даже для ЦМС на основе фондовых растровых материалов. Да, у него есть незначительные изъяны в функционале как у любого нового программного обеспечения, но они устранимы. Протестировав данную программу, специалисты нашей организации выявили некоторые неудобства в ее использовании. Замечания были направлены специалистам компании «Кредо-Диалог», и, надеемся, что в финальной версии они будут устранены.

Единственное, что пока невозможно реализовать, это векторизацию цветных растров. В настоящее время в архиве нашей организации имеется значительное количество материалов в цветном виде. Специалистам придется заново выполнить печать этих материалов в черно-белом виде, повторно их отсканировать, и в дальнейшем оцифровать. Также необходимо будет подобрать цветовые параметры печати для более качественного сканирования в черно-белый растр. Была выполнена попытка перевода цветных и панхроматических сканов в черно-белый растр (1 бит), которая после нескольких часов манипуляций окончилась безрезультатно: либо теряется значительное количество информации, либо появляется огромное количество шума, и дальнейшая векторизация становится невозможной. Поэтому единственным решением в этой ситуации остается пересоздание растров.

Надеемся, что программа CREDO ВЕКТОРИЗАТОР окажется полезной для многих организаций, работающих в сфере геодезии, картографии и кадастра, и позволит снизить затраты времени и трудовых ресурсов на получение конечных результатов — ЦММ на основе растра.

На основе музейной коллекции ЗАО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» (далее — музей ГСИ) творческим коллективом компании ГСИ создан комплекс учебных презентаций по истории развития геодезических инструментов, приборов и оборудования. В этом номере мы начинаем серию публикаций, подготовленных с использованием этих материалов.

Первый экспонат музея ГСИ был приобретен в начале 1995 г. За 22 года коллекция значительно расширилась, что позволило создать интересную экспозицию, содержащую около 500 наименований. Она объединяет различные средства измерений для геодезических, топографических, маркшейдерских и картографических работ с начала IX века до конца XX века и дает представление о их конструктивных особенностях.

Коллекция приборов включает пять основных разделов:

- мензурная (или графическая) съемка (около 30 экспонатов);
- линейные измерения (около 60);
- нивелирование (около 90);
- угломерные измерения (около 110);
- специальные работы (около 160), в том числе картографические и чертежные (около 60).

С основной частью экспозиции можно ознакомиться на сайте www.gsi.ru в разделе «О нас», подраздел «Музей».

Используя имеющиеся в музее ГСИ приборы, картографические и печатные материалы, делается попытка проследить основные этапы эволюции геодезического приборостроения. Надеемся, что представленная информация будет интересна читателям журнала: специалистам, преподавателям, студентам и просто любителям истории.

К сожалению, на страницах периодического издания невозможно разместить все материалы музея ГСИ, поэтому заинтересованные читатели могут ознакомиться с рубрикой «Создание и развитие основных типов геодезических инструментов» в подразделе «Музей» на сайте www.gsi.ru или посетить музей ГСИ лично.

Первая статья этой серии публикаций посвящается одному из самых «простых» и наиболее востребованных геодезических инструментов, предназначенных для геометрического нивелирования — нивелиру.

Редакция журнала

РАЗВИТИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ. НИВЕЛИР

Л.С. Назаров (Политехнический музей)

В 1982 г. окончил геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. После окончания университета работал научным сотрудником Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института цветных и благородных металлов. С 1992 г. работает в Политехническом музее, в настоящее время — с. н. с., куратор и хранитель коллекции «Геодезические приборы и инструменты».

А.А. Алтынов («ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»)

В 1993 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания института работал на кафедре фотограмметрии МИИГАиК, а с 1997 г. — в ООО «Атлас Принт». С 2007 г. работает в ЗАО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ», в настоящее время — руководитель направления рекламы.

В.В. Groшев (Информационное агентство «ГРОМ»)

В 1971 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-геодезист». С 1971 г. работал в отделе инженерных изысканий 20-го ЦПИ МО. С 1974 г. служил в кадрах Вооруженных сил СССР и РФ. С 1994 г. работал в 26-м ЦНИИ МО РФ, с 1995 г. — в исполнительной дирекции ГИС-Ассоциации. В 2003 г. учредил научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации «Геопрофи». С 2003 г. работал в ООО «Издательство «Проспект». С 2006 г. по настоящее время — генеральный директор ООО «Информационное агентство «ГРОМ».

Нивелирование — это процесс измерения превышений между двумя точками относительно уровенной поверхности. Существуют различные методы нивелирования: геометрическое, тригонометрическое, барометрическое, гидростатическое, гидромеханическое и др. В данной статье будет рассмотрена эволюция развития инструментов, реализующих метод геометрического нивелирования.

Геометрическое нивелирование позволяет измерить превышение $HВ$ между двумя точками A и B на земной поверхности относительно горизонтальной линии DE , задаваемой (фиксируемой) в пространстве инструментом C (рис. 1). Конструкция инструмента обеспечивает главное условие метода геометрического нивелирования — линия визирования, от которой измеряют вертикальные расстояния DA до точки A и EB до точки B , должна находиться в горизонтальной плоскости.

Как отмечается в различных словарях иностранных слов, термин «нивелирование» произошел от французского «niveler», что означает выравнивать, а название прибора — «нивелир» от французского «niveau». Основное назначение нивелира — обеспечивать горизонтальное положение линии визирования при взятии отсчетов по рейкам.

▼ Первые конструкции механических нивелиров

В эпоху эллинизма (323–30 гг. до н. э.) — особого этапа в развитии древнегреческой культуры инструментарий землемера достиг высокого уровня развития. В арсенале землемера, кроме диоптры и громы, предназначенных для разбивки на местности перпендикулярных и параллельных линий, был хоробат — точный инструмент, реализующий метод геометрического нивелирования [1]. Чертежей этого

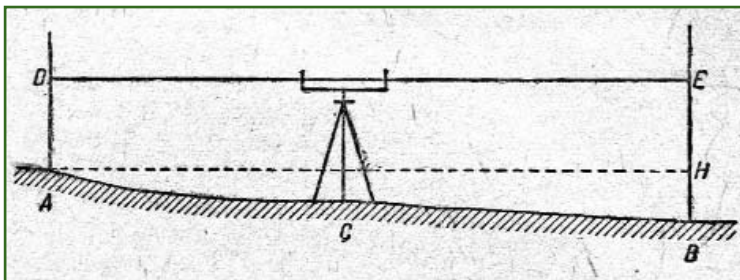


Рис. 1
Принцип геометрического нивелирования

инструмента не сохранилось, но имеется его описание, данное Витрувием в трактате «Десять книг об архитектуре» (Vitruvius «De architectura libri decem»). В главе V. Нивелировка и нивелирные инструменты VIII книги [2] он так его описывает: «Хоробат же представляет собой линейку длиной около двадцати футов. На самых концах ее находятся точно выровненные друг с другом ножки, врезанные в концы линейки под прямым к ней углом; под линейкою и между ножками вставлены на шипах поперечные рейки с точно проведенными на них отвесными линиями, над каждой из которых свисают отдельные отвесы, которые, когда линейка установлена ровно, ровно и одинаково касаясь проведенных линий, указывают на горизонтальную установку прибора. Если же бу-

дет мешать ветер и, вследствие колебания на ней отвесов, они не в состоянии будут дать точных указаний, то на этот случай в верхней части хоробата должен иметься желобок длиной в пять футов, шириною в дюйм и глубиною в полтора дюйма. Его наливают водой, и если вода равномерно будет касаться краев желобка, то будет известно, что прибор установлен горизонтально. Когда таким образом посредством хоробата произведена нивелировка, будет известен угол падения воды».

В работе [1] приводится иллюстрация реконструкции хоробата в виде бруса длиной 6 м с желобом в центре для водяного уровня, двумя отвесами и визирами на его противоположных концах (рис. 2). Отмечается, что для своего времени он был достаточно точным инструментом,

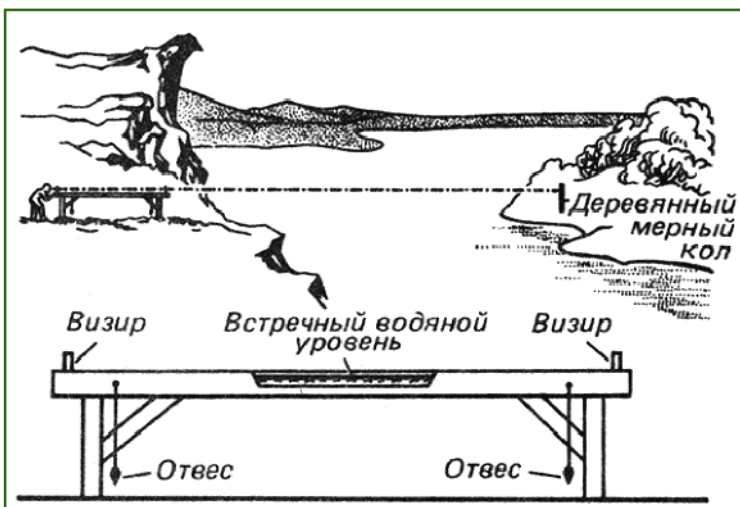


Рис. 2
Иллюстрация реконструкции хоробата [1]



Рис. 3

Нивелир водяной. Франция, Париж, CABASSOLON, конец XIX века — начало XX века

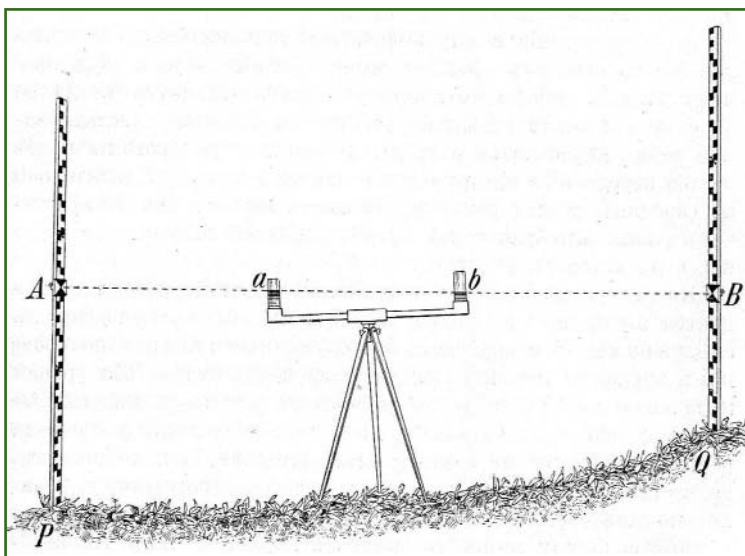


Рис. 4

Определение превышения водяным нивелиром

реализующим принцип геометрического нивелирования.

Во II веке до н.э. Герон Александрийский в трактате «О диоптрах» сообщил сведения о водяных нивелирах, применявшихся в то время и состоявших из двух сообщающихся сосудов, заполненных жидкостью, с диоптрами и рейками.

Дальнейшее упоминание о водяных нивелирах, основанных на законах гидростатики, встречается только в эпоху Возрождения (XIV–XVI века) [3]. Принцип их действия остался тот же, но вид несколько изменился. Соединительная металлическая трубка имела посередине гильзу для насадки на цапфу штатива, а в ее концы, загнутые перпендикулярно, были

вставлены стеклянные колбы, как правило, одинакового диаметра. Нивелиры, представляющие собой латунную трубку со стеклянными колбами на концах, применялись до начала XX века. Один из таких нивелиров, находящийся в музее ГСИ, изображен на рис. 3.

Поскольку уровень жидкости в сообщающихся сосудах водяного нивелира всегда находится в одной горизонтальной плоскости, то при определении превышения между точками местности (рис. 4) визирование на рейки проводилось по уровням воды в его колбах (рис. 5). Погрешность взятия отсчета, а следовательно и точность измерения превышения между точками P и Q (рис. 4), в значительной

степени зависела от расстояния до реек и опыта наблюдателя. Поэтому водяной нивелир не нашел широкого применения как инструмент для измерения превышений методом геометрического нивелирования. Дальнейшее совершенствование конструкции позволило создать нивелиры для гидростатического и гидромеханического методов нивелирования [3].



Рис. 5

Визирование на рейки по уровням воды в колбах водяного нивелира

▼ Цилиндрический уровень

Значительным шагом в совершенствовании приборов для измерения превышений методом геометрического нивелирования стало появление ци-

**Рис. 6**

Алидада с уровнем и диоптрами, вращающаяся на штативной подставке с подъемными винтами. Англия, Лондон, Elliott Bro-s, середина XIX века

линдрического уровня, изготовленного в 1662 г. французским механиком М. Тевено. Цилиндрический уровень представляет собой стеклянную трубку (ампулу), внутренняя поверхность которой в вертикальном продольном разрезе имеет вид дуги круга радиусом от 3,5 до 200 м. При изготовлении уровня ампулу заполняют легкоподвижной жидкостью, нагревают и запаивают. После охлаждения внутри ампулы образуется небольшое пространство, заполненное парами жидкости, которое называют пузырьком уровня. К материалу уровня (стеклу) и составу жидкости предъявляются особые требования. Так, для уровня предпочтительнее тугоплавкое стекло — пирекс, которое лучше сохраняет геометрию поверхности после обработки. Жидкость, заполняющая внутреннюю полость уровня, не должна взаимодействовать со стеклом, но при этом должна быстро гасить колебания (спирт, эфир, октан), причем затухание лучше у эфира [4]. Для защиты от повреждений ампула заключается в металлическую оправу, заполненную гипсом.

Простейший нивелир, представляющий собой алидаду с цилиндрическим уровнем и двумя диоптрами, приведен на

**Рис. 7**

Вид предметного диоптра со стороны глазного диоптра

рис. 6. Алидада вращается в горизонтальной плоскости относительно подставки с тремя подъемными винтами, которая крепится к штативу. Цилиндрический уровень большой длины и малой кривизны повышает чувствительность инструмента к наклону в горизонтальной плоскости, а подставка с подъемными винтами обеспечивает его устойчивость. Два диоптра (от греч. *dioptra, dia* — насквозь,

optein — смотреть) закреплены перпендикулярно к плоскости алидады, напротив друг друга. Ближний к наблюдателю диоптр, называемый глазным, имеет отверстие небольшого диаметра, а противоположный диоптр, называемый предметным, — отверстие большего диаметра, в котором вертикально и горизонтально закреплены две тонкие металлические проволоочки, образующие перекрестие (рис. 7). Таким образом, пара диоптров фиксировала линию визирования инструмента, которая устанавливалась в горизонтальной плоскости по уровню с помощью подъемных винтов. Наблюдатель, глядя в глазной диоптр, поворачивал алидаду до тех пор, пока перекрестие в предметном диоптре не совпадало с осью рейки, после чего брал отсчет по рейке.

Большинство исследователей относят геодезические приборы, включая нивелир, к классу оптико-механических при наличии «оптики», т. е. зрительной трубы с системой линз, поэтому такую конструкцию алидады с уровнем и диоптрами можно считать началом этапа перехода от механических нивелиров к оптико-механическим, поскольку пара диоптров уже выполняет роль зрительной трубы с сеткой нитей.

Продолжение следует

▼ Список литературы

1. Словарь античности / Пер. с нем. — М.: Прогресс, 1989. — 704 с.
2. Витрувий Марк Поллион. Десять книг об архитектуре / Пер. Ф.А. Петровского. — М.: Изд-во Всесоюзная Академия Архитектуры, 1936. — 331 с.
3. Васютинский И.Ю. Гидронивелирование. — М.: Недра, 1983. — 180 с.
4. Елисеев С.В. Геодезические инструменты и приборы. Основы расчета, конструкции и особенности изготовления. Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Недра, 1973. — 392 с.

 **ТОРСОН**
СДЕЛАНО В ЯПОНИИ!



OS-105L

*Работайте с удовольствием
в любую погоду!*

Trimble
www.trimble.com

Журнал «Геопрофи»
www.geoprofi.ru

JAVAD GNSS
www.javadgns.ru

ГК «Иннотер»
www.innoter.com

«УГТ-Холдинг»
www.ugt-holding.com

Вики — Фотограмметрия
www.racurs.ru/wiki

КГПК «Терра»
www.gisterra.ru

Национальный Атлас России
http://национальныйатлас.рф

TERRA CREDO
http://terra-credo.ru

GIS-Forum
www.gisforum.ru

«Интерэкспо Гео-Сибирь»
http://sgugit.ru/interexpo-geo-siberia

Навигационный форум
www.glonass-forum.ru

МАРТ

▼ Москва, 16*

Завтрак с экспертом «Автоматизированная геодезия в гражданском строительстве. Экстремальная производительность 24/7»

Компания НАВГЕОКОМ

Тел: (495) 781-77-77

E-mail: event@navgeocom.ru

Интернет: www.navgeocom.ru

▼ Новосибирск, 16–17*

Международный форум «ГЕОСТРОЙ»

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), «ЭкспоГЕО»

Тел: (383) 266-25-81

E-mail: ngasu-nr@sibstrin.ru

Интернет:

www.geostroy-sib.ru

АПРЕЛЬ

▼ Москва, 19–21*

Международный GIS-Forum «Интеграция геопространства — будущее информационных технологий»

«Совзонд»

Тел: (495) 642-88-70

E-mail: info@gisforum.ru

Интернет: www.gisforum.ru

▼ Новосибирск, 19–21*

XIII Международная выставка и научный конгресс «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017»

Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ), Новосибирский Экспоцентр

Тел: (383) 361-01-09

E-mail: geosib@ssga.ru

Интернет:

sgugit.ru/interexpo-geo-siberia

▼ Москва, 25–28*

XI Международный навигационный форум. 9-я Международная выставка НАВИТЕХ

Компания «ПрофКонференции», ЦВК «Экспоцентр»

Тел: (495) 641-57-17

E-mail: office@proconf.ru

Интернет: www.glonassforum.ru, www.navitech-expo.ru

ИЮНЬ

▼ Москва, 27–30

13-я Международная выставка оборудования и программного обеспечения для геодезии и геоинформационных систем GeoForm

Группа компаний ITE

Тел: (499) 750-08-28, 750-08-30

E-mail: geoexpo@ite-expo.ru

Интернет: www.geoexpo.ru,

www.ite-russia.ru

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



Международный GIS-Forum

«Интеграция геопространства –
будущее информационных технологий»

19-21

апреля 2017



Конференции
Мастер-классы
и семинары
Деловые
встречи
Выставка
Конкурс



gisforum.ru

Информационные партнеры:

Организатор – компания «Совзонд»
Тел.: +7 916-456-98-96 | Факс: +7 (495) 988-7533 | E-mail: info@gisforum.ru | Web-site: www.gisforum.ru

РОССИЙСКАЯ НЕДЕЛЯ
ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ



МЕЖДУНАРОДНЫЙ
**XI НАВИГАЦИОННЫЙ
ФОРУМ**

9-я международная
выставка

НАВИТЕХ

www.glonass-forum.ru

www.navitech-expo.ru

25–28 апреля 2017

ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»
МОСКВА



Реклама 12+

При поддержке



Под патронатом



ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Организатор форума



Оператор форума



Стратегический партнер форума



Организатор выставки





ВЫПОЛНЯЙТЕ ЛЮБЫЕ ВИДЫ РАБОТ ЛЮБЫМ УДОБНЫМ СПОСОБОМ

Выполняете ли вы съемку или разбивочные работы на стройплощадке, объекте транспортной инфраструктуры или открытой горной разработке, производите ли поиск подземных коммуникаций или собираете данные для геоинформационной системы – универсальный приемник Trimble R2, созданный специально для геодезистов и специалистов в области ГИС, поможет вам выполнить работу качественно и в срок

Trimble R2