

#2
2017

ГЕОСТРОЙ

14 лет

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ



Платиновый спонсор



Золотой спонсор

ИТОГИ ФОРУМА «ГЕОСТРОЙ»
(НОВОСИБИРСК)

ЧАРЛИ ТРИМБЛ —
ЧЕЛОВЕК И БРЕНД

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ:

- КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
В АРКТИКЕ
- ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ
И АЭРОФОТОСЪЕМКА С БПЛА
- ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ
ОБРАБОТКА В «ОБЛАКАХ»

ТАХЕОМЕТР LEICA NOVA MS60
ЗА ПОЛЯРНЫМ КРУГОМ

JAVAD MOBILE TOOLS — ПОЛЕВОЕ
ПО НА IOS И ANDROID

РОССИЙСКИЙ ГНСС-ПРИЕМНИК
S-MAX GEO

ЦИФРОВЫЕ НИВЕЛИРЫ LEICA LS

ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИИ
В ГЕОДЕЗИИ И МАРКШЕЙДЕРИИ





&



25 лет в России

25 лет непрерывного сотрудничества между Silicon Valley (Калифорния) и Москвой



Все началось в 1989 году

Мы объединили GPS и ГЛОНАСС и создали самую современную технологию использования сигналов ГНСС

История успешного сотрудничества



Уважаемые коллеги!

В публикациях, и не только рекламного характера, можно найти утверждения о возможности создания инженерно-топографических планов масштабов от 1:500 до 1:5000, используя только данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ): цифровые аэрофотоснимки с пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов или облака точек воздушных, мобильных и стационарных лазерных сканирующих систем. Не вдаваясь в тонкости, попробуем развеять миф об этих утверждениях, рассмотрев подробнее, что представляет собой инженерно-топографический план, создаваемый в ходе инженерно-геодезических изысканий.

В действующем в настоящее время своде правил СП 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», введенном в действие 1 июля 2013 г., под инженерно-топографическим планом понимается *«топографический план, на котором отображены рельеф местности, объекты ситуации, включая подземные и надземные коммуникации и сооружения, с техническими характеристиками, необходимыми для их проектирования, строительства, эксплуатации и сноса (демонтажа)»*. Он может быть представлен как инженерная цифровая модель местности *«в цифровом векторно-топологическом виде для обработки (моделирования) на ЭВМ и автоматизированного решения инженерных задач»* и состоять *«из цифровой модели рельефа и цифровой модели ситуации»*.

В новом СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», утвержденном Минстроем России 30 декабря 2016 г. и зарегистрированном в Росстандарте 21 февраля 2017 г., который будет действовать с 1 июля 2017 г., приводится другое определение инженерно-топографического плана: *«Картографическое изображение на специализированном плане, созданном или обновленном в цифровой, графической и иных формах, элементов ситуации и рельефа местности (в том числе дна водотоков, водоемов), ее планировки, пунктов (точек) геодезической основы, существующих зданий и сооружений (подземных, наземных и надземных) с их техническими характеристиками»*. Далее, при описании инженерно-геодезических изысканий, уточняется: *«В зависимости от целей и задач инженерных изысканий, степени застройки участка работ, преобладающих углов наклона и других характеристик местности, инженерно-топографические планы создаются в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500 и 1:200»*.

Таким образом, инженерно-топографический план должен быть создан в цифровом виде, в заданном масштабе, с отображением рельефа, наземных, надземных и подземных сооружений, коммуникаций, а также с описанием их характеристик.

Действительно, данные ДЗЗ обеспечивают: определение плановых координат объектов с точностью, достаточной для создания топографического плана масштаба 1:500, при условии, что на снимаемой территории имеется опорная геодезическая сеть; построение рельефа заданного сечения, но не гарантируют получение высотных отметок на сооружениях в требуемых местах (например, обечайка колодца канализации, водопровода, теплотрассы); получение цифрового изображения снимаемой территории; создание цифровой модели рельефа и местности. Но на этих данных всегда будут «белые пятна» в виде подземных коммуникаций, их характеристик и др.

Очевидно, что наличие данных ДЗЗ значительно снижает объем необходимых наземных геодезических измерений и облегчает процесс наземной топографической съемки за счет предоставления цифровых изображений территории, которые можно использовать в качестве подложки в двухмерном или трехмерном видах, но не позволяет полностью исключить наземную съемку. Проведение наземных измерений вызвано и необходимостью контроля данных ДЗЗ, чтобы избежать возникновения возможных ошибок при проектировании.

Представляют интерес исследования на предмет оценки ожидаемого снижения стоимости и временных затрат на наземную топографическую съемку за счет использования данных ДЗЗ.

Учитывая, что данные ДЗЗ и результаты наземных геодезических измерений получают в цифровом виде и создают цифровой векторный план, целесообразно в нормативных документах регламентировать предельные погрешности планового и высотного положения контуров и съемочных точек, не привязывая их точность к масштабу и сечению рельефа топографического плана, задавать не масштаб и сечение рельефа, а плотность съемочных точек.

Предлагаем изложенные выше предложения детально рассмотреть на страницах журнала «Геопрофи» и отразить в разрабатываемом АИИС проекте СП ** .13330.20** «Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ».

Редакция журнала

Присоединяйтесь!



Характеристики:

- 240-каналов
- Технология Z-Blade
- Режимы только-GLONASS и только-BEIDOU
- 3.5G GSM, Bluetooth, WiFi
- УКВ радиомодем (опционально)
- SMS и e-mail оповещение
- Защита от кражи
- 2 батареи с горячей заменой
- WEB - интерфейс
- Спроектирован в России



GNSS приемник Spectra Precision SP80

SP80 – уникальные возможности подключения!

Вам нужен GNSS приемник, который работает со всеми спутниковыми системами, обладает широкими возможностями подключения, защитой от кражи и высокой производительностью? SP80 – вот ответ!

GNSS приемник Spectra Precision SP80 с уникальной технологией обработки сигналов Z-Blade работает со всеми спутниковыми системами и с любыми их сочетаниями, включая режимы работы только с GLONASS и только с BEIDOU.

SP80 обладает уникальным набором вариантов подключения: 3.5G GSM модем, Bluetooth, Wi-Fi, возможностью отправки SMS и email оповещений, а так же функцией защиты от кражи. Опционально доступен УКВ радиомодем.

Прочный и надежный корпус приемника, эргономичный дизайн, дисплей, два аккумулятора с возможностью горячей замены и температурный диапазон работы от -40 °C до +65 °C делают SP80 универсальным решением, готовым к работе в самых сложных условиях.

Мощный и инновационный, GNSS приемник SP80 разработан в России для профессиональных геодезистов.

SP80: Simply Powerful

Тримбл РУС
119333, Россия, Москва
Ул. Фотиевой 5, стр.1
Тел. +7 (495) 234 5964 доб. 1001

www.spectraprecision.com

CONTACT YOUR
LOCAL SPECTRA
PRECISION DEALER



Редакция благодарит компании,
поддержавшие издание журнала:

Trimble (Платиновый спонсор),
JAVAD GNSS (Золотой спонсор),
«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»,
«Руснавгеосеть», «Совзонд»,
«Геодезические приборы»,
АО «Роскартография»,
НАВГЕОКОМ, «Радио-сервис»,
КБ «Панорама», «Ракурс»,
«УГТ-Холдинг», ПК «ГЕО»,
ГУП «Мосгоргеотрест»,
Центр геодезии, картографии и ИПД

Издатель
Информационное агентство «ГРОМ»

Генеральный директор
В.В. Groшев

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 12.04.2017 г.

Печать Издательство «Проспект»

ОТ РЕДАКЦИИ

ДАнные ДЗЗ и ИНЖЕНЕРНО-ТОПОГРАФИЧЕСКИЙ ПЛАН 1

ТЕХНОЛОГИИ

В.В. Глушков
**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СПУТНИКОВОЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ В АРКТИКЕ** 4

И.А. Рыльский
**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ДАнных ВЛС и АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БПЛА
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ** 15

А.Ю. Сечин, В.Н. Адров
ФОТОГРАММЕТРИЯ И ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 24

Н.В. Чунаков
**ПУТЕШЕСТВИЕ ЗА СЕВЕРНЫЙ ПОЛЯРНЫЙ КРУГ
СО СКАНИРУЮЩИМ ТАХЕОМЕТРОМ LEICA** 28

Г. Шрок
**ЧАРЛИ ТРИМБЛ — ПИОНЕР В ОБЛАСТИ
GPS-ТЕХНОЛОГИЙ** 32

Ю.Г. Ноянов, П.П. Юровский
**JAVAD MOBILE TOOLS — НОВОЕ СЛОВО
В ПОЛЕВОМ ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ** 44

НОВОСТИ

АНОНС 37

СОБЫТИЯ 38

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 42

ОБОРУДОВАНИЕ 42

ОБРАЗОВАНИЕ

В.И. Глейзер
**ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИИ И ИХ РЕШЕНИЕ
В СЕВЕРНОМ (АРКТИЧЕСКОМ) ФЕДЕРАЛЬНОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ ИМ. М.В. ЛОМОНОSOVA** 51

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ 55

КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ 56

При оформлении первой страницы обложки использовались изображения,
полученные по материалам аэрофотосъемки и воздушного лазерного сканирования,
предоставленные компанией «Совзонд».

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СПУТНИКОВОЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ В АРКТИКЕ

В.В. Глушков (МИРЭА)

В 1977 г. окончил геодезический факультет Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева, в 1983 г. — очную адъюнктуру в 29-ом НИИ МО СССР. С 2004 г. — профессор Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), с 2015 г. по настоящее время — профессор Московского технологического университета (МИРЭА). Доктор географических наук, доктор технических наук. Действительный член (академик) Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского.

Арктика или точнее ее часть — Арктическая зона Российской Федерации (далее — Арктическая зона РФ) включает внутренние морские территориальные воды, исключительные экономические зоны акваторий пяти морей, по которым проходит Северный морской путь, континентальный шельф, все как открытые, так и «могущие быть открытыми земли и острова», расположенные в Северном Ледовитом океане; сухопутные территории субъектов РФ и муниципальных образований на побережье северных морей; воздушное пространство.*

Арктическая зона РФ — это богатейший залежами жидких, газообразных и твердых полезных ископаемых регион, это — уникальный Северный морской путь с его сложной инфраструктурой и ледокольным флотом, это — оспариваемые зарубежными государствами территории российского континентального шельфа, наконец, это — форпост нашей страны на ее северной окраине (рис. 1).

Для обеспечения национальной безопасности, безопасности

движения морских судов по трассам Северного морского пути и созидательной деятельности в арктическом регионе требуется хорошо развитая инфраструктура, основанная на спутниковых информационных технологиях, на которых в настоящее время базируются навигация, гидрометеорология и связь. В статье рассматривается состояние и перспективы развития спутниковой гидрометеорологической разведки и касающиеся ее средства связи в Арктической зоне РФ.

▼ Зарождение спутниковой гидрометеорологической разведки Арктики

Спутниковая гидрометеорологическая разведка, под которой понимается получение данных о гидрологических и метеорологических условиях в определенных районах Земли, в СССР стала применяться с 1966 г., с запуском на орбиту спутника «Космос-122» (угол наклона плоскости орбиты спутника к земному экватору (i) равен 65° ,



Рис. 1
Арктика. Вид из космоса (<http://ru-an.info>)

* Официальное определение Арктической зоны Российской Федерации дано в документе «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», утвержденном Президентом РФ 18.09.2008 г. № Пр-1969. — Прим. ред.



Рис. 2
Метеорологический спутник «Метеор-2»

высота полета (H) равна 625 км). Он был предназначен для испытания космической системы получения ледовой и метеорологической информации в Арктике. В 1967 г. были запущены еще три метеорологических спутника «Космос-144», «Космос-156» и «Космос-184» ($i = 81,2^\circ$, H , соответственно, — 625 км, 630 км и 635 км). В результате была создана первая отечественная оперативная метеорологическая космическая система, которая в дальнейшем дополнялась спутниками, получившими название «Метеор». На борту этих спутников в качестве полезной нагрузки, кроме телевизионной, размещалась радиометрическая аппаратура, предназначенная для измерения интенсивности излучения поверхности Земли и атмосферы [1].

К 1969 г. была развернута сеть наземных автономных пунктов для приема со спутников «Метеор» гидрометеорологической информации в режиме реального времени.

В 1972 г. спутники «Метеор» были оснащены сканирующими радиометрами, что позволило выполнять съемку ледовой обстановки не только в видимом, но и в инфракрасном (ИК) диапазоне. С этого времени метеорологические наблюдения стали круглосуточными.

С 1975 г. на орбиты стали запускать более совершенные метеорологические спутники второго поколения серии «Метеор-2» ($i = 81,2^\circ$, $H = 900$ км), позволяющие за один оборот вокруг Земли снимать и хранить телевизи-

онную и ИК-информацию с территории, составляющей около 20% поверхности Земли. До 1993 г. был запущен 21 спутник этой серии (рис. 2, [1]).

В 1983 г. на орбиту был запущен спутник «Космос-1500» («Океан-03» № 1) с параметрами $i = 98,5^\circ$, $H = 685$ км — головной в серии метеорологических спутников космической системы «Океан», являющейся первой в мире оперативной радиолокационной системой дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Он предназначался для составления морских гидрометеорологических и специализированных прогнозов, обеспечения безопасности судоходства и выбора оптимальных маршрутов судов, обнаружения районов загрязнения поверхности морей и океанов, изучения деятельного слоя в океане, изучения континентального шельфа, определения поля ветров по дрейфу облаков, определения физического состояния ледового покрова (разрушенность, возраст, заснеженность, торосность), экологического и кризисного мониторинга, исследования физико-геологических структур и др. [1].

В состав исследовательской аппаратуры спутника «Океан-03» № 1 входили:

- многоканальные сканирующие устройства высокого разрешения МСУ-В и среднего разрешения МСУ-СК;

- два радиолокатора бокового обзора (право- и левосторонний);

- трассовый сверхвысокочастотный радиометр Р-600;

- трассовый сверхвысокочастотный радиометр Р-225;

- многоканальный сканирующий сверхвысокочастотный радиометр «Дельта-2Д»;

- поляризационный спектрометрический радиометр видимого диапазона на акустических фильтрах с высоким спектральным разрешением «Трассер»;

- радиотелевизионный комплекс РТВК-М;

- информационная система сантиметрового диапазона БИСУ-П;

- синхронизатор времени и частот;

- бортовая аппаратура системы сбора и передачи информации «Кондор-2М».

Комплекс исследовательской аппаратуры в указанном составе обеспечивал формирование и передачу по радиоканалам на пункты приема:

- радиолокационной информации с размером элемента изображения 1,3x2,5 км в двух полосах обзора шириной по 450 км;

- радиометрической информации на двух длинах волн сверхвысокочастотного диапазона в трассовой полосе обзора 130 км с диапазоном измеряемых температур от 50°K до 310°K;

- многоканальной радиометрической информации сверхвысокочастотного диапазона с размером элемента изображения от 16x21 км до 87x115 км в полосе обзора 900 км при значении диапазона измеряемых температур от 2,7°K до 330°K;

- многоканальной информации видимого и ИК диапазона в полосе обзора 180–200 км с размерами элемента изображения 50x250 м, в полосе обзора 600 км с размерами элемента изображения от 245x157 м и до 820x590 м и в полосе обзора 1950 км с размерами элемента изображения 1,5x1,8 км;

- спектрометрической информации по 62 измерительным каналам в спектральном диапазоне от 411 нм до 809 нм;

- информации, получаемой с наземных платформ [1].

С 1991 г., когда авиационная ледовая разведка практически перестала проводиться в Арктике и весьма ограниченные визуальные наблюдения стали выполняться только с вертолетов, базирующихся на ледоколах и судах ледового плавания, основ-

ным средством сбора ледовой информации в высоких широтах стали искусственные спутники Земли. Их использование существенно облегчило задачу прокладки курса морских судов. Так, при эксплуатации атомного ледокола «Сибирь» для составления наиболее безопасных и экономичных путей в арктических морях была использована информация уже с нескольких типов спутников. Например, со спутников «Метеор» поступали изображения облачного покрова и прогнозы снежной и ледовой обстановки, а с помощью спутника «Молния» поддерживалась регулярная связь ледокола с континентальной базой [2].

▼ Действующая группировка спутников гидрометеорологического и океанографического обеспечения Арктики

В 2009 г. на орбиту был выведен российский спутник «Метеор-М» № 1 ($i = 98,8^\circ$, $H = 830$ км) — первый из серии перспективных космических аппаратов гидрометеорологического обеспечения, входящий в состав космического комплекса гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М». Он предназначался для оперативного получения информации в целях прогноза погоды, контроля озонового слоя и радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве, а также мониторинга морской поверхности, включая ледовую обстановку. Для исследования ледового покрова в составе полезной нагрузки был предусмотрен бортовой радиолокационный комплекс «Северянин-М». Однако последний в течение пяти лет находился в нерабочем состоянии из-за нештатного раскрытия антенны радиолокатора бокового обзора. Спутник «Метеор-М» № 1 был выведен из оперативного использования в 2014 г. В том же году был запущен спутник «Метеор-М» № 2 ($i = 98,8^\circ$, $H = 825$ км). В после-

дующем планировалось запустить еще два таких спутника. За всю историю существования спутников серии «Метеор» было запущено более 70 космических аппаратов [1].

По оценкам специалистов, в настоящее время минимально необходимая группировка функционирующих гидрометеорологических спутников должна состоять из девяти космических аппаратов: трех, расположенных на геостационарной орбите (серии «Электро»), четырех — на приполярных орбитах (серии «Метеор») и двух на высокоэллиптических орбитах.

По состоянию на 2015 г. космический комплекс гидрометеорологического и океанографического обеспечения «Метеор-3М» включал один метеорологический спутник «Метеор-М» № 2. В полном составе этот комплекс должен был включать четыре метеорологических и один океанографический спутники. Геостационарный гидрометеорологический космический комплекс «Электро-Л» включал один спутник серии «Электро-Л» (№ 1) — из-за сбоя в системе ориентации спутник в настоящее время работает ретранслятором в интересах Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). В полном составе этот космический комплекс должен включать три спутника. Многофункциональная космическая система ретрансляции «Луч» развернута полностью и включает три геостационарных спутника «Луч-5А», «Луч-5Б», «Луч-5В» [1].

Таким образом, российская группировка гидрометеорологических спутников пока разворачивается и находится в развитии, а по некоторым оценкам, даже в кризисном состоянии. В связи с этим, организации Росгидромета вынуждены работать, в основном (99,5%), с данными, получаемыми с зарубежных космических аппаратов [3].

Понятно, что для сохранения паритета в международном обмене гидрометеорологической информацией в мирное время и обеспечения независимого мониторинга состояния Арктической зоны РФ в период обострения международной обстановки необходимы воссоздание и постоянное поддержание соответствующей российской группировки гидрометеорологических спутников, а также модернизация наземного комплекса приема, обработки и распространения данных с этих космических аппаратов.

▼ Перспективы создания многоцелевой космической системы в Арктике

Заметим, что такая работа была инициирована еще в 2006 г., когда Росгидромет и Федеральное космическое агентство (Роскосмос) (с 2015 г. — Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос») выступили с предложением создать перспективную космическую систему, предназначенную для мониторинга гидрометеорологической и ледовой обстановки в Арктической зоне РФ с помощью метеорологических спутников, обращающихся на высокоэллиптических орбитах (ВЭО).

Первоначально полагалось, что основное назначение перспективной космической системы (условное обозначение «Арктика») заключается в функциональном дополнении геостационарных метеорологических спутников серии «Электро» для оперативного получения в квазинепрерывном режиме гидрометеорологических данных по арктическому региону для информационного обеспечения анализа и прогноза погоды, безопасной навигации судов на трассах Северного морского пути, а также для решения ряда других прикладных задач в интересах высокоширотных абонентов [4].

Целесообразность создания новой космической системы бы-



Рис. 3

Иллюстрация преимуществ использования метеорологических спутников, обращающихся на высокоэллиптических орбитах [5]

ла обусловлена рядом причин. Мониторинг арктического региона с космических аппаратов, расположенных на геостационарных орбитах, ограничивается географической параллелью 70° с. ш. (рис. 3), а низкоорбитальные метеорологические спутники серии «Метеор» не обеспечивают требуемую периодичность наблюдений. В одном и том же месте они появляются только два раза в сутки, а, например, для оценки такого важного параметра для прогноза погоды, как скорость ветра, этого недостаточно. Кроме того, российская система сбора данных о состоянии окружающей среды в Арктике наземными и авиационными средствами в то время прекратила свое существование, а пользоваться данными с зарубежных космических аппаратов становилось экономически не выгодно, а политически, как это позже подтвердилось, было нецелесообразно [3].

Концепция космической системы «Арктика» была изложена в 2007 г. в совместном докладе делегаций Роскосмоса и Росгидромета на 7-й сессии Консультативного совещания по политике высокого уровня в области спутников Всемирной метеорологической организации [6]. Решение на разработку проекта космической системы «Арктика» было принято в 2008 г. на заседании коллегии Росгидромета и

Роскосмоса. Затем оно было отражено в подпрограмме «Освоение и использование Арктики» (приложение 10, п. 9 перечня мероприятий) Федеральной целевой программы (ФЦП) «Мировой океан» [7].

На основании вышеперечисленных документов был подготовлен проект технического задания на опытную конструкторскую работу (ОКР) «Разработка системного проекта многоцелевой космической системы (МКС) «Арктика». Шифр: ОКР «МКС «Арктика» [7]. Заказчиком ОКР выступил Роскосмос, исполнителями — кооперация организаций ракетно-космической промышленности (НИЦ «Планета», ФГУП «НПО им. Лавочкина», АО «НИИ ТП», АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева, ОАО «Газпром космические системы») [6].

Целью ОКР стала разработка системного проекта МКС «Арктика», обеспечивающей решение задач гидрометеорологии, связи, вещания, навигации, мониторинга состояния природной среды, безопасности жизнедеятельности и природопользования в Арктической зоне РФ.

В числе основных задач, которые предстояло решать МКС «Арктика» и которые были положены в основу разрабатываемого системного проекта на ее создание, были определены следующие [7, 8]:

- навигационное и гидрометеорологическое обеспечение воздушного, морского, речного и наземного транспорта, системы поиска и спасения терпящих бедствие судов и самолетов КОСПАС-САРСАТ;

- оперативная оценка состояния ледового покрова, атмосферы и облачных систем, морской поверхности, снежного покрова;

- информационное обеспечение и связь: создание, поддержка и информационное обеспечение надежной системы спутниковой связи, сети Интернет, геоинформационных систем различного назначения;

- поиск залежей углеводородов и твердых полезных ископаемых на континентальном шельфе Северного Ледовитого океана;

- мониторинг экзогенных геологических процессов, деградации многолетней мерзлоты;
- создание и периодическое обновление кадастров природных ресурсов;

- мониторинг экологической обстановки на акваториях арктических морей, выявление и наблюдение за источниками загрязнения окружающей среды;
- контроль экономической и другой деятельности, мониторинг чрезвычайных ситуаций.

Баллистическое построение МКС «Арктика», разработанное с учетом перечня решаемых задач, представлено на рис. 4 [9, 10].

В состав МКС «Арктика» должны были войти три подсистемы: «Арктика-М», «Арктика-Р» и «Арктика-МС».

Подсистема «Арктика-М» предназначена для непрерывного гидрометеорологического мониторинга арктического региона и для гелиогеофизического мониторинга полярной области окружающего космического пространства.

Штатная орбитальная группировка этой подсистемы должна состоять из двух спутников, об-

рашающихся на высокоэллиптических орбитах типа «Молния» ($i = 63^\circ$, период обращения спутников вокруг Земли (T) — около 12 часов). Такая орбита позволяет спутнику большую часть времени находиться вблизи апогея (наиболее удаленной от Земли точки орбиты) над северным полушарием на высоте около 40 тыс. км. В результате арктический регион и, в частности, близполюсное пространство, становятся полностью доступными для наблюдения такими спутниками.

Основным назначением спутников рассматриваемой подсистемы является обеспечение функционирования бортового комплекса целевой аппаратуры для получения гидрометеорологических данных на рабочем участке орбиты и гелиогеофизических данных по высоте орбиты, передачи полученных данных в наземный комплекс приема обработки и распространения данных Росгидромета, ретрансляции гидрометеорологических данных с наземных платформ и сигналов с аварийных буев системы КОСПАС-САРСАТ.

С учетом назначения спутников подсистемы «Арктика-М» в состав их бортовой целевой аппаратуры должны входить: два комплекта многоканального сканирующего устройства типа МСУ-ГС, гелиогеофизический аппаратный комплекс, бортовой радиотехнический комплекс; бортовая система сбора данных, бортовая навигационная аппаратура потребителя (НАП) систем ГЛОНАСС (РФ) и GPS (США) [7].

При этом основными характеристиками перечисленной бортовой аппаратуры должны быть следующие [8]:

- используемые спектральные каналы многоканального сканирующего устройства: видимого диапазона (0,5–0,9 мкм) — три канала; инфракрасного диапазона (3,5–13,2 мкм) — восемь каналов;

- размер кадра МСУ: 20x20°;

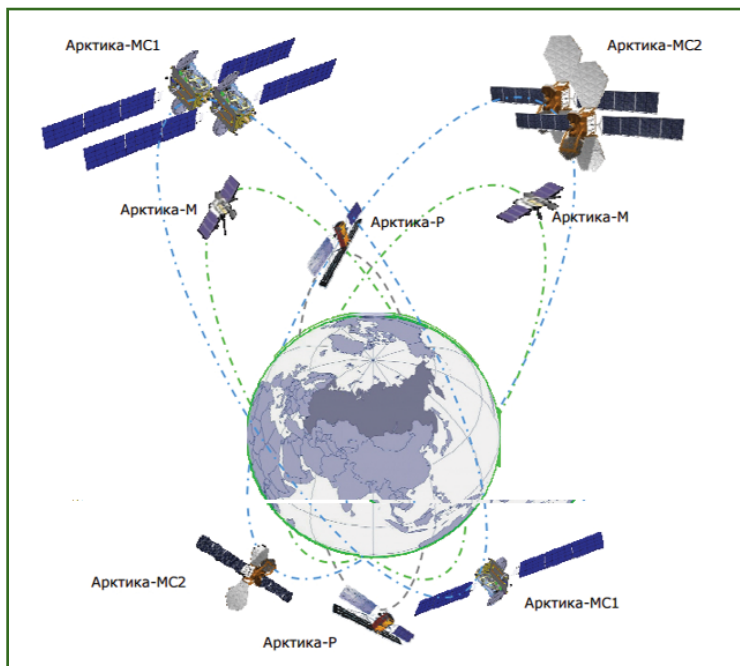


Рис. 4

Баллистическое построение МКС «Арктика» [10]

- пространственное разрешение: видимый диапазон — не хуже 3"; инфракрасный диапазон — не хуже 23";

- периодичность сеансов съемки всего диска Земли — 15–30 минут;

- средняя квадратическая погрешность (далее — точность) координатной привязки изображения сканера МСУ-ГС в окрестности подспутниковой точки — не более 1 км;

- точность привязки двух изображений сканера МСУ-ГС, полученных с временным интервалом 0,5 часов, в 40-градусной зоне на земной поверхности от подспутниковой точки — не более 2,5 км;

- вид наблюдений: непрерывные наблюдения для арктического региона.

Подсистема «Арктика-Р» предназначена для всепогодного и круглосуточного радиолокационного мониторинга арктического региона: ледовой обстановки и морских границ, движения судов по трассам Северного морского пути, районов добычи нефти и газа с целью обнаружения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного харак-

тера, экологической обстановки и изменений климата, хозяйственной деятельности.

Штатная группировка подсистемы «Арктика-Р» должна состоять из двух спутников, обращающихся на круговых солнечно-синхронных орбитах с $i = 98^\circ$ и $H = 550\text{--}750$ км.

Предполагалось, что подсистема «Арктика-Р» будет строиться на базе радиолокационного сегмента космической системы ДЗЗ «СМОТР», проект которой был разработан ОАО «Газпром космические системы». В составе космической системы ДЗЗ «СМОТР», предназначенной для мониторинга трубопроводов и инфраструктуры, предполагалось использовать по два спутника оптоэлектронной и радиолокационной съемки земной поверхности. Но в арктических условиях продолжительных полярных ночей и сплошной облачности в ряде районов использование спутников оптоэлектронного наблюдения малоэффективно, зато радиолокационная съемка позволяет получить достоверную информацию по ледовой обстановке в любое время года.

Построение орбитальной группировки спутников подсистемы «Арктика-Р» было оптимизировано по критерию приоритетного наблюдения арктического региона. Однако при этом должна быть обеспечена возможность радиолокационной съемки объектов и районов, расположенных также в любом другом регионе Земли [6].

Основными характеристиками подсистемы «Арктика-Р» были определены следующие [7, 8]:

- используемый частотный диапазон: X (9,5–9,8 ГГц);

- основные режимы радиолокационной съемки: детальный, обзорный, маршрутный, интерферометрический (включая дифференциальный);

- режимы передачи информации: непосредственная, запись в бортовое записывающее устройство для последующей передачи на наземный комплекс;

- поляриметрические режимы: полная поляриметрическая матрица;

- ширина полосы обзора на местности не менее: 450 км — детальные режимы; 600 км — обзорные режимы;

- пространственное разрешение не хуже: 1 м (детальный режим); 10 м (маршрутный режим), 100 м (обзорный режим);

- производительность не менее 100 районов в сутки, 60 млн км² в год;

- оперативность наблюдений до 10 раз в сутки для объектов в арктическом регионе;

- точность определения координат объектов без использования опорных точек местности и другой независимой информации о текущих координатах транспортного средства или стационарного объекта, идентифицируемого на радиолокационном снимке — не хуже 500 м;

- оперативность выполнения заявок на съемку в арктическом регионе — в течение 12–24 час.

Кроме радиолокационной аппаратуры спутники «Арктика-Р» должны быть оснащены бортовой НАП систем ГЛОНАСС и GPS.

При разработке системного проекта выяснилось, что подсистема «Арктика-Р» является одной из проблематичных, поскольку ни одного российского радиолокационного спутника высокого разрешения тогда еще запущено не было. В то же время стоимость создания этой подсистемы была самой низкой по сравнению с другими подсистемами МКС «Арктика» — ее предполагалось создавать в рамках государственно-частного партнерства, но почти полностью на внебюджетные средства [6].

Подсистема «Арктика-МС» предназначена для обеспечения мультисервисной (мультимедийной) широкополосной связи с подвижными объектами и абонентами, а также цифрового телерадиовещания в Арктической зоне РФ.

Это обусловлено тем, что в 1990-х гг. действующая система радиосвязи в Арктической зоне РФ, базирующаяся на радиостанциях и наземных каналах Росгидромета, была фактически разрушена, а в настоящее время для обеспечения радиосвязи и распространения информации по безопасности мореплавания в арктических морях используется, в основном, спутниковая система ИНМАРСАТ (International Maritime Satellite Organization Inmarsat) международной компании спутниковой связи, в которую входят 11 геостационарных телекоммуникационных спутников. Однако при использовании этой системы в высоких широтах имеют место проблемы со связью, обусловленные ее неустойчивой работой при углах возвышения спутников над горизонтом менее 5°. Кроме того, спутники системы ИНМАРСАТ полностью не покрывают трассы Северного морского пути — имеется разрыв рабочей зоны примерно от 100° в. д. до 140° в. д. [11].

С учетом этого штатная орбитальная группировка спутников подсистемы «Арктика-МС» должна состоять из трех аппаратов, обращающихся на высокоэллиптических орбитах типа «Тундра» ($i = 63^\circ$, H в апогее порядка 50 тыс. км, $T = 24$ часа) и включать два сегмента: коммерческий («Арктика-МС1») и государственный — президентской связи, управления воздушным движением, ретрансляции навигационных сигналов («Арктика-МС2») [12].

В целом же подсистема «Арктика-МС» была ориентирована на предоставление следующих услуг:

- спутникового цифрового радиовещания в L-диапазоне частот (1452–1550 МГц, 1610–1710 МГц);

- спутникового телевизионного вещания и мультимедийных услуг в Ku-диапазоне частот (10,7–12,75 ГГц);

- приема и передачи цифровой информации фиксированной связи и мультимедийных услуг в C-диапазоне частот (3,5–4,2 ГГц);

- приема и передачи цифровой информации фиксированной связи, в том числе услуг сети Интернет и других программ пассажирам самолетов в Ku-диапазоне частот (10,7–12,75 ГГц);

- обеспечения подвижной президентской связи в L-диапазоне, в том числе диспетчерской связи;

- ретрансляции потребителям дифференциальных поправок и навигационных сигналов систем ГЛОНАСС и GPS.

По оценкам специалистов, по окончательному техническому облику этой подсистемы пока еще есть некоторые неясности. Они обусловлены отсутствием бизнес-модели ее коммерческого использования и четкого понимания, какие услуги связи будут востребованы, а главное — не определено, кто будет финансировать разработку этой масштабной и самой дорогостоящей

телекоммуникационной компоненты МКС «Арктика». Так, при общей стоимости МКС «Арктика» порядка 70 млрд руб. стоимость создания подсистемы «Арктика-МС» вместе с наземным комплексом и средствами выведения спутников на орбиту составляет около 40 млрд руб. [6].

Кроме орбитальной группировки спутников в состав каждой из трех перечисленных подсистем МКС «Арктика» должны также входить:

- космический комплекс в составе ракетно-космического комплекса и наземного комплекса управления спутниками подсистемы;

- наземный комплекс приема, обработки и распространения спутниковых данных и информационных систем (для подсистем «Арктика-М» и «Арктика-Р»);

- наземный технологический комплекс приема и обработки спутниковых данных для контроля стабильности характеристик целевой аппаратуры (для подсистем «Арктика-М» и «Арктика-Р»), отработки решений по нештатным ситуациям с целевой аппаратурой, а также перспек-

тивных технологий и программного обеспечения;

- центр управления связью, центральные наземные станции подачи программ и связи;

- наземные средства контроля (для подсистемы «Арктика-МС»).

Функциональная схема МКС «Арктика», включающая космическую и наземную компоненты, приведена на рис. 5 [13].

Наземные комплексы управления и контроля, пункты приема и обработки информации подсистем должны быть объединены каналами передачи данных. Для этой цели планировалось проведение модернизации основных центров, расположенных в Москве, Новосибирске, Хабаровске, Тикси, в населенном пункте Баренцбург (архипелаг Шпицберген), а также создание более 100 региональных центров приема и обработки информации [6].

В рамках системного проекта были проработаны следующие возможности, которые должна обеспечивать МКС «Арктика» [7]:

- периодическое наблюдение за наличием и количеством

льда, границами льдов с различными характеристиками, возрастными градиентами и состоянием поверхности ледяного покрова, наличием и состоянием полыней, каналов и разводий в ледяном покрове;

- мониторинг айсбергов на чистой воде и среди льдов;

- определение скорости и направления приводного и приледного ветра, а также поверхностных течений;

- оценку уровня моря и характеристик волнения моря, цвета и прозрачности морской воды, степени загрязненности акватории;

- определение температуры поверхности морской воды;

- детектирование (обнаружение) облачности, слежение за облачностью, выявление аэрозоля в приводном слое, координирование полученных данных в любое время года;

- дискриминацию (различение) снега и облачности;

- детектирование низкой облачности и туманов, облачности малых размеров;

- оценку температуры поверхности океана и температуры поверхности льда (ночью);

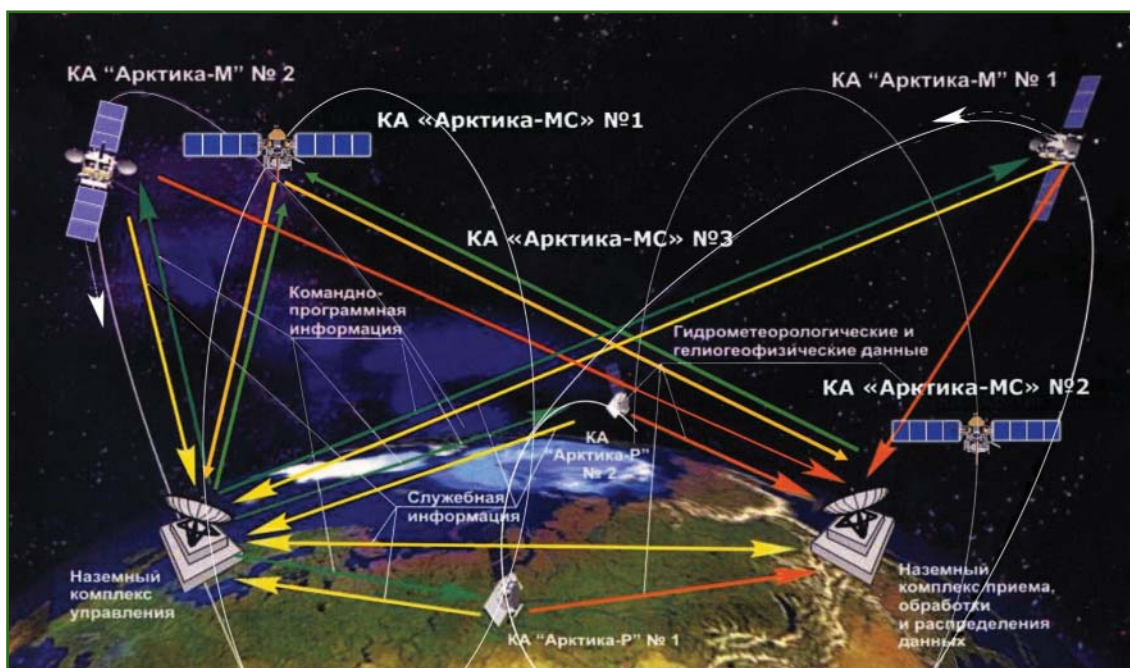


Рис. 5
Функциональная схема МКС «Арктика»

— детектирование и определение координат полыней и разводий.

Технические средства МКС «Арктика» для мониторинга льдов должны быть независимыми от условий видимости и естественной освещенности, обеспечивать инструментальное разрешение на местности 30–70 м. Оперативность поступления спутниковой информации о распределении и состоянии ледяного покрова (тактической ледовой информации) непосредственно на суда и ледоколы не должна превышать несколько часов [7].

Для обеспечения безопасного плавания судов в высоких широтах МКС «Арктика» должна позволять [7]:

— получать спутниковые (радиолокационные) снимки непосредственно на приемные устройства судов в море. При этом акватория, охватываемая одним снимком, должна иметь размеры 200–300 миль² (что соответствует расстоянию суточного перехода каравана судов во льдах). Точность определения координат судов во льдах должна соответствовать точности современных средств определения места судна в море (порядка 10–100 м);

— разрабатывать обзорные и оперативные ледовые карты, осуществлять монтаж спутниковых снимков, охватывающих акваторию Северного морского пути, для структур управления движением судов на трассах Северного морского пути (Администрация Северного морского пути, штабы морских операций Западного и Восточного секторов Северного морского пути и др.). Дискретность полного обновления этих данных должна составлять 1–3 суток;

— обеспечивать передачу и прием навигационной и гидрометеорологической информации, а также оповещений о бедствии судов и самолетов, по их поиску и спасению, о ледовой обстановке и др.;

— осуществлять мониторинг судов посредством обработки сигналов от судовой аппаратуры автоматической идентификационной системы с передачей информации в центр сбора данных;

— решать задачи организации управления воздушным движением в арктическом регионе и обеспечения кроссполярных (т. е. через Северный полюс) перелетов авиации.

Разработка системного проекта на создание МКС «Арктика» была завершена в 2012 г. Проект получил одобрение Правительства РФ, поскольку отвечал основам долгосрочной государственной политики нашей страны в Арктике, а также поддержку Всемирной метеорологической организации. По оценкам специалистов, «МКС «Арктика» не только функционально дополнит и территориально расширит международную геостационарную метеорологическую систему, но также будет иметь большое самостоятельное значение для стратегических интересов Российской Федерации» [14].

Объявленный в 2012 г. конкурс на создание подсистемы гидрометеорологического мониторинга арктического региона «Арктика-М», состоящей из двух спутников, выиграло ФГУП «НПО им. А.С. Лавочкина» (цена контракта 5,4 млрд руб.). В соответствии с конкурсной документацией на первом этапе (конец 2015 г.) планировалось создать наземный комплекс управления спутниками подсистемы и запустить на орбиту один из двух аппаратов. Второй этап должен быть осуществлен в 2016–2017 гг. [15].

Важность создания подсистемы гидрометеорологического мониторинга арктического региона наряду с другими задачами отмечена в «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасно-

сти на период до 2020 года», утвержденной Президентом РФ 20 февраля 2013 г. [16]. В частности, в п. 15, говорится следующее: «В целях развития информационных технологий и связи и формирования единого информационного пространства в Арктической зоне Российской Федерации предусматривается:

... б) создание надежной системы оказания услуг связи, навигационных, гидрометеорологических и информационных услуг, включая освещение ледовой обстановки, обеспечивающей прогнозирование и предупреждение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, ликвидацию их последствий, эффективный контроль хозяйственной и иной деятельности в Арктике, в том числе за счет применения глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС и создания многоцелевой космической системы «Арктика» ...».

Однако в ноябре 2015 г. стало известно, что начало развертывания подсистемы «Арктика-М» переносится на более поздний срок из-за запрета, объявленного Госдепартаментом США на поставку комплектующих, необходимых для создания полезной нагрузки российских спутников (примерно 50% комплектующих — импортные). Отечественная электронная промышленность, к сожалению, до сих пор не вышла на требуемый уровень. Очевидно, в связи с этим, в проекте Федеральной космической программы на 2016–2025 гг. появились новые даты запуска первого спутника подсистемы «Арктика-М» — 2017 г. и второго — 2019 г. [17].

В настоящее время прорабатывается и эконом-вариант МКС «Арктика», например, возможность установки телекоммуникационного оборудования, предназначенного для спутников подсистемы «Арктика-МС»,

на спутники подсистемы «Арктика-М». Кроме того, как отмечается в отчете о реализации ФЦП «Мировой океан» по состоянию на 1 апреля 2016 г.: «В ходе разработки многоцелевой космической системы «Арктика»... выявлено, что среди ее подсистем космическая система дистанционного зондирования Земли на радиолокационных космических аппаратах «Арктика-Р» является наиболее востребованной для экономики страны и может быть коммерчески эффективной ...» [18].

Какие шаги в части разработки и изменения ранее принятого технического облика МКС «Арктика» будут приняты, вероятно, скоро станет известно.

Между тем, в августе 2016 г. в Министерстве транспорта РФ была завершена разработка, по сути, альтернативного проекта под названием «Единая защищенная информационная связанная система транспортного комплекса Арктической зоны России (ЕЗИС ТКА)». Представляя проект, директор департамента программ развития Министерства транспорта РФ А.К. Семенов отметил, что освоение Арктики входит в число важнейших государственных приоритетов, но добраться до «арктических сокровищ» невозможно без развитой транспортной системы и ее навигационно-связного и информационного обеспечения. Главная особенность нового комплекса — универсальная доступность и возможность использования всеми видами транспорта, причем связь на всех арктических трассах должна быть безупречной и независимой от зарубежных систем. За основу интегрированной системы будут взяты оптоволоконные, радио- и спутниковые средства и такие российские спутниковые системы как навигационная ГЛОНАСС, связи «Гонец», ретрансляции «Луч» и др. Только с помощью

нескольких систем, ЕЗИС ТКА сможет гарантированно обеспечить потребителей разноплановой и достоверной информацией [15, 19].

В заключение отметим, что Россия не единственная страна, готовящая проекты по развертыванию спутниковых систем связи, вещания и мониторинга в Арктике. Аналогичные разработки проводятся Норвежским космическим центром совместно с оператором спутникового вещания Telenor Satellite Broadcasting. О своих намерениях развивать спутниковую связь в Арктике заявило также Канадское космическое агентство. Однако взаимодействовать по этому вопросу с Россией Канада отказалась. Нам же отступать некуда, помощи просить не у кого — в настоящее время остается надеяться только на политическую волю руководства нашей страны, а также на собственные силы и средства. Ведь будущее Арктики, а, следовательно, и России, связано с развитием спутниковых информационных технологий.

▼ Список литературы

1. Википедия. — <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
2. Болосов А.Н. Полярная авиация России. 1946–2014 гг. Книга вторая. — М.: Паулсен, 2014.
3. Данилов А.И., Дмитриев В.Г., Фролов И.Е. Развитие работ и исследований в Арктике в области гидрометеорологической безопасности // Проблемы Арктики и Антарктики. — 2010. — № 1. — С. 47–48.
4. Успенский А.Б. Спутниковые методы гидрометеорологического обеспечения отраслей экономики и населения информацией о состоянии и тенденциях изменения окружающей среды. — <http://planet.iitp.ru>.
5. В.А. Асюшкин, П.А. Грешилов, В.В.Ефанов, М.Б.Мартынов, А.А. Мошечев, С.А. Немыкин, В.М. Романов, И.Л. Шевалев. Автоматические космические аппараты для фундаментальных и прикладных научных исследований. — М.: Изд-во МАИ ПРИНТ, 2010.
6. Ломов А. Космическая «арктикуляция» // CONNECT! Мир связи. — 2012. — № 8.
7. Федеральная целевая программа «Мировой океан», подпрограмма «Освоение и использование Арктики». V. Требования к выполнению опытно-конструкторской работы «Арктика». Шифр: ОКР «МКС «Арктика». Постановление Правительства РФ от 10 августа 1998 г. № 919.
8. Носенко Ю.И., Севастьянов Н.Н., Дядюченко В.Н., Полищук Г.М., Асмус В.В. Многоцелевая космическая система «Арктика», перспективы ее создания / Доклад на 7-й Всероссийской открытой ежегодной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса», Москва, ИКИ РАН, 16–20 ноября 2009 г.
9. Шалагинов А.В. Проекты многофункциональных спутниковых систем для Арктических регионов России. — www.tssonline.ru.
10. Многоцелевая космическая система «Арктика». — <http://bastion-opk.ru>.
11. Пересыпкин В.И. Проблемы и решения арктической транспортной системы. — www.morvesti.ru.
12. Технологии высоких широт. Воздух. — <http://arctictime.ru>.
13. Функциональная схема МКС «Арктика». — <https://defence.ru>.
14. Данилов А.И., Дмитриев В.Г., Фролов И.Е. Развитие работ и исследований в Арктике в области гидрометеорологической безопасности // Проблемы Арктики и Антарктики. — 2010. — № 1. — С. 47–48.
15. Объявлен конкурс на создание космической системы «Арктика-М». — www.odnako.org.
16. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. Утверждена Президентом РФ 20 февраля 2013 г.
17. «Арктика» попала под санкции Госдепартамента. — <http://izvestia.ru>.
18. Краткие отчеты о реализации ФЦП «Мировой океан» (данные на 1.04.2016). — <http://fcp.ecoconomy.gov.ru>.
19. ГЛОНАСС ляжет в основу навигации в российской Арктике. — <http://ati.su>.

НОВИНКА!
2000м без отражателя!

SOKKIA

Электронный
тахеометр

CX-105LN



СДЕЛАНО В ЯПОНИИ
Верность традициям качества!



ВОЗДУШНОЕ ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ:

высокоточный рельеф,
детальные ортофотопланы,
3D-данные

Воздушное лазерное сканирование с одновременной цифровой аэрофотосъемкой позволяет быстро и экономично создавать топографические планы городской, залесённой или труднодоступной территории масштаба от 1:500 до 1:2000.

КАКИЕ ЗАДАЧИ РЕШАЕТ МЕТОД?

- создание топографических планов для проектирования
- подготовка качественного ортофотоплана или цифровой модели рельефа
- обновление кадастровой основы на населенный пункт.

МЕТОД БУДЕТ ПОЛЕЗЕН:

- проектировщикам
- предприятиям горной промышленности
- архитектурным управлениям муниципалитетов
- предприятиям топливно-энергетического комплекса
- агрохолдингам с поливным земледелием или сложным рельефом местности
- компаниям, реализующим инфраструктурные проекты.

SOVZOND



СОВЗОНД



+7 (495) 642-8870, 988-7511,
988-7522, 988-7533 (факс)



sovzond@sovzond.ru



www.sovzond.ru

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ВЛС И АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БПЛА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

И.А. Рыльский («Совзонд»)

В 2002 г. окончил географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «магистр географии и картографии». После окончания университета работал в компаниях «Диорит», «Арк-он», «АртГео», в МГУ им. М.В. Ломоносова. С 2015 г. работает в компании «Совзонд», в настоящее время — директор по науке и инновациям. Кандидат географических наук.

В настоящее время в области крупномасштабного картографирования происходят бурные изменения, связанные с развитием ряда ключевых технологий сбора и обработки пространственных данных. Среди прочих, отметим следующие:

— лазерное сканирование (воздушное, мобильное, наземное);

— различные виды аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в основном, пассивной;

— интегрированное (ГНСС + ИНС) точное позиционирование подвижной съемочной аппаратуры.

Упомянутые технологии за последние 15 лет фактически произвели революцию в точности, скорости и стоимости сбора пространственных данных.

Инерциальные навигационные системы (ИНС) с использованием волоконно-оптических гироскопов и акселерометров (позднее — MEMS-решения) в сочетании с глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС) позволили решить задачу определения линейных и угловых параметров ориентации съемочной аппаратуры и носителей в пространстве, а также принципиально повысили точность навигации.

Лазерные сканеры достигли точности однократных измерений дальности от долей миллиметров (наземное сканирование) до нескольких сантиметров (воздушное сканирование). Беспилотные летательные аппараты позволили существенно снизить минимальную площадь аэрофотосъемки и стоимость затрат на один самолето-вылет.

Однако в ряде случаев одна и та же ниша на рынке услуг, ранее безраздельно принадлежавшая одной из технологий (например, наземной топографической или космической съемкам), становится объектом конкурентной борьбы нескольких одновременно развивающихся инновационных решений. Это неизбежно вызывает необходимость сравнения характеристик и особенностей итоговых результатов, полученных разными технологиями при решении одной и той же задачи.

Подобным примером «технологического противостояния» является борьба воздушного лазерного сканирования, совмещенного с аэрофотосъемкой (АФС), с пилотируемых летательных аппаратов и аэрофотосъемки с БПЛА легкого и среднего классов при решении задач картографического обеспечения проектных работ.

▼ Технология ВЛС — воздушное лазерное сканирование, совмещенное с аэрофотосъемкой

В конце 1990-х гг. в области методов получения картографических материалов высокой детальности (масштаба 1:5000 и крупнее) произошли серьезные перемены. Они были вызваны появлением новых технологий дистанционного зондирования Земли с использованием импульсных лазеров. Вместо классической аэрофотосъемки потребителям картографической информации была предложена высокоточная лазерно-локационная съемка в сочетании с цифровой аэрофотосъемкой. Последний вид съемки в дальнейшем будем именовать «воздушное лазерное сканирование», или ВЛС, что подразумевает использование тандема «лазер + АФС», поскольку лазерное сканирование без аэрофотосъемки применяется редко.

Постепенное распространение данной технологии в мире и прогресс в области создания цифровых камер и лазерных сканеров привели к повышению точности и подробности данных, получаемых по этим материалам — от 1:5000 в конце

1990-х гг. до 1:500 к началу 2015 г.

Лазерное сканирование является разновидностью активной съемки. Установленный на авиационный носитель (самолет, вертолет) полупроводниковый лазер работает в импульсном режиме и проводит дискретное сканирование поверхности Земли и объектов, расположенных на ней, регистрируя направление и время прохождения лазерного луча (рис. 1). Таким образом, удается однозначно локализовать в пространстве точку (или точки, если отражений было много), от которой отразился лазерный луч. Текущее положение лазерного сканера определяется с помощью высокоточного спутникового приемника, работающего в дифференциальном режиме совместно с ИНС. Зная углы разворота и относительные смещения между компонентами описанного измерительного комплекса, можно однозначно определить абсолютные координаты каждой точки лазерных отражений в пространстве.

Поскольку лазерный сканер излучает и принимает сотни тысяч импульсов в секунду, периодически меняя направление излучения («качая» луч как маятник из стороны в сторону в вертикальной плоскости, ортогональной к направлению движения носителя, например, вертолета), и смещается вместе с носителем, то территория съемки оказывается покрытой множеством точек лазерных отражений. Для каждой точки известны координаты, интенсивность отраженного сигнала, а также порядок отражения (было ли это первое отражение — от самого высокого объекта в данной точке, или последнее — от земли или здания). В результате совместной обработки лазерной альтиметрии, данных ИНС и приемников ГНСС, формируется массив нерегулярно располо-

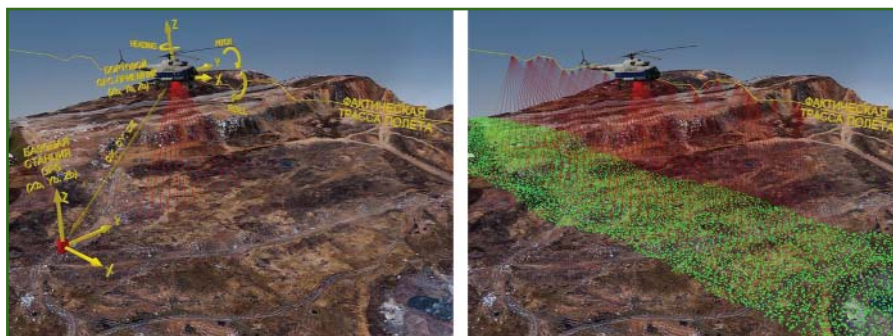


Рис. 1

Принципы воздушного лазерного сканирования

женных точек, для которых известны пространственные координаты, интенсивность отраженного сигнала и ряд дополнительных параметров. После автоматизированной обработки точек лазерных отражений создается высокоточная цифровая модель рельефа (ЦМР) территории.

Одновременно с лазерным сканированием ведется аэрофотосъемка поверхности земли с помощью цифровой камеры, регистрирующей изображение (снимок) в видимом или инфракрасном (ИК) диапазоне электромагнитного излучения. Цифровые снимки регистрируются в накопителе на борту летательного аппарата. Наличие точных меток времени позволяет определить элементы внешнего ориентирования камеры для трансформирования снимков, а также осуществить привязку центров фотографирования снимков для их последующего объединения в единый бесшовный ортофотоплан местности.

Приведенные данные показывают, что производительность ВЛС (лазер + АФС) не уступает обычной аэрофотосъемке в видимом или ИК-диапазоне. При этом пользователь получает многозональные снимки одновременно с данными воздушного лазерного сканирования, а по цене ВЛС существенно не отличается от традиционной аэрофотосъемки. Однако ценность этих данных существенно выше,

чем у данных классической аэрофотосъемки или космической съемки.

Кроме воздушного лазерного сканирования, ни один из применяющихся в настоящее время методов дистанционного зондирования Земли, не обладает возможностью одновременно получать и видимую поверхность (кроны деревьев или густой растительности), и рельеф земной поверхности под кронами. Действительно, опико-электронные системы наблюдения дают информацию о видимой поверхности, оставляя рельеф невидимым, радарная съемка — либо о рельефе, либо о видимой поверхности (в зависимости от длины волны). Только воздушное лазерное сканирование сочетает в себе лучшие черты каждого из методов, обладая при этом субдециметровой точностью определения высот рельефа. Именно благодаря этому свойству, воздушное лазерное сканирование является одним из немногих методов, позволяющих получить точные геометрические параметры объектов, используя прямые измерения.

На данных лазерного сканирования в трехмерном виде хорошо различимы «висячие» объекты: провода и опоры линий электропередачи, легкие вертикальные конструкции и небольшие по размерам конструктивные элементы (отдельно стоящие столбы, балки, рекламные щиты и т. п.).

Наличие информации о рельефе и наземных объектах позволяет непосредственно в трехмерном режиме автоматически получать высоты деревьев и зданий, определять расстояние от провода до объекта (так называемый провис проводов), строить профили с учетом возвышающихся над земной поверхностью объектов — все это делается без полевых работ, только по данным воздушного лазерного сканирования.

В зависимости от масштаба инженерно-топографического плана определяется необходимая плотность сканирования — количество точек лазерных отражений на 1 м^2 . Так, для масштаба 1:5000 плотность составляет около одной точки лазерных отражений, 1:2000 — две точки, 1:1000 — 4–6 точек, а 1:500 — 10–20 точек. Аэрофотосъемка при этом ведется с разрешением одного пикселя на местности 30, 20, 12 и 6 см, соответственно.

На рис. 2 приведены материалы воздушного лазерного сканирования с плотностью сканирования 12 точек на 1 м^2 , на которых в трехмерном режиме легко различимы (т. е. только по форме, без спектральных признаков) здания, поверхность земли, кроны лиственных

и хвойных деревьев, с учетом их наиболее высоких точек.

Форму и геометрические размеры объектов определяют по данным лазерного сканирования, а атрибутивные характеристики и контуры объектов, не имеющих выраженного рельефа (например, разметка дороги), наносят по результатам аэрофотосъемки, проводящейся параллельно.

Подводя итог описанию технологии ВЛС, еще раз отметим ключевые особенности технологии:

- пригодность для составления инженерно-топографических планов масштабов 1:500–1:5000;

- высотная съемка земной поверхности, покрытой растительностью;

- возможность съемки «висячих» объектов;

- воздушное лазерное сканирование, совмещенное с высокодетальной аэрофотосъемкой профессиональными среднеформатными камерами, с аппаратным определением элементов внешнего ориентирования, достаточных для пространственной геопривязки данных с точностью, удовлетворяющей требованиям крупномасштабной топографической съемки масштабов 1:500–1:5000;

— средний или максимальный вес съемочного измерительного комплекса от 8 до 120 кг, что, как правило, подразумевает необходимость использования пилотируемого летательного аппарата.

▼ Технология аэрофотосъемки с БПЛА

Говоря об аэрофотосъемке с использованием БПЛА, уточним сразу, что речь пойдет исключительно о российском рынке, с присущими ему административными, логистическими и климатическими особенностями.

В силу ряда причин, в РФ (как, впрочем, и в большинстве стран) использование БПЛА со взлетной массой более 30 кг в коммерческих целях затруднено из-за соображений безопасности, высокой стоимости и сложных организационных мероприятий. Подавляющее число БПЛА относится к легкому и/или среднему классу с полезной нагрузкой до 3–4 кг и весьма незначительной дальностью полета. Стоимость аэрофотосъемочного комплекса с БПЛА ограничена рыночными особенностями и не превышает 5 млн руб. Подобные БПЛА обладают следующими характеристиками:

1. Дальность — незначительная, ввиду низкой энерговооруженности и необходимости осуществлять посадку вертикально, «вскользь» или на парашюте.

2. Полезную нагрузку в подавляющем большинстве случаев составляют RGB-камеры (в худшем случае — видекамеры, в лучшем — полупрофессиональные фотоаппараты с размером результирующего кадра до 50 Мпикселей и физическим размером матрицы до 24x35 мм).

Высокоточные ИНС и лазерные сканеры не устанавливаются на подобные носители в силу их высокой стоимости и значительной массы, а также ограниченной энергоемкости БПЛА и допустимого веса его полезной

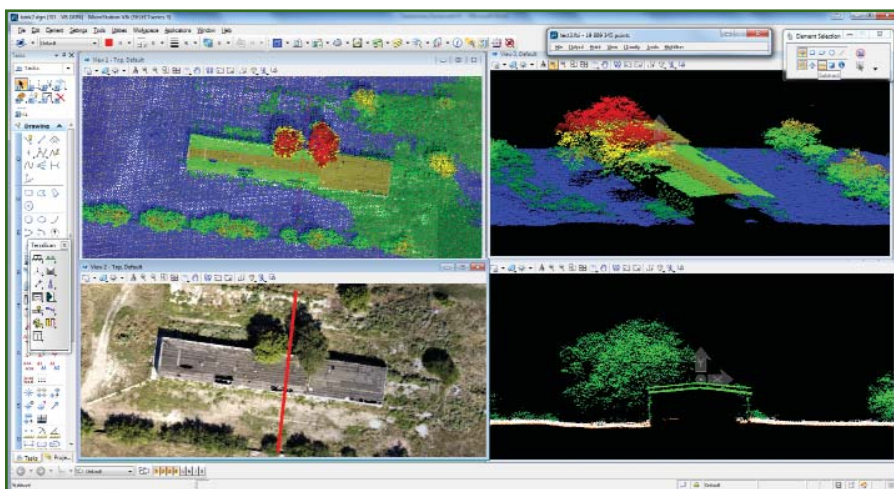


Рис. 2

Пример материалов воздушного лазерного сканирования с плотностью сканирования 12 точек на 1 м^2 (для масштаба 1:500)

нагрузки. Исключения из данного правила единичны и носят не коммерческий, а экспериментальный характер.

3. Уровень безопасности полетов. Как правило, стоимость БПЛА и допустимая масса его полезной нагрузки не позволяет поставить системы, обладающие высокой надежностью, обеспечивающие устойчивую связь с аппаратом, автопилотирование в неблагоприятных климатических и радиочастотных условиях, диспетчеризацию полета, а также гарантирующие безопасный взлет и посадку в течение всего жизненного цикла функционирования измерительной аппаратуры (для лазерных сканеров — около 2000 часов работы и 8–10 лет непрерывной эксплуатации). Это ведет к тому, что пользователи банально опасаются устанавливать дорогие камеры, лазерные сканеры, гиперспектральные съемочные системы и т. п. на БПЛА бюджетного класса, или БПЛА как таковые, отдавая предпочтение пилотируемым летательным аппаратам.

Таким образом, на 2017 г. мы можем говорить о следующих особенностях аэрофотосъемки с БПЛА:

- возможность аэрофотосъемок для создания ортофотопланов с детальностью масштабов 1:500–1:5000;

- низкая стоимость подобных комплексов;

- использование исключительно цифровых камер, работающих в видимом и (редко) в ближнем ИК диапазоне;

- незначительная дальность полета и производительность съемки;

- невозможность установки точных интегрированных (ГНСС + ИНС) систем на БПЛА (как следствие — практически полное отсутствие таких комплексов в РФ).

▼ Об исключениях из правил

Конечно, нам известно и о существовании исключений.

Так, воздушные лазерные сканеры Riegl VUX SYS и Riegl MiniVUX имеют массу 8 и 6 кг, соответственно, и позволяют выполнять съемку с высот до 600 м, обладают производительностью, близкой к топовым сканирующим системам 5-летней давности. Однако, их весовые характеристики и стоимость (сотни тысяч евро) пока не позволили поставить ни одну из данных систем на БПЛА в РФ.

Гиперспектральные камеры для БПЛА обладают средней стоимостью (до нескольких десятков тысяч рублей) и массой (менее 1 кг), однако обладают не высокими детальностью, охватом, и, как следствие, производительностью. Обычно они используются в экспериментальных или научных целях ограниченным кругом пользователей в РФ.

Поскольку общее количество вышеперечисленных систем на рынке РФ очень мало, и они не имеют широкого коммерческого применения, не будем включать их в данное сравнение.

▼ Требования к картографическим данным при проектировании

Практика картографического обеспечения проектно-исследовательских работ в РФ имеет ряд особенностей, не характерных, скажем, для кадастровых, экологических и тематических задач. Отметим среди них следующие:

- высокие требования к точности съемки в плане и по высоте и отображению рельефа (до 8 см для инженерно-топографических планов масштаба 1:500 с сечением 0,25 м). Помимо высоких точностей по высоте, в структуре ЦМР необходимо отображать линии перегибов склона (бровки, подошвы откосов), тальвеги, характерные точки рельефа (особенно на резких перегибах);

- на инженерно-топографических планах застроенных

территорий масштаба 1:1000 и 1:500 необходимо отображать значительное количество мелких по размеру объектов (опоры и отдельно стоящие деревья) или висячих конструкций (провода) и их параметров (расстояние от провода до земли);

- необходимость съемки с одинаковой полнотой как открытых, так и покрытых растительностью или затененных строениями участков местности.

▼ Постановка задачи

Принимая во внимание вышесказанное, компания «Совзонд» решила выполнить оценку качества итоговых данных, которые могут быть получены при использовании как технологии ВЛС (лазер + АФС), так и аэрофотосъемки с БПЛА.

Поскольку необходимых для такой работы БПЛА в компании не имелось, на ряде объектов были выполнены дублирующие полеты с пилотируемого летательного аппарата — один раз съемка велась с использованием лазерной сканирующей системы и цифровой аэрофотокамеры, другой раз — только аэрофотокамеры (с фиксацией центров фотографирования снимков приемником ГНСС геодезического класса).

В данном проекте использовалась лазерная сканирующая система Riegl Q560, разработанная достаточно давно. Она обеспечивает скорость съемки до 240 000 точек в секунду и возможность работы на высотах до 1500 м, оборудована инерциальной системой AeroCONTROL с точностью угловых измерений до 0,005° и двухчастотным GPS/ГЛОНАСС модулем. Параллельно выполнялась аэрофотосъемка профессиональной цифровой среднеформатной камерой IGI, с размером результирующего кадра 39 Мпикселей и фокусным расстоянием 50 мм.

В качестве аэрофотосъемочных камер-эмуляторов съемки с БПЛА использовались:

— IGI с размером результирующего кадра 39 Мпикселей и физическим размером матрицы 37x49 мм, съемка выполнялась с высоты 300 м и 250 м, с измерением координат центров фотографирования, разрешение одного пикселя на местности 4 см;

— Nikon D800 с широкоугольным объективом, с размером результирующего кадра 36 Мпикселей и физическим размером матрицы 24x35 мм, съемка выполнялась с высоты 300 м и 250 м, с измерением координат центров фотографирования, разрешение одного пикселя на местности 5–6 см;

— Sony RX1R с широкоугольным объективом, с размером результирующего кадра 24 Мпикселя, физическим размером матрицы 24x35 мм, съемка выполнялась с высоты 300 м, с измерением координат центров фотографирования, разрешение одного пикселя на местности 7–8 см;

— камера с широкоугольным объективом, встроенная в БПЛА DJI Phantom 4, съемка выполнялась с высоты 50–70 м, без измерения координат центров фотографирования, разрешение одного пикселя на местности 3–4 см.

Ожидаемая точность высот ЦМР, исходя из соотношения «высота-базис» и разрешения снимков, составила около 12 см для среднеформатной камеры IGI, около 12–15 см — для камер Nikon D800 и Sony RX1R, и около 10 см — для камеры, встроенной в БПЛА DJI Phantom 4. Средняя квадратическая погрешность при уравнивании и измерении на контрольных точках, в целом, подтверждает данную точность. Вышеперечисленные значения укладываются в требования, предъявляемые к инженерно-топографическим планам масштаба

1:500 с сечением рельефа 0,5 м, согласно СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Общие положения.

Съемка лазерным сканером велась с высоты 450 м, что обеспечивает возможность работы с точностью, удовлетворяющей требованиям инженерно-топографического плана масштаба 1:500.

Оценка точности по контрольным точкам подтвердила ожидаемую точность данных по высоте на уровне 8–10 см.

Все материалы фотограмметрической обработки проходили оценку точности уравнивания координат центров фотографирования по контрольным точкам (от 12 до 28 точек на объект).

Данные лазерного сканирования проверялись аналогичным образом (оценка точности расчета траектории, взаимное различие залетов в точках лазерных отражений, соответствие контрольных точек данным лазерного сканирования). Оборудование, использованное при воздушном лазерном сканировании, прошло поверку на полигоне ВНИИФТРИ в 2016 г., его точностные характеристики подтверждены соответствующим сертификатом (точность измерений по высоте — лучше 5 см, в плане — лучше 8 см).

Для сравнения результатов различных съемок проводилась оценка их точности по контрольным точкам на каждом из объектов.

Контрольные точки маркировались как опорные знаки в виде креста, координаты центра которого определялись геодезическим приемником ГНСС методом статических измерений от базовых станций. Точность получения координат центра контрольных точек находилась в пределах 3 см. Во всех случаях использовалась система координат и высот WGS-84. Координаты базовых станций опре-

делялись в течение 8 часов методом PPP в статике. При вычислении координат центров фотографирования снимков и траекторных решений для лазерного сканирования применялись одни и те же координаты базовых станций.

Для сравнения этих различных по своей сути материалов съемки было принято решение использовать трехмерные облака точек. Действительно, при фотограмметрической обработке в автоматизированном режиме корреляционными методами с помощью практически любого программного обеспечения (ПО), в первую очередь, получается облако точек, координаты которых определяются стереофотограмметрическим методом. Только потом облако точек фильтруется и на его основе строится ЦМР, которая используется для создания ортофотопланов и т. д. В процессе лазерного сканирования получается также облако точек, но методом прямого измерения дальности и элементов внешнего ориентирования сканера. Затем оно используется аналогично для создания ортофотопланов.

При этом для обоих методов характерно, что при наличии локальных или систематических ошибок в облаке точек методы решения данных проблем (и масштаб проблем) в целом идентичны. Поэтому мы считаем допустимым проводить сравнение результатов съемок по облакам точек, полученных различными методами.

▼ Программное обеспечение

Для обработки данных воздушного лазерного сканирования использовалось программное обеспечение, предназначенное для низкоуровневой обработки данных сканеров Riegl (RiPROCESS, GrafNav, AEROoffice), а также программа Terrasolid для дальнейшей обработки и анализа точек лазерных

отражений. Качество измерения координат и степень полноты данных определяются в целом не программным обеспечением, а характеристиками воздушного лазерного сканера и блока навигации ГНСС + ИНС.

В отличие от лазерного сканирования, при фотограмметрической обработке снимков программное обеспечение может достаточно сильно влиять на качество и полноту распознаваемых коррелятором данных и точность их геопозиционирования.

Ранее специалисты компании «Совзонд» выполняли исследования пригодности программных средств для фотограмметрической обработки материалов аэрофотосъемки с БПЛА. Было протестировано такое ПО, как UASMaster, Agisoft Photoscan, OpticalScape и ряд других.

В основной массе, среди организаций, выполняющих работы в РФ и использующих для съемки БПЛА, наиболее распространенным ПО для обработки данных является Agisoft PhotoScan. Это ПО достаточно недорогое, дает неплохой результат в части формирования облаков точек и ЦМР и имеет вполне дружелюбный интерфейс. В то же время используемые подходы для решения классических фотограмметрических задач в Agisoft PhotoScan отличаются от принятых в таких профессиональных цифровых фотограмметрических системах, как PHOTOMOD или Inpho. Однако, в основном по причине высокой стоимости и сложности освоения, рядовой пользователь БПЛА не может позволить себе купить такую систему. Он использует наиболее простой путь — либо применяет ПО, идущее в комплекте с БПЛА (если он зарубежного производства), либо приобретает Agisoft PhotoScan. Впрочем, идеологические подходы к решению фотограмметрических задач у UASMaster или OpticalScape схожи с Agisoft PhotoScan и мало напоминают строгие фотограмметрические подходы, используемые, например, в Inpho.

Принимая во внимание вышесказанное, было принято решение при обработке данных, эмулирующих съемку с БПЛА, использовать для обработки ПО Agisoft Photoscan.

▼ ВЛС против аэрофотосъемки с БПЛА

Приведем несколько примеров обработки данных, полученных с помощью ВЛС и аэрофотосъемки среднеформатной камерой с БПЛА. На всех примерах красным цветом показаны облака точек, полученные фотограмметрическим методом по данным аэрофотосъемки с БПЛА, а белым — по данным ВЛС.

На облаке точек, полученном фотограмметрическим методом (рис. 3а), видно отсутствие точек рельефа земной поверхности под растительностью и их наличие в лазерных данных.

Аналогично — на одной из стен здания. На рис. 3б точки лазерных отражений покрыли здание с обеих сторон, хорошо опознается кран и перекрытия в доме. На данных аэрофотосъемки с БПЛА ничего подобного нет, в стесненных местах (стена и кран) данные отсутствуют. В правом нижнем углу видны значительные артефакты облака точек, построенного по данным аэрофотосъемки с БПЛА, при этом по данным лазерного сканирования все вполне корректно. На облаках точек с БПЛА отсутствуют данные о столбах, проводах, ограждениях на дороге, а на данных лазерного сканирования они присутствуют.

На ЦМР, построенной по данным аэрофотосъемки с БПЛА (рис. 4), заметно значительное число артефактов даже на не покрытых лесом участках. Местоположение артефактов совпадает с участками ЦМР, на которых получены большие расхождения по высоте между данными ВЛС и аэрофотосъемки с БПЛА.



Рис. 3
Сравнение данных ВЛС и аэрофотосъемки с БПЛА

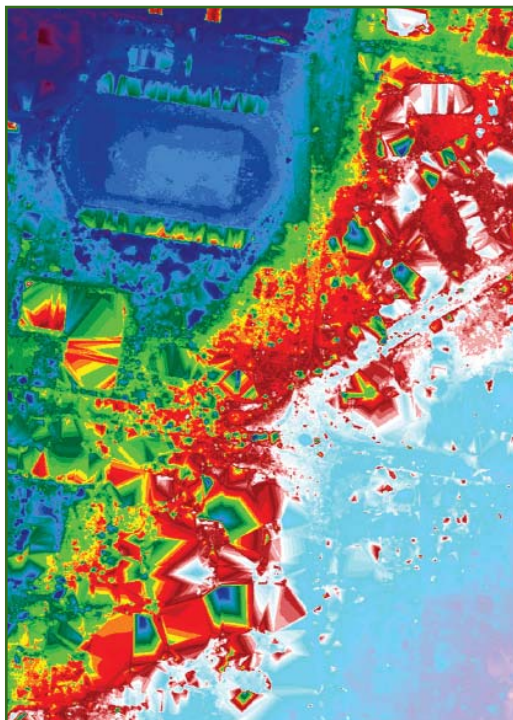


Рис. 4
ЦМР, построенная по данным
аэрофотосъемки с БПЛА

Как видно на рис. 5, на более чем 20% территории города расхождение составляет от 0,5 м и выше.

▼ Выводы

Продемонстрированные результаты достаточно неожиданны. Действительно, судя по формальным признакам, таким как точность уравнивания, использование широкоугольных объективов, съемка с высоким разрешением, подтвержденная точность высот на контрольных точках, данные, полученные при аэрофотосъемке с БПЛА, не должны уступать данным ВЛС. Но, исходя из реальности, они им не просто уступают, а в це-

лом не являются пригодными для решения задач проектирования, так как в принципе не позволяют адекватно отобразить, ни состав объектов на местности, ни их форму, ни габариты. В то же время данные ВЛС полностью свободны от этих недостатков.

С нашей точки зрения, причин этому несколько.

1. В первую очередь, контрольные точки. Контрольные точки маркировались и располагались как опорные знаки при аэрофотосъемке — на открытой со всех сторон местности, а крест является идеальной текстурой для коррелятора. Неудивительно, что здесь в соответствии с фотограмметрическими расчетами все корректно. В то же время, стоит местности стать мало или совсем

бестекстурной и в облаке точек появляются удивительные формы рельефа, которых в природе не бывает (рис. 6). Профиль по фотограмметрическим данным совершенно не соответствует действительности.

2. Особенности работы коррелятора. Принцип корреляции в пределах скользящего окна размером в несколько пикселей (и чем больше — тем лучше) не позволяет отобразить в модели резкие перегибы — бровки, углы крыш и зданий (рис. 7). Это приводит к характерным «стожкам», когда у зданий сглаживаются внешние углы, и «корытам», когда на внутреннем угле дороги и забора возникает сглаживание. То же касается коньков крыш и т. п. Поскольку все вышеперечисленные объекты не являются точками контроль-

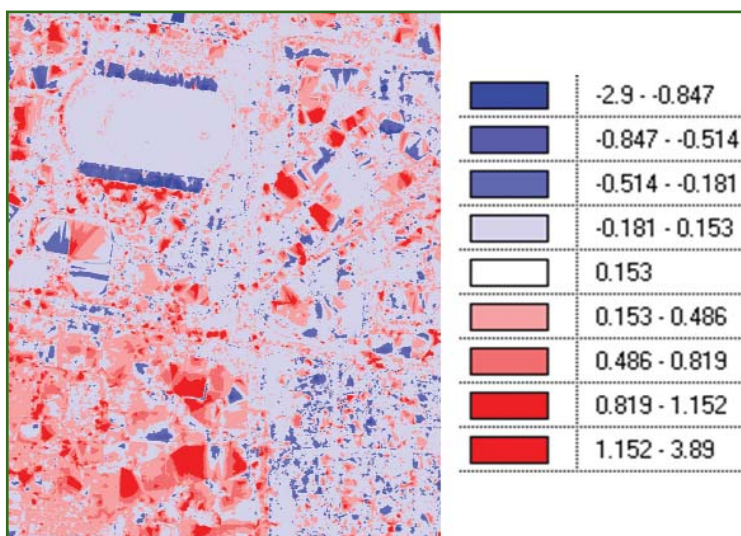


Рис. 5
Разница высот в метрах между ЦМР, построенной по данным
ВЛС и аэрофотосъемки с БПЛА

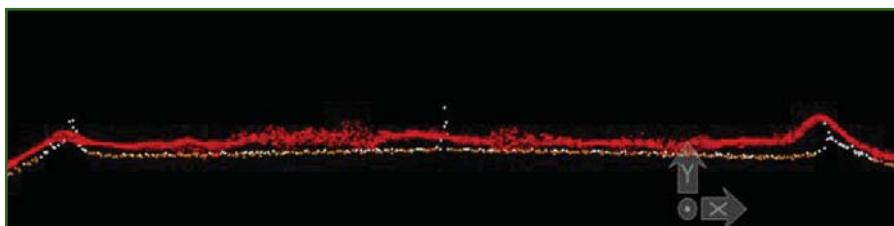


Рис. 6
Облака точек участка автодороги, полученные по результатам
аэрофотосъемки с БПЛА и ВЛС

ных измерений, то увидеть этот эффект при уравнивании невозможно.

3. Существует мнение об упрощенности методики уравнивания, используемой в программном обеспечении, рассчитанном на специалистов, имеющих небольшой опыт в обработке данных аэрофотосъемки с БПЛА. Упрощенность методики

проявляется в излишней «оптимистичности» оценки качества уравнивания блока, поскольку отсутствует возможность полноценно проконтролировать качество уравнивания не только на контрольных, но и на связующих точках.

4. Принципиальная невозможность увидеть стереозффект в «колодце» — когда часть объекта в принципе не видна с каких-либо двух точек (рис. 8). В этом случае отсутствует возможность качественного стереомоделирования, и коррелятор не создает облако точек. ВЛС справляется с этим успешно.

5. По данным аэрофотосъемки с БПЛА нельзя увидеть поверхность земли в лесу — не важно какой высоты деревья. Отдельные прогалы на территории, покрытой лесом, не меняют общую картину — плотность облаков точек по данным аэрофотосъемки с БПЛА на такой территории в части рельефа практически равна нулю (см. рис. 3а). Тем не менее, программное обеспечение без колебаний строит модель по кронам деревьев, что впоследствии вызывает необходимость фильтрации.

Коснувшись причин описанных расхождений в данных, нельзя не отметить возможные последствия. Приведенные примеры наглядно говорят о том, что применение данных, полученных при аэрофотосъемке с БПЛА камерами практически любого мыслимого типа (от «мыльниц» до профессиональных решений ценой до 100 тыс. евро), с обработкой в «ПО для любителей», не позволяет создать сколько-нибудь пригодные для проектирования материалы на городские, сельские и незаселенные территории с лесной растительностью.

При использовании профессиональных цифровых фотограмметрических систем (Inpho, PHOTOMOD и др.) и рисовки

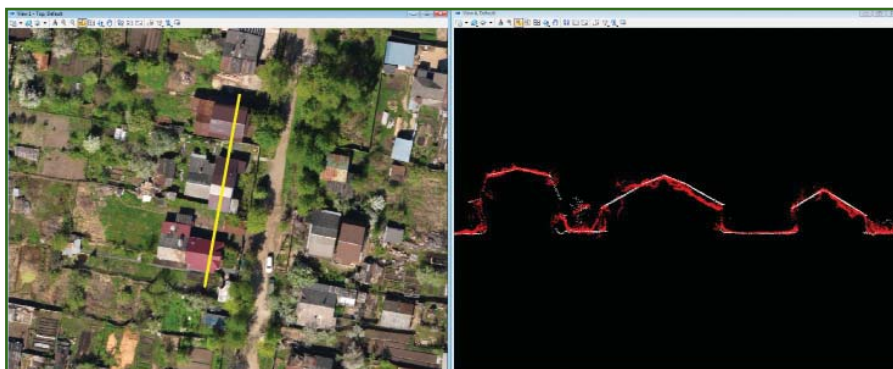


Рис. 7

Характерное искажение высот, габаритов и формы зданий на открытой местности при использовании данных аэрофотосъемки с БПЛА

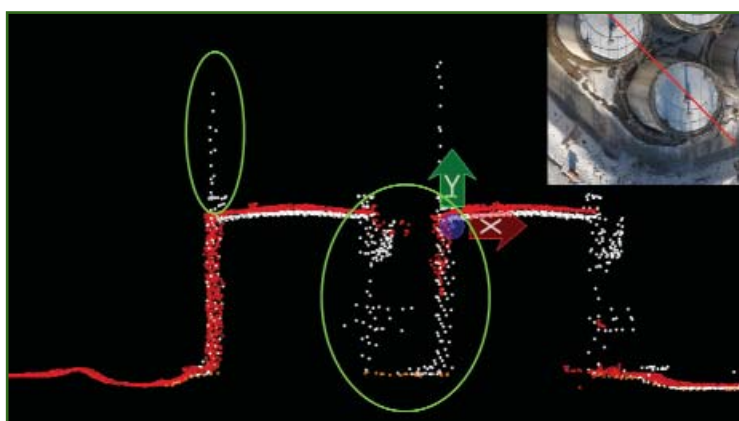


Рис. 8

Проявления эффекта «колодеца» на данных аэрофотосъемки с БПЛА

структурных элементов рельефа в стереорежиме вручную, а также дополнения стереомоделей материалами полевых работ в районах, покрытых лесной растительностью, можно получить достоверную модель территории, пригодную для задач проектирования. Однако, поскольку основными причинами использования БПЛА с аэрофотокамерами являются их низкая стоимость и сжатые сроки работы, применение профессиональных цифровых фотограмметрических систем полностью обнуляет все преимущества аэрофотосъемки с БПЛА.

Напротив, технология ВЛС не обладает ни одним из подобных недостатков, обработка данных практически полностью автоматизирована, поэтому их можно использовать при создании ин-

женерно-топографических планов для проектирования в любых условиях. В большинстве случаев — с учетом дополнительных затрат на обработку и устранение вышеописанных «особенностей» аэрофотосъемки с БПЛА — стоимость создания цифровых инженерно-топографических планов по данным ВЛС практически соответствует стоимости работ на основе аэрофотосъемки с БПЛА.

Отметим также несопоставимую производительность методов — если для создания цифрового инженерно-топографического плана масштаба 1:2000 с помощью БПЛА самолетного типа можно за день выполнить аэрофотосъемку территории, площадью не более 30–50 км², то при использовании метода ВЛС — до 500 км².



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.roscartography.ru
e-mail: info@roscartography.ru

ФОТОГРАММЕТРИЯ И ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.Ю. Сечин («Ракурс»)

В 1980 г. окончил факультет управления и прикладной математики Московского физико-технического института (в настоящее время — Московский физико-технический институт (государственный университет)) по специальности «динамика полета и управление». После окончания института работал в Троицком институте инновационных и термоядерных исследований. С 1994 г. работает в АО «Фирма «Ракурс», в настоящее время — научный директор. Кандидат физико-математических наук.

В.Н. Адров («Ракурс»)

В 1980 г. окончил факультет управления и прикладной математики Московского физико-технического института (в настоящее время — Московский физико-технический институт (государственный университет)) по специальности «автоматические и информационные устройства». После окончания института работал в ЦКБ «Алмаз», с 1989 г. — в Институте автоматизации проектирования АН СССР и Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика» РАН. С 1993 г. работает в АО «Фирма «Ракурс», в настоящее время — генеральный директор. Кандидат технических наук.

Облачные технологии с каждым годом становятся все более и более популярными. Это связано, прежде всего, с удобством и коммерческой выгодой, за счет экономии на обслуживании, персонале и инфраструктуре. Рассмотрим различные эле-

менты облачных технологий с технической точки зрения и возможность развертывания ЦФС «PHOTOMOD» для обработки данных и решения фотограмметрических задач в «облаках», предлагаемых компаниями Amazon (США), CloudEO AG (Гер-

мания) и «Ростелеком» (Россия) (рис. 1).

▼ Облачное хранение данных

Облачные технологии — это совокупность разных элементов. Одним из таких элементов является облачное хранилище данных (Cloud Storage). На бы-



Рис. 1

Фотограмметрические задачи, решаемые в ЦФС «PHOTOMOD» при обработке данных в «облаках»

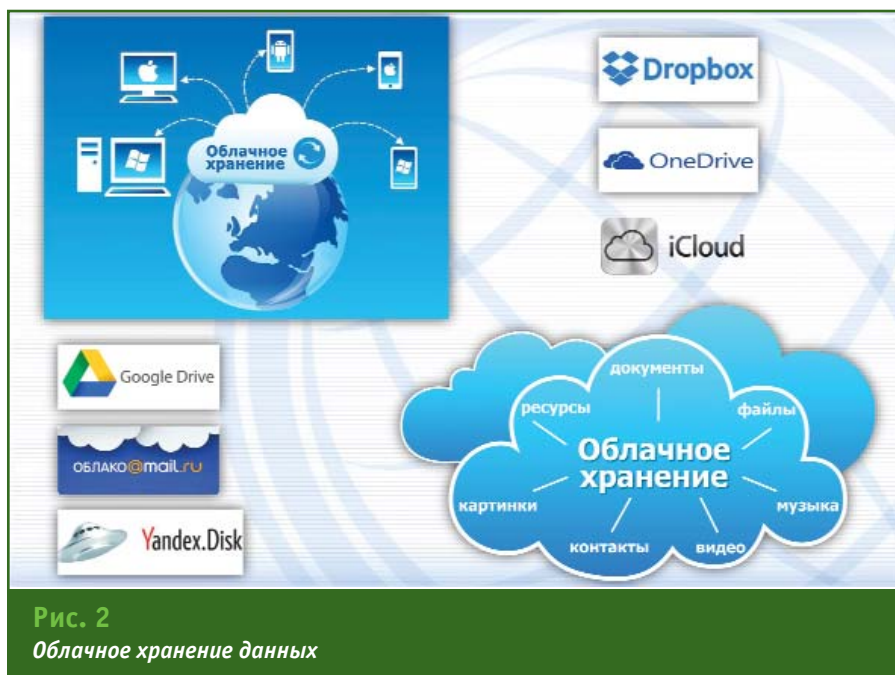


Рис. 2
Облачное хранение данных

товом уровне мы сталкиваемся с этим на каждом шагу (рис. 2). Например, фотографии, сделанные с помощью камеры смартфона или планшета, автоматически попадают в одно из настроенных облачных хранилищ и могут быть доступны с других устройств. Компания Microsoft включила облачное хранилище OneDrive в операционную систему Windows 10, а компания Apple активно предлагает хранилище iCloud не только для своих устройств. Широкое распространение получили такие хранилища данных, как Dropbox и Google Drive. В России хорошо известны «Яндекс. Диск» и «Облако Mail.ru». Существуют десятки облачных хранилищ, предназначенных как для личного использования, так и для корпоративного, как платные, так и бесплатные. Компании, которым необходимо корпоративное облачное хранилище данных, с возможностью, например, обработки данных с ограниченным доступом, могут развернуть «облака» на собственных безопасных серверах, используя решения OwnCloud, Pydio, NextCloud и др.

Безусловно, компании, предоставляющие доступ к таким

хранилищам, стараются обеспечить максимальную скорость доступа к ним. Специалисты компании «Ракурс» провели тестирование скорости доступа (скачивание файла размером 1 Гбайт) к одному из наиболее распространенных решений — Dropbox, предлагаемому рядом российских провайдеров, из разных городов РФ, а также из Лондона и Стокгольма. По результатам тестирования скорость доступа к хранилищу из Хабаровска (самая низкая) и из Лондона (самая высокая) отличается более чем в 30 раз. Если необходимо размещать большие объемы данных, например, изображения ДЗЗ из космоса или цифровые аэрофотоснимки, то в России решение Dropbox использовать нецелесообразно в силу низкой скорости обмена информацией. Можно надеяться на решение проблем со скоростью доступа, так как компании начинают широко внедрять технологии CDN (Content Delivery Network) для дублирования данных на разных серверах с возможностью предоставления ближайшего к потребителю сервера с данными.

К сожалению, стандарта и единого программного интер-

фейса для доступа к данным в различных облачных хранилищах не существует. Так, в «Яндекс. Диск» используется доступ WebDAV и один из вариантов так называемого REST API, а в Google Drive — другой вариант REST API. В Mail.ru также применяется собственный вариант REST API и WebDAV (в тестовом режиме).

Следует отметить, что все облачные хранилища обеспечивают безопасный доступ к данным и их защиту от несанкционированного доступа.

▼ Облачные вычисления

Перейдем к следующему элементу облачных технологий — облачным вычислителям. В настоящее время компаниям не нужно покупать дорогостоящие мощные вычислительные средства, их можно арендовать и выполнять проекты, получая доступ к ним через сеть Интернет. Такие решения имеются у многих компаний. Например, Microsoft предлагает решения Azure для виртуальных серверов с операционными системами от Microsoft, Amazon — универсальное решение Elastic Compute Cloud (EC2), Digital Ocean — собственную универсальную платформу, а «Ростелеком» — «Виртуальный центр обработки и хранения данных», представляющий собой вычислитель с облачным хранилищем. Ежемесячная аренда облачных вычислителей составляет от 5 долларов до нескольких сотен долларов в месяц, в зависимости от его мощности. При этом предусмотрена и почасовая оплата. Облачные вычислители могут содержать много ядер на нескольких узлах. Для использования по максимуму предлагаемой вычислительной мощности и полной загрузки всех вычислительных устройств (CPU) фотограмметрическая система должна поддерживать функцию распределенных вычислений.

Начинают развивать облачные вычисления и поставщики данных ДЗЗ из космоса. Так, компания Digital Globe предлагает партнерам размещать на своих облачных серверах программы (алгоритмы), оформленные в виде так называемых контейнеров Docker, и предоставляет доступ к космическим снимкам через собственный вариант REST API. В Европе доступ к космическим снимкам со своих облачных вычислителей предлагает компания CloudEO AG.

▼ Тестирование облачных вычислителей

В компании «Ракурс» проведено тестирование автоматических алгоритмов ЦФС «PHOTOMOD» на некоторых облачных вычислителях — EC2, CloudEO и «Виртуальный центр обработки и хранения данных». Решение, предлагаемое компанией Digital Globe, не использовалось, так как создание контейнера Docker с PHOTOMOD предоставляет определенные сложности, и по причине отсутствия в PHOTOMOD поддержки нужного варианта REST API.

Рассмотрим подробнее результаты тестирования.

В случае с EC2 была зафиксирована очень низкая скорость обмена данными с сервером из России (не более 600 Кбайт/с). Для загрузки проекта размером в 1,5 Тбайт потребовался бы целый месяц. Время выгрузки и загрузки данных на сервер / с сервера в случае с EC2 во много раз превышает время, необходимое для вычислительных операций. При тестировании использовалась виртуальная машина с параметрами: 40 CPU, 160 Гбайт RAM, HDD 250 Гбайт + 100 Гбайт, что позволило успешно проверить автоматические алгоритмы обработки в ЦФС «PHOTOMOD».

Хорошие результаты выполнения вычислительных операций в ЦФС «PHOTOMOD» были получены на вычислителе CloudEO. Но в



этом случае проявились не технические, а организационные проблемы доступа к данным, обусловленные закрытостью виртуальной машины и отсутствием выхода в сеть Интернет. Надеемся, что в будущем подобных проблем не возникнет.

Наиболее полное тестирование удалось провести на серверах компании «Ростелеком». Для этих целей нам были выделены следующие вычислительные ресурсы: количество ядер — 168, частота ядер 2,6 ГГц, оперативная память 656 Гбайт, дисковое пространство на HDD 7000 RPM — 12 900 Гбайт, на HDD 15 000 RPM — 8000 Гбайт и на SSD — 500 Гбайт. Скорость загрузки данных на вычислительный ресурс была в 100 раз выше, чем в случае с EC2 и составила 6 Мбайт/с. Для выгрузки проекта с объемом данных 1,5 Тбайт потребовалось 7,5 часов. На облачном вычислителе запускались разные фотограмметрические процессы — расчет связующих точек, построение плотных моделей рельефа, ортотрансформирование и построение ортомозаики (рис. 1). Почти во всех расчетах загрузка CPU составила от 80 до 100%, при этом зависимости от типа дискового пространства HDD (7000 RPM или 15 000 RPM) во всех задачах

кроме ортотрансформирования выявлено не было. Объемы памяти для всех задач было достаточно. Задачи ортотрансформирования и построения ортомозаики очень чувствительны к скорости обмена с хранилищем данных. Разница времени обработки при использовании дискового пространства HDD 7000 RPM и HDD 15 000 RPM составила более 1,5 раз. К сожалению, объем накопителей SSD был недостаточным для запуска алгоритма построения ортомозаик. Наш опыт показывает, что в этом случае можно надеяться на рост объема загрузки CPU при ортотрансформировании и дальнейшее сокращение времени операции.

Проведенные эксперименты по тестированию показали, что облачные вычислители могут успешно использоваться при автоматических фотограмметрических расчетах, но при этом имеются некоторые проблемы (рис. 3). В случае, если потребуется доступ к облачным хранилищам, не совмещенным с облачными вычислителями, в ЦФС должен быть реализован API-доступ к облачным данным с обязательным кэшированием информации на вычислителе для надежности. Важным фактором для некоторых алгоритмов является скорость доступа

к хранилищам данных. Не все фотограмметрические операции могут быть выполнены в автоматическом режиме. Если для работы необходима стереообработка (или стереоконтроль) данных, следует реализовать клиент-серверную модель ЦФС с вынесением модуля стереорисования на удаленного клиента.

При разумной стоимости аренды перенос фотограмметрической обработки в облачные вычислители будет экономически оправдан. Одним из элементов удешевления конечной продукции может стать снижение стоимости космических данных, в случае, если пользователь физически не получает снимок на свой компьютер (предложение Digital Globe). Однако в этом подходе пока остаются нерешенными не только технические, но и некоторые правовые и организационные вопросы.

Разработчики цифровых фотограмметрических систем

предлагают решения в соответствии с традиционной схемой, когда пользователь после приобретения лицензии становится полноправным обладателем программного комплекса.

Дальнейшее развитие облачных технологий и сервисов приведет к смещению бизнес-модели разработчиков цифровых фотограмметрических систем в сторону SaaS (Software as a Service) — программное обеспечение как услуга. А в дальнейшем — даже к IaaS (Infrastructure as a Service) — инфраструктура как услуга, стоимость которой будет зависеть от времени работы на облачном сервере и мощности сервера при автоматической или автоматизированной обработке изображений космической съемки или аэросъемки.

В заключении следует отметить следующее.

Облачные технологии могут успешно и эффективно применяться для организации фото-

грамметрического производства, включающего ЦФС «PHOTOMOD».

Финансовая эффективность использования облачных технологий в фотограмметрии обусловлена:

— отсутствием необходимости приобретения вычислительных средств и программного обеспечения, стоимость которых значительно превышает стоимость услуг облачных сервисов: хранилищ и вычислителей;

— уменьшением стоимости исходных изображений, когда пользователь не загружает их на свой компьютер, а обрабатывает в облаке владельца данных (например, предложение DigitalGlobe).

Среди факторов, затрудняющих внедрение облачных технологий, может оказаться недоверие пользователей к безопасности передачи данных из облачных хранилищ по сети Интернет.

PHOTOMOD

Цифровые модели рельефа

2D и 3D векторизация, картографирование

3D-моделирование

Орторектирование и создание мозаик

Фотоориентация

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

ПУТЕШЕСТВИЕ ЗА СЕВЕРНЫЙ ПОЛЯРНЫЙ КРУГ СО СКАНИРУЮЩИМ ТАХЕОМЕТРОМ LEICA

Н.В. Чунаков (ООО «НАВГЕОКОМ»)

В 2013 г. окончил факультет прикладной космонавтики и фотограмметрии МИИГАиК по специальности «аэрофотосъемка и фотограмметрия». После окончания университета работал в компании «ГМУ-строй». С 2014 г. работает в ООО «НАВГЕОКОМ», в настоящее время — инженер технической поддержки.

В ноябре 2016 г. специалисты ООО «НАВГЕОКОМ» совместно с маркшейдерской службой ОАО «Ямалгипротранс» выполнили проект с использованием сканирующего роботизированного тахеометра Leica Nova MS60 на одном из объектов предприятия, расположенном в Мурманской области, за Северным полярным кругом.

В компании «НАВГЕОКОМ» накоплен большой опыт, полученный при реализации значительного числа инновационных проектов в России, в том числе в горной и нефтегазовой отраслях. Вопрос оперативного контроля проведения работ остро стоит в любой компании. Ежедневно маркшейдеры предприятий сталкиваются с необходимостью независимо от погодных и климатических условий точно, быстро и, что еще важнее, безопасно определять координаты, площади и объемы. Любая заминка при выполнении измерений влечет за собой задержку в работе других производственных подразделений.

Основной целью данного проекта было повышение производительности полевых работ, путем замены традиционных маркшейдерских методов на более эффективные, осно-

ванные на применении новых технологий, современного геодезического оборудования и программного обеспечения.

Испытания по осуществлению маркшейдерского контроля с помощью сканирующего роботизированного тахеометра Leica Nova MS60 компании Leica Geosystems AG (Швейцария) (рис. 1) проводились на строящейся железной дороге в объезд основной трассы для угольных и нефтяных терминалов.

Компания Leica Geosystems почти 100 лет производит высокоточное измерительное оборудование, которое рос-

сийские специалисты ценят, прежде всего, за высокое качество и надежность. Leica Nova MS60 совмещает в себе функции высокоточного роботизированного тахеометра с возможностью сканирования территорий и отдельных объектов со скоростью до 1000 точек/с на расстоянии до 300 м. Надежность и инновации — именно эти два фактора играли ключевую роль при выборе технологии, предложенной компанией «НАВГЕОКОМ».

Благодаря тому, что тахеометр Leica Nova MS60 является роботизированным тахеометром и лазерным сканером од-



Рис. 1

Тахеометр Leica Nova MS60 на объекте ОАО «Ямалгипротранс»



Рис. 2

Визуализация облаков точек на экране тахеометра Leica Nova MS60

новременно, его функционал позволяет получать данные как методом электронной тахеометрии, так и методом лазерного сканирования, что гарантирует более качественный маркшейдерский контроль при меньших временных затратах.

Сканирующий роботизированный тахеометр Leica Nova MS60 позволяет решать сразу несколько задач, стоящих при обеспечении строительства как перед маркшейдерами, так и перед геодезистами:

- детально и оперативно измерить геометрические параметры возводимого сооружения и точно определить объемы;

- определить на построенном сооружении места, имеющие отклонения от проекта;

- получить дополнительный экономический эффект.

Результаты измерений, выполненных тахеометром Leica Nova MS60 на объекте, обрабатывались в программных комплексах (ПК) 3DReshaper (Hexagon Metrology) и AutoCAD Civil 3D (Autodesk). Для испытаний на строящемся основании полотна железной дороги выбрали контрольный участок

между пикетами 44 и 48, на котором по проекту была предусмотрена выемка прямоугольной формы размером 320x56 м и глубиной 17 м. На нем уже были выполнены буровзрывные работы и частично вывезена скальная порода. Для сравнения результатов, полученных с помощью сканирующего тахеометра на контрольном участке, использовались материалы предыдущих исполнительных съемок этого участка, проведенных специалистами маркшейдерской службы предприятия.

▼ Проверка и вычисление объема вынутого грунта

Для получения подробной модели поверхности выемки на контрольном участке и вычисления объема вынутого грунта была выбрана сетка сканирования 30x30 см при максимальном расстоянии сканирования 60 м. Сканирование проводилось с помощью тахеометра Leica Nova MS60 с двух станций установки инструмента. В процессе измерений была выполнена пространственная привязка этих станций в системе координат объекта, что позволило в дальнейшем проверить соответствие фак-

тического планового и высотного положения лотка выемки его проектным значениям. Процедура сканирования заняла 22 минуты.

Все полученные облака точек отображались на экране тахеометра с помощью встроенного полевого программного обеспечения (ПО) Leica Captivate в 3D, что позволило непосредственно после сканирования в полевых условиях удостовериться в полноте полученных данных и отсутствии теневых зон (рис. 2). Данный метод позволил сэкономить время и существенно улучшить полученный результат, так как почти полностью была исключена возможность ошибки оператора. При этом маркшейдеру ОАО «Ямалгипротранс», принимавшему участие в измерениях, не требовалось приближаться к бровке обвалоопасных склонов.

Результаты сканирования в формате XML были переданы в офисный компьютер, где проводились вычисления объема вынутого грунта в ПК AutoCAD Civil 3D и 3DReshaper. Объемы грунта, полученные после обработки каждым из этих программных комплексов, составили, соответственно, 71 970 м³ и 72 401 м³. Незначительная разница в результатах связана лишь с различными методами, применяемыми при построении поверхностей вычислительным ядром каждой программы.

Прикладная программа «Вычисление объемов» ПО Leica Captivate, встроенного в тахеометр, также позволяет вычислить объем по облакам точек в полевых условиях и отобразить результат на экране тахеометра Leica Nova MS60, если требуется оперативно решить подобную задачу, например, на складах сыпучих материалов.

▼ Поиск мест на контрольном участке, имеющих отклонения от проекта

Данная задача была выполнена двумя способами: в полевых условиях и в офисе.

Проектная поверхность выемки на контрольном участке (между пикетами 44 и 48 строящегося полотна железной дороги) была создана маркшейдерской службой ОАО «Ямал-гипротранс» по предоставленным ООО «Гипротранс Проект» поперечным сечениям и конвертирована в формат DXF из ПК AutoCAD Civil 3D.

В полевых условиях использовалась прикладная программа «Инспектирование поверхностей» ПО Leica Captivate, которая позволила оценить отклонения фактической поверхности от проектной. Так как проектные данные были загружены в тахеометр в формате DXF, появилась возможность сравнить эти данные с результатами сканирования — облаком точек и вычислить для каждой точки облака отклонение от проектного значения. На рис. 3 показан режим сравнения, отображаемый на экране тахеометра. В зависимости от величины отклонения от проекта каждая точка облака была окрашена в красный или синий цвет. Поскольку после проведения буровзрывных работ и частичного вывоза грунта максимальное отклонение от проекта допускается на $\pm 0,5$ м, красный цвет был присвоен точкам, имеющим отклонение от проекта больше 0,5 м, а синий — меньше 0,5 м.

Сравнение высот фактической поверхности лотка выемки с его проектными значениями показал, что только 38% площади фактической поверхности удовлетворяет заданным критериям. Следует отметить, что при обработке в ПК 3DReshaper в офисе это значение составило 37,3%.

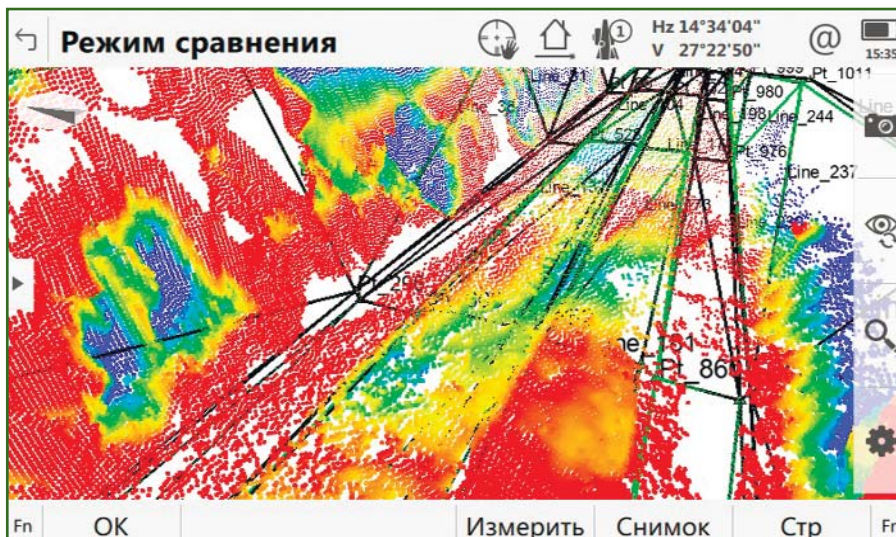


Рис. 3
Режим сравнения проектной и фактической поверхностей на экране тахеометра Leica Nova MS60

После сравнения полученных результатов сканирования с проектными данными контуры проблемных мест, на кото-

рых необходимо провести дополнительные земляные и планировочные работы, можно вынести в натуру. Большой

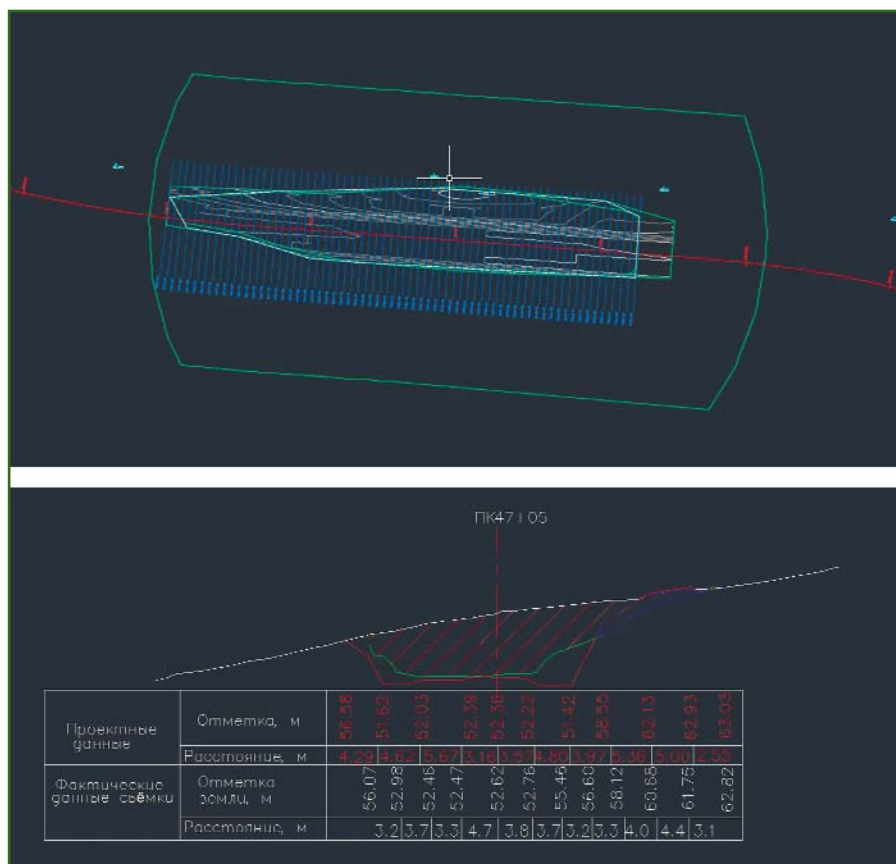
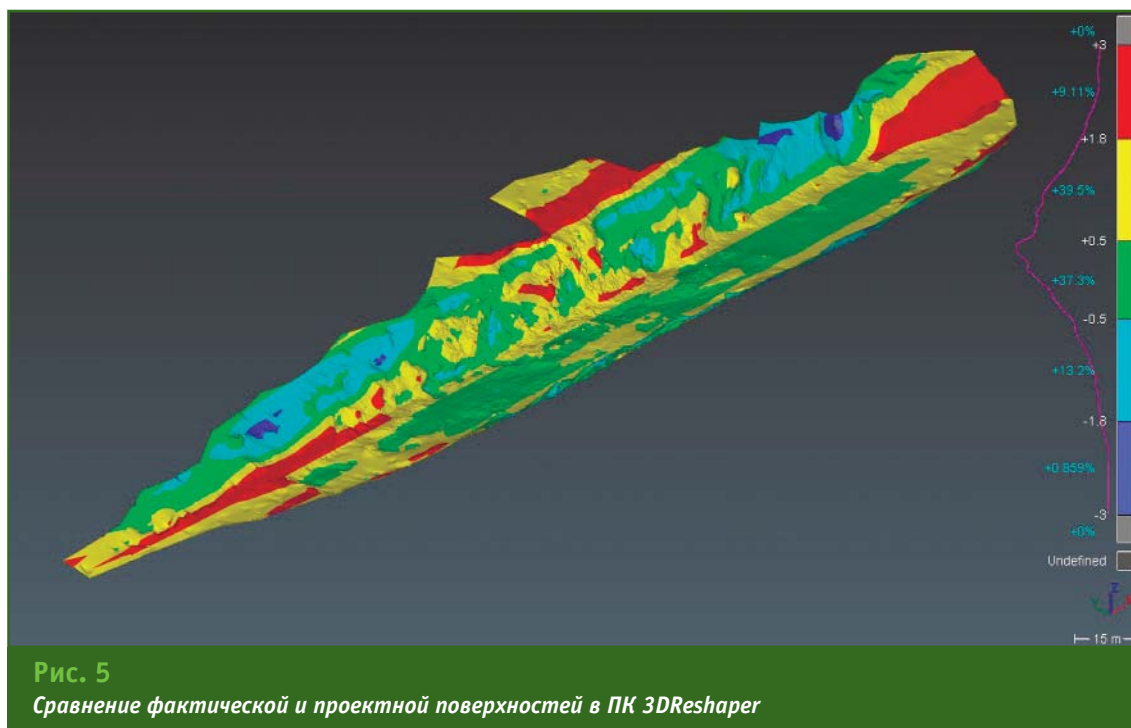


Рис. 4
Примеры работы в ПК AutoCAD Civil 3D: построение фактической поверхности (вверху); сравнение проектной и фактической поверхностей по поперечникам (внизу)



сенсорный экран тахеометра, удобные клавиши навигации в трехмерном пространстве и вспомогательные функции позволяют исполнителю быстро вынести в натуру контуры проблемных мест. В этом случае полностью исключается необходимость возвращаться в офис для камеральной обработки, а затем повторно выезжать на строящийся объект, что существенно ускоряет процесс работы.

В офисе результаты сканирования выемки на контрольном участке были загружены в компьютер и обработаны в ПК AutoCAD Civil 3D и 3DReshaper.

По отклонениям между фактической и проектной поверхностями вычислялся объем вынутого грунта и результирующий объем земляных и планировочных работ, включая выемку и насыпь.

В ПК AutoCAD Civil 3D строились триангуляционные поверхности, поперечные сечения, вычислялся фактический объем выемки и результирующий объем дополнительных земляных и планировочных работ,

включая выемку и насыпь (рис. 4). Результирующий объем дополнительных работ, вычисленный по значениям высот фактической и проектной поверхностей, составил 8610 м³. При этом суммарный объем необходимых земляных и планировочных работ по выемке грунта получился 11 514 м³, а насыпи — 2904 м³.

В ПК 3DReshaper была построена триангуляционная поверхность, а также вычислен объем выемки и результирующий объем между фактической и проектной поверхностями (рис. 5). Результирующий объем дополнительных работ, вычисленный по значениям высот фактической и проектной поверхностей, составил 8441 м³. При этом суммарный объем необходимых земляных и планировочных работ по выемке грунта получился 11 184 м³, а насыпи — 2743 м³.

Следует отметить, что по данным маркшейдерской службы результирующий объем дополнительных работ на этом участке был равен 8760 м³, при этом общий объем выемки со-

ставлял 11 810 м³, а насыпи — 3050 м³.

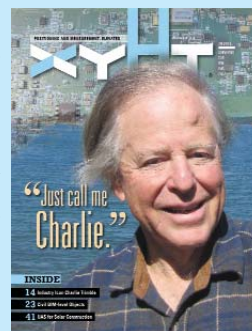
Допустимая разность двух независимых определений для данного объема земляных работ не должна превышать 5,6%. Полученное расхождение составило 3,7%, что удовлетворяет заданному допуску.

Реализованный проект показал, что выполнять измерения с помощью сканирующего роботизированного тахеометра Leica Nova MS60 можно круглосуточно, так как ограниченная видимость даже в ночное время не влияет на процесс сбора данных и процедуру сканирования.

Основой предложенной технологии является привычное для маркшейдеров оборудование — электронный тахеометр, что позволяет освоить методы съемки и обработки данных для получения подробной и точной модели поверхности сооружения быстро, а наличие функции дистанционного управления и слежения за призмой дает возможность выполнять полный комплекс работ одному исполнителю.

В этом номере по предложению руководства Московского представительства компании Trimble и с разрешения редакции журнала хуНт (США) начинается публикация материалов, подготовленных Гавином Шроком (Gavin Schrock), редактором журнала хуНт, по результатам его беседы с Чарли Тримблом (Charlie Trimble). Интервью под названием — «Just call me Charlie.» A Conversation with GPS and Technology Pioneer Charlie Trimble — полностью размещено на сайте журнала хуНт (www.xyht.com), а статья в сокращенном варианте была опубликована в журнале хуНт (November 2016, Volume 3, Number 11). Перевод статьи предоставлен Московским представительством компании Trimble.

Редакция журнала



ЧАРЛИ ТРИМБЛ — ПИОНЕР В ОБЛАСТИ GPS-ТЕХНОЛОГИЙ

Гавин Шрок (Gavin Schrock) — журнал хуНт (США)

На вопрос, какова же основная причина его успеха, Чарли Тримбл, основатель международной компании в области геопозиционирования и навигации, носящей его имя, на мгновение задумался, а затем сказал: «Я достиг определенных преимуществ за счет того, что стал взаимодействующим звеном между бизнесом и технологиями в неакадемической среде».

Действительно, в начале своей карьеры Чарли понял, что традиционные условия работы слишком ограничивают свободу действий изобретателя и создал собственное окружение — этим он и вошел в историю.

Многим из нового поколения специалистов в области глобального позиционирования и геодезии знакомы имена пионеров современной эры GPS-технологий, но они могут и не знать историю их жизненного пути. За последние десятилетия навигация, геодезические измерения и картография прошли интенсивный путь развития от многовекового наследия исключительно оптико-механических приборов через аналоговую электронику к цифровым и космическим решениям.

Многие из великих, относительно недавних достижений, появились до Интернета, в то время, когда эпизодические незначительные события и достижения не фиксировались в цифровом виде. Немного написано об этой впечатляющей эпохе инноваций и открытий. Зачастую пользователи очень мало знают о титанах, на чьи плечи они в настоящее время опираются, кроме названий брендов на этикетках оборудования или программного обеспечения.

Редакция журнала обратилась к человеку, стоящему за одним из широко известных брендов в области геопозиционирования — Чарли Тримблу, и удостоилась его согласия на интервью, которые он дает очень редко. Для проведения интервью я был приглашен Чарли на небольшой лесистый островок между США и Канадой. Узнав об этом, моя дочь, выросшая среди геодезического оборудования, которое всегда было у нас дома, и знакомая с названием «Trimble», попросила взять ее с собой.

▼ Уникальное интервью

В конце лета 2016 г. Чарли и его жена Лайнг (Лили) [Lying

(Lily)] — научный работник и инженер — встретили нас на причале паромной переправы и перевезли в дачный дом на острове, земля которого была в собственности семьи Чарли в течение нескольких поколений. Уникальный дизайн этого дома был разработан в 1970-е гг. Чарли Тримблом для своих тети и дяди. Дом не был заполнен фотографиями или какими-либо памятными вещами, связанными с его карьерой. Это связано с тем, что Чарли не склонен к саморекламе или стремлению стать центром внимания, о чем я узнал во



Во время интервью мы подарили Чарли старинный геодезический инструмент — кипрегель в благодарность за его вклад в топографию и геодезию



Чарли Тримбл с автором статьи (Гавином Шроком) в доме, который он спроектировал в 1970-х гг. для своих тети и дяди



Вид на гору Бейкер на лесистом острове между Вашингтоном и Британской Колумбией, где проходило интервью

время интервью. Он может быть скромным в отношении своих достоинств, а также вполне честным в признании усилий всей команды и заслуг других, если они этого достойны.

Предупреждаем читателей, что далее встречается специфическая терминология, которую мы посчитали необходимым использовать при описании этапов развития технологии и надежд Чарли, изложенных им в интервью. Надеемся, что читатели воспримут этот контекст и, возможно, это вдохновит их на поиски значений незнакомых им понятий, а также подробностей. Чарли, безусловно, шокировал меня большим количеством деталей.

В дополнении к интервью с Чарли, мы поговорили с соосновательницей компании Кит Му-

ра-смит (Kit Mura-smith), которая предоставила много ценной информации для данной статьи, а также с некоторыми партнерами, работавшими с компанией Trimble в начале ее основания.

▼ Эпоха спутников

Чарли начал разговор с нескольких исторических событий, которые сформировали его будущее и будущее его компании. «В 1957 году я был студентом-второкурсником, когда был запущен Спутник», сказал он. Это событие, оказавшее огромное влияние на Чарли и на весь мир, рассматривается многими как день, в который научная фантастика стала реальностью.

Чарли добавил: «В научной фантастике есть много того, что мы можем узнать о будущем и что мы можем развить дальше». Он широко улыбнулся, когда я

признался, что произведение «2001 год: Космическая одиссея» (2001: A Space Odyssey) оказало большое влияние на мою собственную карьеру.

«Фактически, благодаря Спутнику, я сосредоточился на технике, а не на законе и политике. Но я был хорош в дискуссиях». Воздействие события, связанного со Спутником, было очень широким: «Система образования в нашей стране перевернулась с ног на голову. Я учился в старших классах небольшой сельской школы, но у нас были очень хорошие преподаватели физики и математики, и они начали обучать лучших из нашего класса. В старших классах мы занимались по учебнику математического анализа, используемому в Стэнфордском университете для обучения студентов первых курсов инженерно-технического направления».

Произошедшее событие (запуск Спутника), безусловно, повлияло на количество студентов Стэнфордского университета. Новый акцент на науке и математике, хотя и мотивированный космическими полетами и холодной войной, сделал эти предметы доступными для более широкого круга и предоставил новые направления развития для лучших студентов.

Наука в семье Чарли была в большом почете. «Мой отец был химиком. Будучи молодым исследователем в Shell Oil Company, непосредственно перед Второй мировой войной, он разработал процесс производства тротила из нефтепродуктов и получил на него патент. Конечно, одной из трагедий в его жизни стало то, что ему не разрешили поступить на военную службу, и он был вынужден остаться в химической лаборатории. После окончания Второй мировой войны он сбежал на ранчо по выращиванию авокадо, расположенное к югу от Лос-Анджелеса. Работу на ранчо он рассматривал как начало пути с

нуля. Он хотел чего-то более простого, как поступил и мой дедушка, который создал собственное дело по выращиванию авокадо в районе Фоллбрука (Калифорния). Дедушка продал моему отцу ранчо Паломар с 14 акрами земли для выращивания авокадо и домом, сложеным из отработанного кирпича на вершине холма. В этом доме я вырос.» Отец Чарли позже вложил все свои знания в области науки и бизнеса в его будущую компанию.

▼ Амбиции и воздействия

Способный студент скоро стал учиться в Калифорнийском технологическом институте. Чарли сказал, что поступил правильно, хотя «я сомневался, что смогу получить степень доктора философии за три года, но не хотел потратить пять лет в качестве научного «раба», поэтому вместо этого решил перейти в школу по бизнесу или начать работать». Но опять на Чарли оказала воздействие техника, изменив его планы.

«Летом я был принят на работу в компанию HP Элом Бэгли (Al Bagley). Он был выпускником Калифорнийского технологического института — именно он ввел HP в цифровую эпоху. Без моего ведома, когда он нанимал меня на лето, он поставил себе цель удерживать способных инженеров от поступления в Гарвардскую или Стэнфордскую школу бизнеса. Так что в конце лета он постарался заинтересовать меня, предложив мне проект. Стимулом послужило создание специализированного медицинского компьютера, для выделения полезного сигнала из шума».

Это было в середине 1960-х гг., когда, как отметил Чарли, «не было таких вещей как микропроцессоры — эпоха интегральных схем только начиналась. Помню семинар, на который Эл привлек внешних консультантов для ознакомления нас с интегральными схемами, и помню комментарий, что компания

Motorola начала изготовление интегральных схем с начальными инвестициями в шесть миллионов долларов».

Выполнение первого проекта само по себе стало обучением для Чарли. «Этот компьютер для средних переходных процессов потребовал от меня, чтобы я узнал все, начиная от аналоговых схем для работы с ядром памяти и вплоть до цифровых схем. Я в основном усреднял сигналы. Когда вы усредняете, приходится работать с коэффициентом деления, но фактически я понял, что если делить на ближайшую степень двойки, то мои расчеты будут довольно точны».

Это открытие оказалось для нового наемного сотрудника значительным. «Я получил исходный патент на усреднение сигнала с использованием этого принципа», пояснил он. Условия работы в компании HP для способного инженера со стремлением к предпринимательству были очень хорошими. Чарли сказал: «Молодым инженерам давалось обещание о приеме на работу в компанию HP на некоторое время, после чего они могли начать собственный бизнес».

После завершения своего первого проекта, Чарли получил право решать, над каким основным изделием будет дальше работать подразделение, изложить идею, собрать команду и создать его. «Моим вторым проектом был тестер интегральных схем для проверки продукции на производственной линии. Я дошел до конечного прототипа, и он фактически получил второй наивысший приоритет в компании. Выглядело так, что он вполне успешен. Нам было необходимо 800 000 долларов для достижения уровня безубыточности. Джон Янг (John Young), который в то время был президентом HP, имел возможность осуществить финансирование в размере одного миллиона долларов по собственному усмотрению, но через неделю была обнаружена



Первый искусственный спутник Земли

бухгалтерская ошибка, и баланс из положительного превратился в отрицательный», сказал Чарли.

«Этот проект закрыли, а затем я выполнил несколько проектов, проводя очень точные измерения интервалов времени, и был привлечен к разработке шины ASCII, разработанной компанией HP и связывающей приборы с компьютерами. Фактически, этот проект работал на меня». Работа с элементами точного времени сыграла заметную роль в работе Чарли по навигационным системам.

Чарли продолжал руководство целым рядом проектов в компании HP. «Моей последней должностью до момента, когда я покинул компанию, была должность технического руководителя по большим интегральным схемам (БИС) на основе биполярных транзисторов. Моим последним делом, которым я занимался в компании HP, было руководство симпозиумом в Стэнфордском университете по будущему БИС». Это был период бурного развития некоторых из фундаментальных технологий, которые сформировали цифровой мир, сейчас принимаемый нами как должное. Чарли сказал об этом времени так: «В течение всего этого периода с конца 1960-х и до конца 1970-х годов я рос, так сказать, в цифровом окружении — компьютеров и интегральных схем».

Чарли горел желанием расширить поле своей деятельности, но и академическое научно-исследовательское окружение,

и руководство компании возвращали энергичного инженера назад. «Выходит так, что когда вы в чем-либо очень успешны, трудно расширить поле деятельности. Экономисты компании настроены на получение максимальной прибыли от этой работы, и любая другая, которой вы хотели бы заниматься, оказывается в неблагоприятном положении. Я помню доклад, представленный на конференции IEEE изготовителем, владевшим в то время почти всем рынком осциллографов, который доказывал, что нельзя построить осциллограф, размещаемый в стандартную 5-дюймовую стойку. И это, всего за шесть месяцев до того, как компания HP объявила о создании осциллографа для такой 5-дюймовой стойки».

«Но самое главное: в 1960-х годах я не знал практически ничего о навигационных системах. Говорили о развитии навигационных систем. Эл Бэгли был моряком и реально знал все о навигации. Он был тем, кто привел компанию HP к цезиевому стандарту (атомным часам). Именно он разработал чрезвычайно дорогой кварцевый генератор — стандартный кварцевый генератор на 1 МГц, который используется при синхронизации времени, в средствах связи и, в конечном итоге — в GPS. Эл Бэгли являлся одним из тех, кто фактически подтолкнул к разработке приемника системы LORAN-C (LORAN — радионавигационная система наземного базирования, которая использовалась кораблями ВМС США и Великобритании в годы Второй мировой войны. — Прим. ред.); он добился успешности этого проекта. Я знал об этих вещах, но это была просто осведомленность; я не принимал решений в отношении положительных и отрицательных особенностей одной системы по сравнению с другими».

▼ Предпринимательство

Соблазн предпринимательства и изменения корпоратив-

ного окружения привели к завершению работы Чарли в электронном гиганте. «Я был техническим руководителем по интегральным схемам в компании HP и пытался выяснить, каким будет следующий проект, позволяющий расширить возможности существующих интегральных схем. Я знал, что необходимо найти решение, которое должно поступить на рынок в течение 4–5 лет. Сотрудник, который собирался заменить Элла Бэгли на должности руководителя подразделения, имел подготовку в области маркетинга, и смертельно боялся, что технология исказит его взгляды на стратегию. Он отказался разрабатывать график работ на срок более двух-трех лет. Так как у меня не было никаких возможностей сделать свой вклад, я вынужден был подумать об увольнении».

Вопрос был в том, что собирался делать Чарли? «Они просто аннулировали проект LORAN-C, так что я предложил купить этот проект. Сейчас бы компания никогда не продала аннулированный проект; она положила бы его на полку. Компания не желала юридических трудностей, которые могли бы затем возникнуть, и не хотела возвращать кого-либо назад и просить чего-либо еще».

Значительная часть разработки была завершена. Как объяснил Чарли, «приемник системы LORAN-C был разработан до стадии прототипов, и имелись рабочие модели. Для деталей было проработано не литье под давлением, а только литье в песчаные формы. Это был уникальный случай в отношении того, что приемник не выполнял измерение временных разностей, как другие приемники системы Logan того времени; он измерял широту и долготу». Это было значительное продвижение вперед, освобождающее пользователей от вычерчивания графиков зависимости широты и долготы от временных разностей.

«По временным разностям, измеренным приемником, вычисляли значения широты и долготы. Были обнаружены значительные ошибки в напечатанных графиках временных разностей, особенно на западном побережье — по которым вы оказались бы с ошибкой в одну милю в Лос-Анджелесе и в две мили в Сан-Диего. И это происходило потому, что радиосигналы не распространяются со скоростью света в окружающей среде — они распространяются со скоростью, зависящей от проводимости среды».

Чарли пояснил, что, например, в море у Сан-Диего «вы используете два сигнала — один, проходящий по Центральной долине (в Калифорнии), и другой, который проходит с восточной стороны горной цепи (первая — влажная, а вторая — сухая). Понятно, что необходимо на месте измерить временные разности, зная широту и долготу, и внести коррекцию».

Принципы, в которых нуждался Чарли, чтобы справиться с этой задачей (подобной распространению сигналов в окружающей среде, а более конкретно — в тропосфере), стали позже важными факторами в его работе с GPS. Чарли казалось, что проект предоставляет хорошие возможности. «Я внес предложение, после чего последовал почти четырехмесячный период молчания. Мне посоветовали предоставить срок окончания работы: предложить график только для следующих трех недель». Это послужило толчком. «Официально я покинул компанию HP в ноябре 1978 года. Мы перешли в реконструированный театр в деловом районе города Лос-Альтос и оказались в условиях, созданных специально для страховых компаний, так что у нас было помещение, площадью 1000 квадратных футов (93 м²), с четырьмя дверями, ведущими в коридор».

Продолжение следует

НОВАЯ ЭРА. НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ. ВРЕМЯ ОПРЕДЕЛИТЬ БУДУЩЕЕ ОТРАСЛИ.

22 - 26 мая 2017
Москва, МИИГАиК

1-я Неделя науки, технологий и инноваций

GeoData

«Геопространственные технологии и пространственные данные для экономики и безопасности России»

Обучение лучшим практикам для отраслей и регионов



Обучение представителей государственных организаций, бизнеса и региональной власти лучшим практикам применения геопространственных технологий, геосервисов и пространственных данных.



Выработка направлений стратегического развития науки и технологий для развития исследовательских проектов совместно с технологическими компаниями.



Формирование коммуникационной площадки на базе профильного университета для взаимодействия всех участников рынка геопространственных технологий.

Место проведения:
Москва, Гороховский пер., 4

Организатор:



При информационной поддержке:



Контакты:
+7 (499) 348-16-02
conf@geodata.pro
www.geodata.pro

АНОНС

▼ S-Max GEO — новый российский бюджетный полевой многосистемный ГНСС-приемник

Компания «Руснавгеосеть» представляет полевой ГНСС-приемник S-Max GEO собственного производства.

Приемник разработан в соответствии с российскими техническими условиями и производится компанией «Руснавгеосеть» на территории Российской Федерации. Отвечая современным мировым техническим требованиям по технологичности и качеству, полевой приемник находится в классе «бюджетных» с точки зрения цены.

Стоит обратить особое внимание на принципиально важные отличительные черты нового ГНСС-приемника.

Одним из значимых технических свойств данного оборудования является возможность инициализации и работы в основных режимах, используя только сигналы российской глобальной навигационной спутниковой системы — ГЛОНАСС. Данное преимущество



во стало особо актуальным при эксплуатации спутникового оборудования государственными организациями и компаниями с государственным участием при решении вопросов информационной безопасности. При этом S-Max GEO способен принимать спутниковые сигналы существующих ГНСС — ГЛОНАСС и GPS, а также разворачиваемых спутниковых группировок — Beidou и Galileo.

Производитель уверен, что и другие инновационные решения, применяемые в данном приборе, будут по достоинству оценены профессионалами.

Технология Long Range Bluetooth позволит работать в режиме база-ровер на сверхдлинных базисах (до 800 м) в отсутствие сотовой связи и канала УКВ между устройствами.

Технические условия S-Max GEO разрабатывались с учетом географической специфики РФ. Полевой ГНСС-приемник способен работать в широком температурном диапазоне — от -40°C до $+65^{\circ}\text{C}$.

ГНСС-приемник обладает функцией защиты от кражи. Без знания уникального паро-

ля использование устройства невозможно, а при неверной авторизации владельца прибор будет издавать сигнал тревоги, оповещающий о попытках его неправомерного применения.

Моноблочный S-Max GEO весом менее 1 кг обладает превосходными для своего класса техническими и точностными характеристиками:

- 240 каналов;

- прием существующих и развивающихся спутниковых группировок ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Beidou, систем дифференциальной коррекции QZSS, SBAS (WAAS/EGNOS/MSAS/GAGAN), поддержка L-Band CenterPointRTX;

- наличие сервиса RTX, что позволяет уточнять местоположение приемника без использования базовой станции с точностью до 4 см;

- класс защиты IP67;

- время автономной работы от одной батареи составляет до 10 час.

Планируется выпуск следующих конфигураций оборудования с возможностью их улучшения:

1. Сетевой ровер.

2. Ровер с УКВ (приемо-передающий).

В настоящее время производитель принимает предварительные заказы на S-Max GEO и планирует в ближайшее время начать отгрузки готовой продукции со своего склада в Москве.

Более подробную информацию о приборе можно получить на официальном сайте компании Руснавгеосеть (www.rusnavgeo.ru) или обратившись с запросом по e-mail: info@rusnavgeo.ru.

А.Л. Равер
(«РУСНАВГЕОСЕТЬ»)



СОБЫТИЯ

▼ Первый международный форум «ГЕОСТРОЙ» (Новосибирск, 16–17 марта 2017 г.)

Форум, основной темой которого стало геопространственное обеспечение проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений, прошел в комплексе «Маринс Парк Отель Новосибирск». Его организаторами выступили Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин) и компания «ЭкспоГЕО».

Поддержку форуму оказали: Правительство Новосибирской области, мэрия Новосибирска, Ассоциация сибирских и дальневосточных городов, Международное общество фотограмметрии и дистанционного зондирования (ISPRS), Международная федерация геодезистов (FIG), Союз дорожных организаций Новосибирской области, Ассоциация «Новосибирские строители», СРО А «Строительное региональное партнерство», а также вузы Новосибирска.

Спонсорами форума выступили компании: «Кредо-Диалог», «Экологическая Безопасность» (Новосибирск), «АртГео», «Фирма Г.Ф.К.», «Новосибирский инженерный центр».

Информационную поддержку форум получил от журнала «Геопрофи» и других изданий и Интернет-порталов.

В работе форума приняли участие около 400 специалистов и ученых из 100 организаций, представлявших 25 городов РФ, а также Австрию, Казахстан и Чехию.

Программа мероприятия была направлена на представление тесной интеграции геопространственных данных и путей их реализации с учетом современных технологий на этапах инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений по направлениям:

— геодезические данные и трехмерные технологии (современные методы и средства сбора);

— BIM-технологии и «прозрачное строительство»;

— сплошной контроль геометрических параметров при строительстве (лазерное сканирование);

— наблюдение за деформациями инженерных сооружений;

— требования службы заказчика к технологиям на примере автомобильных дорог;

— современные методы инженерно-геодезического обеспечения строительства, ремонта и реконструкции автомобильных дорог;

— требования законодательства о саморегулировании в строительной сфере и пути их реализации.

Форум открылся пленарным заседанием, которое включало 9 докладов. Научный руководитель проекта, профессор В.А. Середович рассказал о целях и задачах «ГЕОСТРОЙ», представив доклад, посвященный современным методам и средствам геопространственного обеспечения изысканий, проектирования и строительства инженерных сооружений. Генеральный директор СРО А «Строительное региональное партнерство» М. Федорченко в своем выступлении рассмотрел практические вопросы саморегулирования и професси-

ональные стандарты специалистов инвестиционно-строительной деятельности. С большим вниманием был встречен доклад И. Лехнера и К. Радей из Научно-исследовательского института геодезии, топографии и картографии Чешской Республики на тему «Вопросы стандартизации геодезии в Чехии».

В рамках форума прошло три конференции, семинары и мастер-классы компаний.

На конференции «Методы и технологии геопространственного обеспечения строительства и эксплуатации промышленных и гражданских зданий» было представлено 14 докладов, среди которых следует отметить выступления специалистов компаний «Инжиниринговый центр ГФК» и «НАВГЕОКОМ». Перспективы производства и применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) были отражены в докладах представителей компании RIEGL (Австрия), а также Ассоциации «Беспилотные технологии» (Новосибирск).

При поддержке ГКУ Территориальное управление автомобильных дорог Новосибирской области прошла конференция «Современные методы и технологии геопространственного обеспечения проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог и аэродромов».





Конференция «Геопространственное обеспечение архитектуры и градостроительства» была посвящена современным подходам в территориальном планировании, компьютерном моделировании городских территорий; технологиям перевода топографических планов в местные системы координат населенных пунктов в региональную систему координат и работам с ними, на примере Новосибирской области и др.

Активное участие во всех мероприятиях форума приняли представители компании «Кредо-Диалог». Они провели семинары по темам:

- информационное моделирование при проектировании автомобильных дорог и городских улиц в системах CREDO ДОРОГИ и CREDO СЪЕЗДЫ;

- формирование объемной геологической модели — от обработки полевых данных до выпуска необходимой документации в комплексе CREDO;

- обработка геодезических данных, формирование ЦММ в ПК CREDO, обработка, анализ и контроль данных осадочных и деформационных процессов

зданий и сооружений в CREDO РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ, а также особенности работы в новой программе CREDO ВЕКТОРИЗАТОР;

- технология ведения векторного дежурного топографического плана территорий.

Участники семинаров получили возможность до 1 июня 2017 г. приобрести любые программы ПК CREDO со скидкой и/или обновить «устаревшие» версии систем до текущих версий.

Достижения компании RIEGL в области лазерного сканирования были представлены на семинаре, организованном компанией «АртГео».

Большой интерес среди специалистов в области геодезии вызвал семинар компании «Руснавгеосеть», при поддержке Московского представительства компании Trimble. Ключевой темой семинара стал путь, пройденный компанией Trimble в формировании нового подхода к функционалу и возможностям оптического и спутникового оборудования. Презентация сканирующего тахеометра SX-10, представление сервиса Trimble CenterPoint RTX и спутникового приемника Trimble R10 в формате живого общения позволили сделать мероприятие информативным и интересным каждому участнику.

Лазерным системам управления строительной техникой был посвящен семинар компании «Метрика-Групп» (Новосибирск) — официального дистрибьютора геодезического оборудования торговых марок Nikon — Spectra Precision компании Trimble.

Компания «НАВГЕОКОМ» организовала видеотрансляцию завтрака с экспертом на тему «Автоматизированная геодезия в гражданском строительстве. Экстремальная производительность 24/7» для участников форума и провела мастер-класс, посвященный выносу проекта в натуре в 3D.

Возможности интеграции результатов сканирования, позици-

онирования и фотографирования на строительной площадке и новых геодезических приборов GeoMax были представлены на семинаре компании «Максима».

НПП «Фотограмметрия» (Санкт-Петербург) провела мастер-класс по программному обеспечению ScanImager и ScanImager Orto, ориентированному, в первую очередь, на задачи, связанные с выполнением архитектурных обмеров и оценкой состояния памятников архитектуры.

С технологией создания трехмерных архитектурных моделей (виртуальных и твердотельных) для визуализации и 3D-печати по чертежам, фотографиям и данным лазерного сканирования участники форума познакомились на семинаре, который провел К. Вах (EuroGV, Чехия).

Новинки компании FARO были представлены на заседании в формате «круглого стола», организованном компанией «Акрополь-Гео».

В дни форума на отдельных стендах были представлены технологии и услуги различных компаний и организаций.

Специалисты компании «Гео-старт» (Новосибирск) консультировали всех желающих по вопросам оказания геодезических, кадастровых и проектных услуг.

Компания «Новосибирский инженерный центр» наглядно демонстрировала все виды инженерных изысканий, в том числе для особо опасных и технически сложных объектов капитального строительства.

НГАСУ представил собственные инновационные разработки в области проектирования и строительства инженерных сооружений, включая результаты применения технологий трехмерного моделирования и лазерного сканирования в градостроительстве, архитектуре, монтаже строительных конструкций и наблюдении за деформациями зданий и сооружений.

Одним из важных и значимых событий в рамках форума было

подписание соглашений между НГАСУ и Научно-исследовательским институтом геодезии, топографии и картографии Чешской Республики, а также между НГАСУ и строительным факультетом Пражского технического университета о возможности обмена специалистами, организации стажировок и практик, а также выполнения совместных работ по общим отраслевым направлениям.

С более подробной информацией о форуме можно ознакомиться на сайте www.geostroy-sib.ru.

По информации оргкомитета форума

▼ **Конференция «Технологии CREDO без границ» (Красноярск, 21 марта 2017 г.)**

Конференция была организована компанией «Кредо-Диалог» совместно с компанией «Сибирский Инженер». Участникам мероприятия были представлены возможности систем ПК CREDO в области геодезии, геологии, про-

ектирования и ведения цифровых дежурных планов территорий, а также показаны перспективы развития программного комплекса.

На семинаре проектного направления были представлены возможности проектирования и ремонта пересечений и примыканий автомобильных дорог в системах CREDO ДОРОГИ и CREDO СЪЕЗДЫ, рассмотрены примеры технологии выравнивания существующих покрытий, частные случаи «эффективного ремонта» в ПК CREDO. Кроме того, специалисты компании рассказали о разработках CREDO в области технологий трехмерного моделирования для систем автоматизированного управления (3D-CAD) дорожно-строительными машинами: новое строительство и ремонт.

На семинаре «Технологии инженерно-геологических изысканий в комплексе CREDO» демонстрировалось, как с помощью систем CREDO ГЕОЛОГИЯ, CREDO

ГЕОСТАТИСТИКА, CREDO ГЕОКОЛОНКА, CREDO ГЕОКАРТЫ быстро и качественно сформировать объемную геологическую модель — от обработки полевых данных до выпуска необходимой документации.

Различные вопросы рассматривались на семинаре «Технологии CREDO в инженерно-геодезических изысканиях. Геодезия в строительстве»: инструменты автоматизации обработки данных изысканий и формирования ЦММ, возможности CREDO РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ для обработки, анализа и контроля данных осадочных и деформационных процессов зданий и сооружений, особенности новой программы CREDO ВЕКТОРИЗАТОР, предназначенной для автоматической векторизации топографических планов.

На семинаре «Технология ведение векторного дежурного топографического плана территорий. Опыт создания, проблемы, решения, новые перспективные

ООО «УГТ-Холдинг»
<http://ugt-holding.com>

Поставка
 Ремонт
 Обучение
 Метрология

Trade-in
 Лизинг
 Тех. поддержка
 Индивидуальный подход

Екатеринбург	(343) 210-91-91	Уфа	(347) 256-92-20
Санкт-Петербург	(812) 910-91-20	Новосибирск	(383) 233-50-09
Москва	(495) 935-79-90	Красноярск	(391) 272-97-72
Самара	(846) 276-35-55	Симферополь	(978) 103-84-64

разработки направления» можно было получить ответы на вопросы: что такое дежурный план территорий, как он создается, ведется и передается, какие проблемы могут возникать и как их решать.

Участники конференции получили возможность приобрести программы ПК CREDO и обновить имеющиеся у них системы до актуальной версии по льготному предложению, действующему до 1 июня 2017 г.

Следует отметить, что кроме прошедших мероприятий, в 2017 г. компания «Кредо-Диалог» запланировала проведение конференций «Технологии CREDO без границ» в Самаре, Севастополе, Симферополе, Южно-Сахалинске и Владивостоке, на которых специалисты этих регионов смогут познакомиться с новинками и технологиями CREDO. Все участники мероприятий получают интересные льготные предложения.

По информации компании «Кредо-Диалог»

▼ Олимпиада по информационным технологиям в геодезии (Москва, 21 марта 2017 г.)

Олимпиада на лучшее знание программ CREDO ТОПОГРАФ и CREDO КАДАСТР прошла в Московском колледже связи № 54 им. П.М. Вострухина.

Колледж и компания «Кредо-Диалог» сотрудничают давно. В 2015 г. студенты колледжа принимали участие в V Олимпиаде CREDO в Екатеринбурге, а в 2017 г. более 70 студентов колледжа получили доступ к on-line версиям программ ПК CREDO.

В Олимпиаде приняли участие студенты всех курсов, обучающиеся на отделении «Экономика, градостроительный кадастр и земельно-имущественные отношения», по направлениям информационное обеспечение градостроительной деятельности и земельно-имущественные отношения. Организовал и провел это мероприятие преподаватель колледжа Б.М. Курамагомедов.

Целью проведения Олимпиады было определить среди будущих специалистов тех, кто лучше



всего владеет программами ПК CREDO при решении производственных задач.

Задания состояли из двух блоков: теоретической части (тестовые задания по геодезии) и практической. Практический блок включал два задания: «Обработка измерений тахеометрии и создание топографического плана в CREDO ТОПОГРАФ» и «Формирование межевого плана участка в CREDO КАДАСТР».

Победителями Олимпиады по общим баллам стали: Карандаева Анна (1 место), Власов Денис (2 место) и Косарев Дмитрий (3 место). Высокий уровень владения программами показала также Болтачева Елизавета.

Победители Олимпиады получили призы от компании «Кредо-Диалог», а всем остальным участникам были вручены поощрительные призы.

В рамках Олимпиады для студентов и преподавателей инженер-геодезист компании «Кредо-Диалог» А. Зорькина провела мастер-класс на тему: «Современные технологии CREDO для обработки инженерно-геодезических данных» и показала стандартные методы камеральной обработки геодезических данных в системах CREDO DAT Professional, CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, CREDO ТОПОГРАФ, CREDO ОБЪЕМЫ, CREDO РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ. Также на мастер-классе были рассмотрены вопросы обработки данных лазерного сканирования и создания циф-

ровой модели по облакам точек в программе CREDO 3D СКАН.

Б.М. Курамагомедов выразил благодарность компании «Кредо-Диалог» за поддержку и участие в проведении Олимпиады. Он отметил, что такие мероприятия необходимы студентам для усиления мотивации к обучению, освоению профессионального программного обеспечения, с которым им придется работать на производстве. В будущем руководство колледжа планирует регулярно проводить соревнования между студентами колледжа и других учебных заведений, готовящих специалистов в области геодезии и кадастра.

В продолжение этой темы отметим другие конкурсы и олимпиады, в которых принимает участие компания «Кредо-Диалог».

29 марта 2017 г. на базе Екатеринбургского автомобильно-дорожного колледжа состоялся Межрегиональный конкурс «Лучший по специальности «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов — 2017». Одна из номинаций конкурса была посвящена программе CREDO ДОРОГИ.

С 18 по 21 апреля 2017 г. в Новосибирском техникуме геодезии и картографии пройдет заключительный этап Всероссийской олимпиады профессионального мастерства, в задания которого включены вопросы на знание программ ПК CREDO.

По информации компании «Кредо-Диалог»

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

▼ Новое в системах CREDO ТОПОГРАФ и CREDO КАДАСТР версии 1.8

10 апреля 2017 г. в производственную эксплуатацию вышла новая версия систем на платформе CREDO III, которая бесплатно получают все пользователи, оформившие услугу «Подписка».

В версии 1.8 системы CREDO ТОПОГРАФ особое внимание уделено совершенствованию функциональности и оптимизации действий пользователя:

- появились новые возможности в интерактивных построениях;

- повысилась информативность процесса моделирования рельефа;

- стало максимально быстрым создание новых объектов по геометрии уже существующих;

- упростился процесс навигации в структуре хранения информации на диске компьютера.

Существенные изменения произошли и в системе CREDO КАДАСТР:

- реализована специальная панель, в которой совмещена работа с реквизитами документов и объектами, что особенно удобно на финальной стадии подготовки документов;

- появился режим графического представления данных, позволяющий «раскрасить» объекты ЕГРН с целью упрощения восприятия информации;

- расширились возможности поиска и устранения некорректностей в сведениях ЕГРН;

- появилась возможность создания индивидуального электронного архива имеющихся сведений ЕГРН (xml-файлов и zip-архивов) и их преобразования в удобочитаемый вид при помощи нового приложения «Мониторинг кадастровых записей CREDO».

Обо всех улучшениях и изменениях, реализованных в версии 1.8 систем CREDO на платформе III, можно узнать на сайтах: www.credo-dialogue.ru и www.terra-credo.ru.

По информации компании «Кредо-Диалог»

ОБОРУДОВАНИЕ

▼ Цифровые нивелиры Leica LS. Высокоточное нивелирование нового класса

В октябре 2016 г. на международной выставке INTERGEO в Гамбурге (Германия) компания Leica Geosystems анонсировала новую серию цифровых нивелиров Leica LS.

21 декабря 2016 г. данный тип средств измерений был утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1937.

Серия цифровых нивелиров Leica LS представлена тремя модификациями: LS10 (0,3 мм), LS15 (0,3 мм) и LS15 (0,2 мм). В скобках указана средняя квадратическая погрешность измерения превышения на 1 км двойного хода при электронном считывании по ISO17123-2 с использованием кодовой инварной рейки GPCL3 или аналогичной ей по конструкции.

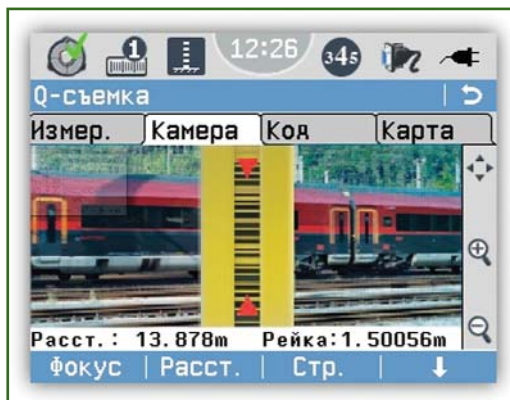
Многие операции при работе с цифровым нивелиром автоматизированы, что значительно облегчает непростую работу при

выполнении высокоточных измерений. Визирование нивелира на инварную рейку осуществляется с помощью цифровой камеры с автоматической фокусировкой после чего, нажатием одной клавиши, подается команда для автоматического выполнения всех операций, необходимых для точного и надежного снятия отчета.

Импорт и экспорт результатов измерений и обработки, выполненных нивелиром, может проводиться с помощью USB-накопителей или Bluetooth.

Встроенное программное обеспечение LS Digital Levels цифровых нивелиров серии Leica LS позволяет в процессе работы просматривать схемы ходов на экране прибора, фотографировать элементы ситуации и привязывать полученные изображения к точкам хода, а также выполнять уравнивание нивелирных ходов непосредственно в полевых условиях.

Цифровые нивелиры серии Leica LS сертифицированы и дос-



тупны к заказу в компании «НАВГЕОКОМ».

По информации компании «НАВГЕОКОМ»

Цифровые нивелиры Leica LS

Высокоточное нивелирование нового класса

- 0.2 мм при использовании кодовых инварных реек
- наведение на рейки с помощью цифровой камеры
- автофокусировка



JAVAD MOBILE TOOLS — НОВОЕ СЛОВО В ПОЛЕВОМ ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ

Ю.Г. Ноянов (JAVAD GNSS)

В 1996 г. окончил факультет прикладной космонавтики МИИГАиК по специальности «исследование природных ресурсов», а в 2001 г. защитил кандидатскую диссертацию на кафедре земельного кадастра МИИГАиК. В настоящее время — руководитель разработки полевого ПО компании JAVAD GNSS.

П.П. Юровский (JAVAD GNSS)

В 2010 г. окончил ГУЗ по специальности «прикладная геодезия». Работал в полевых подразделениях аэрогеодезических предприятий. В настоящее время — инженер-разработчик компании JAVAD GNSS.

Почти два десятилетия в геодезических контроллерах для проведения полевых измерений преобладают программы, работающие под управлением операционной системы Windows CE компании Microsoft. С момента выхода этой мобильной операционной системы на рынок в 1997 г., она прошла большой путь, поменяв ряд названий (Windows CE for Handheld PC, Handheld PC, Palm-Size PC, Smartphone 2002, Windows Mobile и т. п.) и потеснив таких монополистов, как Symbian EPOC и Palm OS.

Но всему, к сожалению или к счастью, приходит конец. В 2010 г. появилась мобильная операционная система iOS компании Apple, а в 2011 г. — Android компании Google. Их успех был настолько ошеломительным, что к 2016 г. совместная доля iOS и Android на рынке мобильных устройств составляла 99%, но не в секторе геодезических контроллеров для полевых работ. До сих пор практически все защищенные контроллеры выпускаются с операционной системой Windows CE, хотя компания Microsoft в 2012 г. заявила о закрытии этой платформы.

Всему виной отсутствие программного обеспечения (ПО) для управления геодезическим оборудованием, работающего под управлением операционных систем iOS и Android. Разрабатывавшиеся десятилетиями программы для полевых работ не удалось перенести на современные мобильные операционные системы.

JAVAD GNSS, одна из компаний-инноваторов, вырвалась вперед, своевременно выпустив программное обеспечение для полевых работ на основе iOS и Android. В отличие от Windows CE, эти операционные системы поддерживают многопроцессорность, многоядерность, современные графические ускорители, функцию «множественного касания» (multi-touch) сенсорных экранов (панелей) с большим разрешением и размерами, адресуют объемы памяти, исчисляемые в гигабайтах, и др.

Это позволяет использовать в полевых условиях функции, прежде доступные только на компьютере в офисе, а именно: работа с тысячами точек на карте, подложками из чертежей систем автоматизированного проектирования (САПР), отображение ситуации на местно-

сти, передача информации по мобильным каналам связи.

В 2013 г. компания JAVAD GNSS выпустила первую версию ПО для полевых работ Javad Mobile Tools (JMT) для платформы iOS, а через год — для Android (рис. 1). Программа постоянно развивается, добавляются все новые и новые возможности. Начав с простой отправки файлов для обработки на сервисах NGS OPUS и JAVAD DPOS, в ней постепенно увеличивается количество функций. В настоящее время JMT составляет серьезную конкуренцию программам для полевых работ на базе Windows CE (JAVAD TRACY). Она, конечно, не заменяет самые мощные решения, такие как JAVAD J-FIELD, поставляемые вместе с оборудованием TRIUMPH-LS, но, тем не менее, позволяет решать большинство задач при топографической съемке.

Главное назначение программы JMT — объединить самое современное оборудование JAVAD GNSS с легкостью и простотой управления от Apple и Google, упростив выполнение большинства полевых задач. С интерфейсом мобильных устройств знакомы уже практиче-

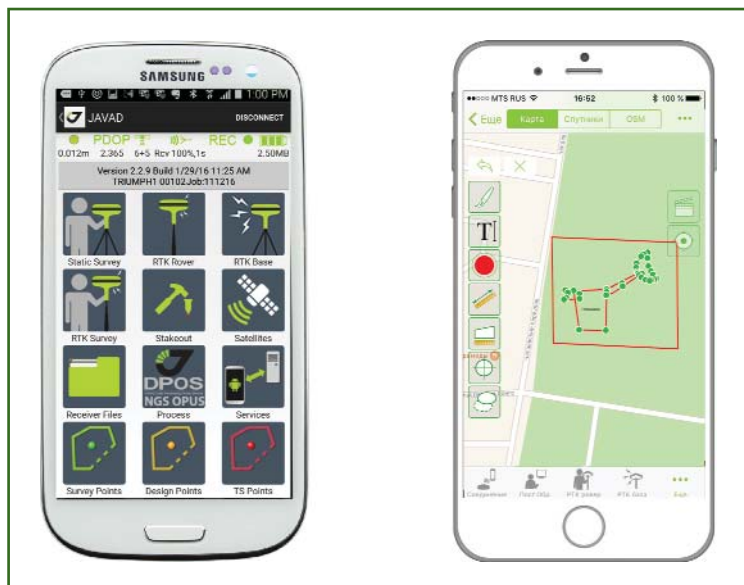


Рис. 1

Интерфейс программы JAVAD MOBILE TOOLS для платформ — Android (слева) и iOS (справа)

ски все, он достаточно удобно устроен для интуитивного управления простыми касаниями экрана, так что даже выполнение сложных полевых работ и настройка оборудования становятся проще. Интерфейс программы сделан максимально родным для каждой из платформ. По сути, JMT для iOS и JMT для Android — это отдельные программы с разным пользовательским интерфейсом. Но их создает одна и та же группа разработчиков, поэтому их функции практически аналогичны.

Разница только в возможностях, которые предоставляют эти платформы. Так, версия для Android, благодаря поддержке Bluetooth, позволяет обмениваться данными с электронными тахеометрами и лазерными рулетками, настраивать радиомодемы, а версия для iPhone предоставляет возможность рисовать абрис при помощи Apple Pencil и управлять измерениями с помощью часов Apple Watch, не прикасаясь к смартфону или планшету.

Основное же различие вызвано наличием многообразных пылевлагозащищенных уст-

ройств с операционной системой Android, тогда как под iOS работают только iPhone и iPad. Это позволяет не просто использовать JMT как резервное ПО, для того, чтобы изредка проверить и настроить оборудование, но и ежедневно выполнять полевые работы в любую погоду.

Важным достоинством программы JMT является свобода выбора оборудования. Пользователь может использовать смартфон или планшет, чтобы опробовать оборудование компании JAVAD GNSS, если он впервые работает с ним. Можно установить программу на смартфон, помещающийся в кармане, или на планшет с большим экраном и создавать планы и карты в полевых условиях. Можно установить программу на любой из защищенных контроллеров для полевых измерений, начиная от недорогих устройств в защитном корпусе, вроде Rover H8, до профессиональных контроллеров CE300 или Handheld Nautiz X8, которые уже проверены при работе с ней. Кроме того, программа совместима с оборудованием на платформе Android, начиная с версии аппа-

ратно-встроенного ПО 4.0, или iPhone/iPad на платформе iOS, начиная с версии 9.0.

Программа JMT позволяет работать с оборудованием компании JAVAD GNSS, оснащенным модулями Wi-Fi или Bluetooth, в том числе с приемниками TRIUMPH-1/M и TRIUMPH-2. Версия для iOS предоставляет возможность соединения с приемниками ГНСС только по Wi-Fi, а версия для Android еще и по Bluetooth, что позволяет дополнительно использовать приемники JAVAD ALPHA и JAVAD SIGMA, а также радиомодемы, имеющие Bluetooth. Для приемника TRIUMPH-LS поставляется собственное встроенное программное обеспечение, поэтому работа с ним не поддерживается. Наиболее органично ПО JMT, на наш взгляд, сочетается с компактным и недорогим приемником TRIUMPH-2, образуя надежный комплект для полевых работ.

При помощи программы JMT можно не только проводить низкоуровневую настройку спутниковых приемников, включающую проверку и обновление встроенного ПО (firmware) и опций (OAF) или соединение приемника с радиомодемами, но и готовить их к выполнению различных геодезических работ от постпроцессорной съемки до топографической съемки и выноса проектных точек в натуре в режиме RTK.

Приемник может быть настроен как RTK-база или как RTK-ровер. В режиме RTKправки получают по радиоканалам с помощью УВЧ-радиомодема, GSM-модема или от NTRIP-сервера через 3G-модемы. Для этого используется встроенное оборудование приемников TRIUMPH, ALPHA и SIGMA, либо модем смартфона или планшета, а также внешняя сотовая точка доступа. Во время измерений будут полезны наиболее

передовые достижения компании JAVAD GNSS: режим работы нескольких RTK-процессоров, электронные уровни и компас, съемка 5 Гц, измерения в режиме Lift&Tilt, обработка с помощью сервиса DPOS. Все настройки оборудования сохраняются в так называемые «стили приемника» и при необходимости вызываются одним нажатием на экран.

В режиме RTK можно выполнять измерения координат точек и траекторий, топографическую съемку промерами, а также вынос точек в натуру. Варианты автоматических настроек для съемки разнообразны: автозавершение измерений после набора заданного числа эпох, фильтрация нужных эпох, режим верификации, режим работы нескольких RTK-процессоров, измерения в режиме Lift&Tilt.

Часто случается так, что при топографической съемке элементов местности, зданий и сооружений (глубокий овраг, забор, угол здания, столб линии

электропередачи и т. п.) невозможно установить приемник или антенну на нужную точку, чтобы выполнить измерение ее координат. На некоторых объектах число таких измерений доходит до 70%. Программа JMT позволяет выполнять съемку промерами и предусматривает несколько способов определения координат недоступных точек. Например, вблизи объекта определяются координаты двух точек, задающих направление на объект, от которых измеряются расстояния до недоступной точки, а программа автоматически вычисляет ее координаты.

При съемке промерами и других видах работ удобно пользоваться лазерной рулеткой, закрепленной на вехе с приемником GNSS со встроенной антенной (рис. 2). ПО JMT, установленное на одном из мобильных устройств, позволяет подключать рулетку и приемник по Bluetooth и выполнять измерения одним касанием сенсорного экрана устройства.

Еще одним незаменимым инструментом для топографической съемки является электронный тахеометр. С помощью программы JMT можно отправлять файл со значениями опорных точек в тахеометр или считывать из тахеометра файлы с результатами измерений. Связь с тахеометром осуществляется либо по Bluetooth, либо через внешнюю flash-карту. Точки, на которых проводились измерения, снабжают текстовыми комментариями, фотографиями с камеры мобильного устройства и звуковыми заметками.

Для эффективной работы в режиме выноса точек в натуру в программе JMT имеется множество возможностей (рис. 3). Встроенный компас приемника или контроллера облегчает вынос точки. Направление на выносимую точку доступно всегда, а не как раньше, только в процессе движения приемника. Можно делать вынос точек, используя режим «бычий глаз», когда местоположение выносимой точки и текущее положение приемника постоянно отображаются на экране. В этом случае удобно воспользоваться картами Google Maps и проложить маршрут к выносимой точке. Интересной функцией является аудио-вынос, когда JMT дает звуковые подсказки во время движения по направлению к выносимой точке.

Как было сказано выше, версия программы для устройств компании Apple поддерживает режим управления при помощи часов Apple Watch. В этом случае смартфон находится в теплом и защищенном месте, а управление измерениями проводится с помощью часов, одетых на запястье. Режим съемки или выноса точки в натуру запускается нажатием соответствующих кнопок на экране часов (рис. 4).

Еще более удобный вариант съемки — это Lift&Tilt. В этом



Рис. 2

Подключение лазерной рулетки к мобильному устройству с ПО JMT

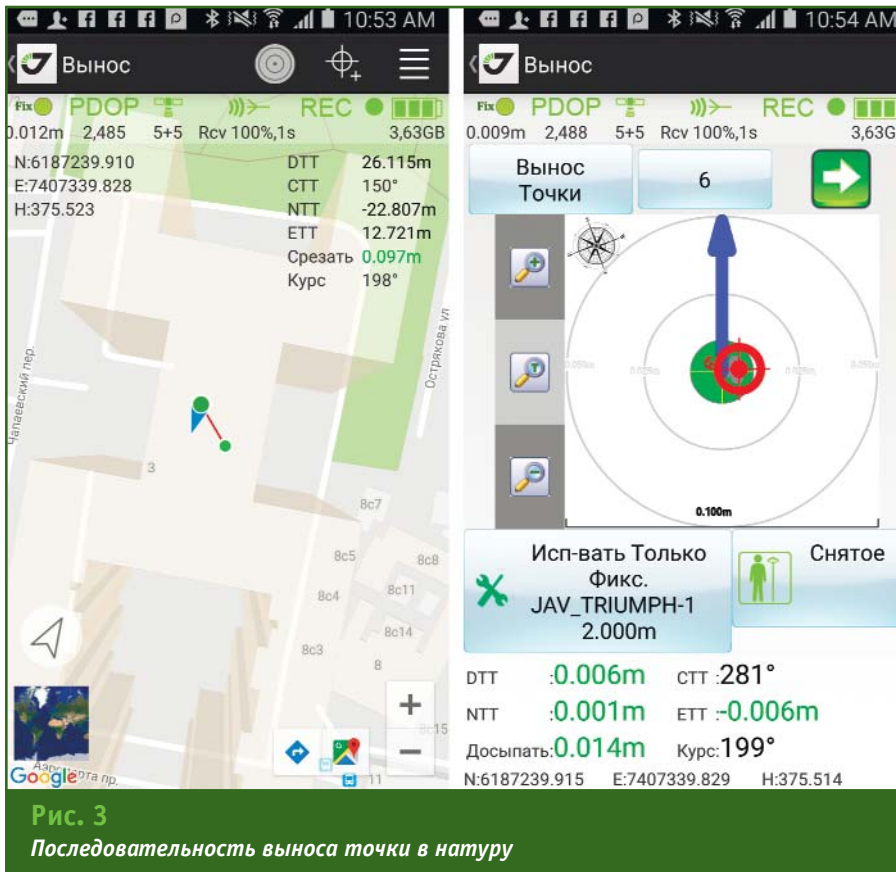


Рис. 3

Последовательность выноса точки в натуру

режиме достаточно установить вежу с приемником примерно в вертикальное положение, после чего раздастся звуковой сигнал, который сообщает о начале измерений. Другой звуковой сигнал известит о том, что нужное количество данных собрано. Наклоном вехи завершают измерения и переходят на другую точку, измерения на которой начнутся, как только веха с приемником займет вертикальное положение.

Постпроцессорный режим съемки также не обделен вниманием в JMT. Программа позволяет не только запустить запись измерений, добавив высоту антенны, имя точки и комментарии, отслеживать состояние записи данных, но и запрограммировать приемник на автоматическое выключение по завершению заданного времени измерений. В конце съемки программа уведомит сообщением, что запись завершена. Так что больше не придется стоять и смотреть на экран, ожидая за-

вершения измерений. Также поддерживается запись данных при съемке в режиме кинематика и «стой-иди», когда в один файл измерений сохраняются

значения нескольких точек. Программа позволяет загружать файлы измерений в смартфон, освобождая память приемника, а также обрабатывать файлы, получая точные геодезические координаты, используя сервисы NGS OPUS и JAVAD DPOS.

При использовании режимов постпроцессорной статики и RTK, в так называемом режиме VB-RTK, раскрываются принципиально новые возможности. В этом случае приемник базовой станции устанавливается не на пункте с известными координатами, а рядом с районом съемки, в месте, обеспечивающим надежный прием сигналов навигационных спутников. Это позволяет получать устойчивое фиксированное решение и не испытывать проблем с передачей поправок. По результатам случайного навигационного решения определяются координаты базовой станции, значения которых могут отличаться от точных на величину от 1 до 10 м. Приемник базовой станции одновременно записывает файл «сырых» измерений и по-



Рис. 4

Использование часов Apple Watch для управления измерениями

сылает поправки. Подвижные приемники, с помощью которых выполняется съемка в режиме RTK относительно этой базы, получают координаты, значения которых отличаются от точных на ту же самую величину, что и координаты базовой станции. В конце измерений программа JMT загружает файл измерений с приемника базовой станции, обрабатывает его с помощью сервиса DPOS, вычисляет точные координаты базовой станции, разницу между ранее установленными и точными значениями координат базовой станции и предлагает пользователям роверов изменить измеренные координаты точек съемки на эту разницу. Таким образом, координаты точек, на которых проводились измерения подвижными приемниками, получают верные значения в полевых условиях, так как сервис DPOS готов выдавать решение уже через несколько минут после завершения работ. Режим VB-RTK можно комбинировать с другими видами съемки. Например, выполнив измерения подвижным приемником на нескольких опорных точках, можно оценить точность определения координат. Или же, проведя измерения на нескольких точках в режиме статика и RTK, обработав их с помощью сервиса DPOS, получить локальную систему координат, даже не имея опорных точек, и тут же выполнить разбивочные работы.

Но определение координат съемочных точек — это только половина дела. Необходимо объединить эти точки в объекты и снабдить их необходимой атрибутивной информацией. Раньше при топографической съемке исполнитель рисовал абрис и кроки на бумаге в специальном журнале. Теперь с помощью программы JMT в процессе измерений на экране контроллера можно соединять съемочные точки и объединять

их в объекты, делать зарисовки и давать пояснения, менять цвет объектов и толщину линий, а также размер шрифта в тексте.

Кроме того, программа JMT позволяет отображать съемочные точки и выполнять графические работы поверх картографической подложки. В качестве такой подложки можно использовать карты сервиса Google Maps либо проекта OpenStreetMap, а также собственную картографическую подложку. Ее можно подготовить заранее в виде тайлов OSM (формат mbtiles) в специализированных программах (например, MapTiler) или в программе JustinLink, а затем загрузить в контроллер. Как вариант, в качестве подложки можно использовать чертежи в формате DWG или DXF.

Программа JMT позволяет подготовить практически готовую карту (план), проверить ее содержание непосредственно в поле и сохранить в формате DXF (рис. 5). Кроме графического отображения ситуации на карте можно выполнять простые задачи координатной геометрии. Окончательное оформление результатов топографической съемки осуществляется в офисе

с помощью специализированного программного обеспечения.

Результаты съемки экспортируются в настраиваемый текстовый формат или в поддерживаемые форматы САПР и геоинформационных систем (ГИС). Отчет о работе формируется с помощью предоставляемых шаблонов или собственного шаблона, созданного в программе.

Результаты передаются любым способом, доступным конкретному мобильному устройству, включая облачные сервисы Google Drive, DropBox и iCloud. Кроме того, программа позволяет обмениваться данными между устройствами в полевых условиях. Импорт данных осуществляется из множества форматов САПР и ГИС или настраиваемого текстового формата пользователя, возможен и ввод точек вручную.

Большое количество данных, полученных в результате съемки, представляет собой определенную проблему. Это могут быть сотни объектов с тысячами точек. Программа позволяет объединить данные в виде проектов и организовать просмотр проектов на карте или по дате в календаре. Можно сортировать проекты и данные в них, искать

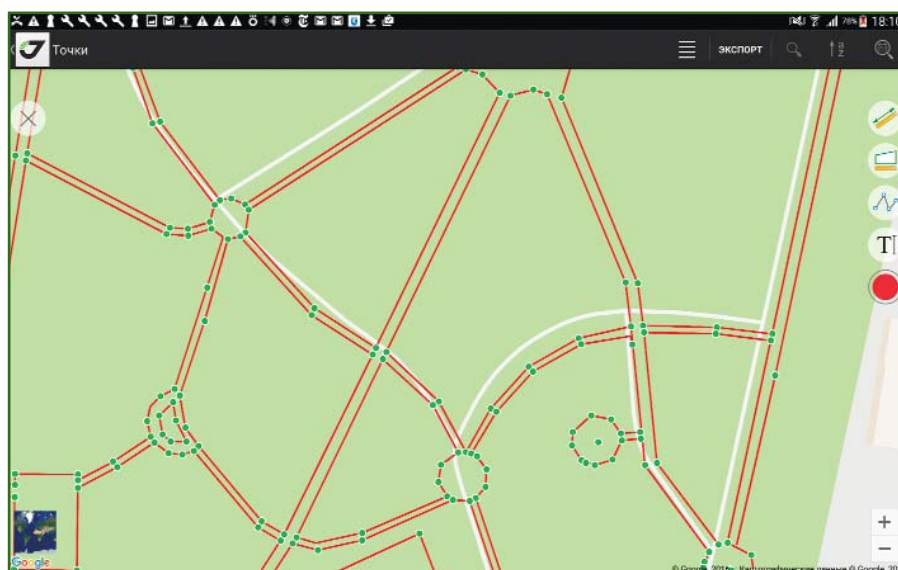


Рис. 5

Пример отображения результатов съемки на экране контроллера или планшета



Рис. 6
Пример выбора системы координат в программе JMT

необходимую информацию по шаблону и пр. Это помогает ориентироваться в таком многообразии данных. Каждый проект представляет собой отдельную папку, где хранятся файлы приемника ГНСС с опорными точками, результатами обработки с помощью сервиса DPOS, преобразований координат, базой данных точек, измеренных в режиме RTK, информацией о съемке, атрибутивная информация о снятых точках (коды, снимки, звукозаписи) и т. п. Таким образом, в папке проекта содержится вся информация о выполненной работе.

Программа JMT поддерживает весь набор систем координат, используемых в программном обеспечении, разработанном компанией JAVAD GNSS. Она позволяет выбирать их из базы существующих систем координат, включая российские, создавать пользовательские системы координат или выполнять локализацию. Для пересчета эллипсоидальных высот в нормальные поддерживаются геоиды

(квазигеоиды) для различных территорий и государств, включая Россию. Программа автоматически проверяет обновления базы данных систем координат и в случае необходимости добавляет требуемые бинарные файлы для координатных и высотных преобразований.

JMT поддерживает режим, при котором VRS-сеть передает параметры системы координат и корректирующую информацию для совпадения с местной системой координат непосредственно на приемники в сообщениях RTCM 3.1. Она позволяет прочитать систему координат из приемника, подключенного к такой сети, создав файл системы координат, и использовать поправки в приемнике для уточнения значений координат (рис. 6).

Программа JMT создавалась российскими инженерами, так что очевидна ее применимость к российской действительности. Программа полностью русифицирована. Список функций программы формируется в тес-

ном общении с российскими дилерами и пользователями и соответствует потребностям российских специалистов. Благодаря удобному отображению всех данных на карте, легко выполняются такие задачи, как измерения координат точек и траекторий, сбор атрибутивной информации, выполнение промеров, съемка площадных объектов (полигонов/полилиний), вынос точек в натуру и т. д.

Программа станет хорошим дополнением к оборудованию компании JAVAD GNSS — от настройки радиомодемов и обработки файлов до работ в режиме RTK.

Следует отметить, что программа JMT продолжает постоянно совершенствоваться и развиваться. Регулярно выходят ее новые версии, оперативно учитывающие пожелания пользователей, и добавляются возможности ее применения в полевых условиях, отражающие изменения в технологии топографической съемки, зачастую уникальные.

 **TORCON**

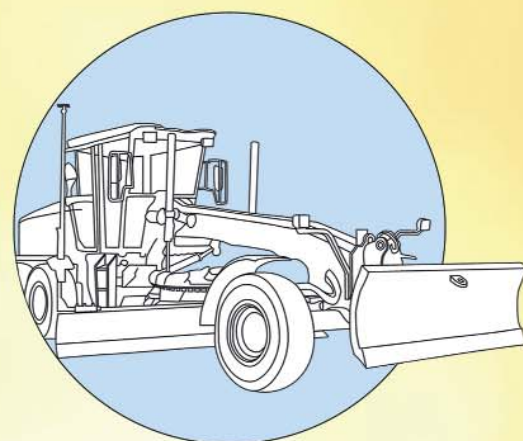
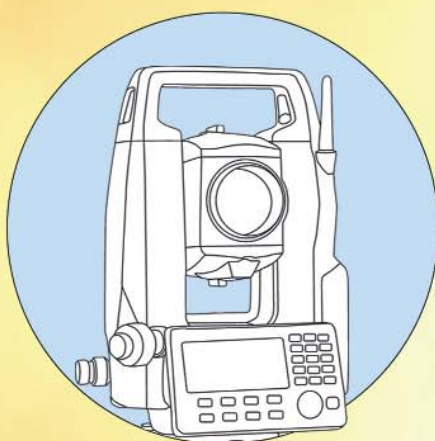
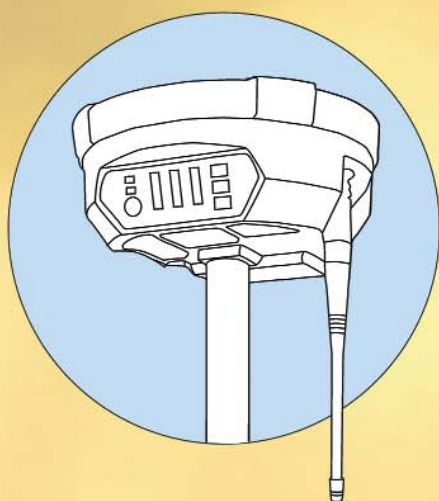
SOKKIA

VEGA
CONSTRUCTION INSTRUMENTS



ООО «Геодезические приборы»
г. Санкт-Петербург

Официальный представитель Торсон Sokkia
на Северо-Западе России



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

(812) 363-43-23

(812) 363-19-46



www.geopribori.ru

ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИИ И ИХ РЕШЕНИЕ В СЕВЕРНОМ (АРКТИЧЕСКОМ) ФЕДЕРАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

В.И. Глейзер («Геодезические приборы», Санкт-Петербург)

В 1968 г. окончил Ленинградский электротехнический институт (в настоящее время — Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет) по специальности «гирскопические приборы и устройства». После окончания института работал инженером в ЦНИИ «Аврора», а с 1971 г. — во Всесоюзном НИИ горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ), занимая должности от старшего научного сотрудника до заведующего лабораторией и главного метролога. С 2001 г. работает в ООО «Геодезические приборы» (до 2017 г. — ЗАО «Геодезические приборы»), в настоящее время — заместитель генерального директора. Заведует кафедрой геоинформационных технологий (на базе ООО «Геодезические приборы») Института землеустройства и строительства Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, профессор.

Как известно, измерения — один из основных способов познания. По данным ЮНЕСКО, с измерениями связано более трех тысяч областей человеческой деятельности [1]. С развитием техники и совершенствованием технологий непрерывно повышаются требования к качеству измерений, к их достоверности и надежности. В связи с этим возрастает роль метрологии как науки весьма значимой для многих прикладных отраслей. Остановимся на геодезии и маркшейдерии. В этих родственных отраслях измерительный процесс является основой. Согласно принятому в настоящее время определению, метрология — это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности [2]. Вполне естественно, что применительно к современному состоянию геодезической и маркшейдерской практики задачи и проблемы метрологии имеют непосредственное отношение, что находит отражение в литературе, посвященной геодезической метрологии [3] или

метрологическому обеспечению геодезических и маркшейдерских средств измерений [4].

Нельзя не отметить и взаимосвязь Федерального закона № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [5] с Федеральным законом от 26 декабря 1995 г. № 209-ФЗ «О геодезии и картографии», а затем с Федеральным законом № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», который вступил в силу 1 января 2017 г. и заменил предыдущий. Федеральный закон № 102-ФЗ [5] регулирует обеспечение единства измерений при осуществлении геодезической и картографической деятельности в различных отраслях. Он предписывает физическим и юридическим лицам, выполняющим геодезические работы, использовать средства измерений, прошедшие поверку, а также аттестованные методики измерений.

Стараясь совершенствовать и развивать свою деятельность в направлении метрологического

обслуживания геодезических и маркшейдерских средств измерений и, опираясь при этом на современную нормативную базу, многие компании сталкиваются с проблемами, которые следует рассмотреть подробнее.

В настоящее время в маркшейдерско-геодезической практике доступны новые технологии, основанные на применении спутниковых приемников, лазерных сканеров, мобильных топографических систем и т. п.

Целый ряд действующих государственных нормативных документов на геодезические приборы давно устарел, а новые разработки практически отсутствуют. До сих пор отсутствуют научно-обоснованные методики, обеспечивающие в рамках Федерального закона № 102-ФЗ [5] надежный метрологический контроль средств измерений. Одной из главных причин такой ситуации в практической метрологии, по мнению автора, является разрушение отраслевой метрологии и ликвидация соответствующих институтов, а так-

же частые корректировки правил оформления обязательных метрологических документов, например, свидетельств о поверке, изменения поверочных схем с целью монополизации того или иного вида деятельности. Как показала практика, многие непродуманные решения выводят из строя метрологические службы на длительный период времени, и потребители оказываются в сложной ситуации. Так, представители горных предприятий, расположенных в удаленных регионах, нередко жалуются на отсутствие метрологических центров, что существенно усложняет для них решение задачи метрологического контроля средств измерений согласно Федеральному закону № 102-ФЗ [5]. В настоящее время руководство деятельностью Государственной метрологической службы осуществляет Управление метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), основу которой составляют государственные региональные центры стандартизации, метрологии и испытаний. Тем не менее, для огромной территории нашей страны их количества оказывается недостаточно. Нельзя отмахнуться от проблем, имеющих в метроло-

гической отрасли. Безусловно, нужно решать и задачу подготовки профессиональных кадров в области метрологии, причем в государственном масштабе, потому, что без этой отрасли знаний трудно представить возрождение промышленности в РФ.

Многие задачи современной отечественной метрологии были рассмотрены в рамках Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Актуальные проблемы метрологического обеспечения научно-практической деятельности». Конференция была организована кафедрой стандартизации, метрологии и сертификации Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (Архангельск) — САФУ и прошла с 21 по 23 ноября 2016 г. на базе университета. В этой связи хочется отметить работу кафедры стандартизации, метрологии и сертификации САФУ.

Кафедра была основана 25 мая 1997 г. В ее создании, наряду с сотрудниками университета, принимали участие руководители Федерального государственного учреждения «Архангельский центр стандартизации, метрологии и сертифика-

ции» (ФГУ «Архангельский ЦСМ», с 2011 г. — ФБУ «Архангельский ЦСМ»): Л.А. Немудрый, директор ФГУ «Архангельский ЦСМ» (до 2007 г.), и Г.Г. Удавков, главный метролог ФГУ «Архангельский ЦСМ», заслуженный метролог РФ. С 2000 г. кафедру возглавляет профессор С.И. Третьяков. В 2001 г. был организован филиал кафедры стандартизации, метрологии и сертификации на базе ФГУ «Архангельский ЦСМ». В настоящее время продолжается тесное сотрудничество кафедры с ФБУ «Архангельский ЦСМ». Сотрудники центра читают лекции, руководят курсовыми и дипломными проектами, участвуют в работе государственных аттестационных комиссий, помогают в организации и проведении практик студентов. Директор ФБУ «Архангельский ЦСМ» является председателем ГАК по специальностям «стандартизация» и «сертификация». Ежегодно выпускники кафедры принимают на работу в ФБУ «Архангельский ЦСМ» и его филиал в Северодвинске.

Накопленный к настоящему времени опыт работы позволил кафедре стандартизации, метрологии и сертификации САФУ успешно провести научно-техническую конференцию. Про-



На пленарном заседании



С.И. Третьяков и Т.М. Владимирова награждают победителей олимпиады



Победители и участники олимпиады

но-технической деятельности. Это определило широкий круг ученых и специалистов, приглашенных для участия в мероприятии. Важно, что задачи практической реализации единства измерений рассматривались и обсуждались специалистами различных отраслей применительно к различным научным направлениям в области метрологии. В дискуссии приняли участие ученые, представляющие научные коллективы различных университетов России и ближнего зарубежья, а также специалисты промышленных предпри-

зятий, что соответствует понятию метрологии как науки [2]. Приведем несколько примеров. Большой интерес был проявлен к выступлению профессора М.И. Киселева из МГТУ им. Н.Э. Баумана на тему «Содержание учебного процесса и научных исследований на кафедре «Метрология и взаимозаменяемость» МГТУ им. Н.Э. Баумана». Ярким был доклад профессора И.П. Захарова из Харьковского национального университета радиоэлектроники, в котором рассматривались пути повышения достоверности оценок результатов измерений и их неопределенностей. Практика метрологического обеспечения геодезических средств измерений была отражена в докладе В.И. Глейзера («Геодезические приборы», Санкт-Петербург). Директор ФБУ «Архангельский ЦСМ» А.В. Родиманов рассказал о проблемах метрологического обеспечения предприятий и организаций Архангельской области. В работе конференции также приняли участие представители предприятий Северодвинска, Юго-Западного государственного университета (Курск), Белорусского национального технического университета и др. Изданный сборник материалов насчитывает 58 статей [6], среди авторов которых, наряду с преподавателями, немало аспирантов и студентов САФУ. Как и любое мероприятие подобного уровня, конференция позволила ее участникам установить новые научные и деловые контакты.

Высокой оценки заслуживает проведение в рамках конференции студенческой олимпиады по метрологии. Впечатлили массовый характер олимпиады, глубоко продуманный уровень заданий, хорошо организованная процедура награждения ее победителей и участников.

Положительному впечатлению от прошедшей конференции способствовали царившая

грамма мероприятия включала пленарное заседание и работу следующих секций:

— «Теория измерений и неопределенность результатов измерений»;

— «Измерения в промышленности, науке и социальной сфере»;

— «Измерительно-информационные системы и технологии»;

— «Измерение качества продукции, работ и услуг».

По замыслу организаторов, конференция должна была способствовать повышению интереса молодых ученых и студентов к выбранной специальности, накоплению ими знаний в области практической метрологии и развитию у них вкуса к науч-

ятий, руководители и сотрудники региональных центров стандартизации, метрологии и сертификации, представители коммерческих организаций и др. Актуальные вопросы, такие как современные средства измерений, оценки и методы контроля их точности и законодательная основа метрологии, рассматривались при участии аспирантов и студентов САФУ. Именно они составляли основную часть делегатов конференции.

Кафедра стандартизации, метрологии и сертификации в настоящее время входит в состав высшей школы энергетики, нефти и газа САФУ. Вместе с тем спектр задач и проблем, обсуждаемых на конференции, был гораздо шире данной специали-

на кафедре дружная атмосфера, а еще и актуальность тематики самого мероприятия. Учитывая давно назревшую необходимость восстановления производства в РФ, а также то, что эту важную для государства задачу не решить без метрологии, без специалистов высокой квалификации, автор считает, что практику проведения конференций, посвященных актуальным проблемам метрологии, следует продолжать. В этой связи оргкомитету конференции во главе с С.И. Третьяковым и Т.М. Владимировой, доцентом кафедры стандартизации, метрологии и сертификации САФУ, от участников поступили следующие предложения:

— проводить подобные мероприятия на регулярной основе;

— привлекать к их организации другие кафедры САФУ, а также родственные кафедры других вузов;

— приглашать к участию в студенческой олимпиаде студентов других вузов;

— расширить круг приглашенных за счет представителей промышленных предприятий и коммерческих организаций.

Перечисленные предложения — это пожелания на будущее, а в настоящее время прошедшую конференцию следует рассматривать как положительный опыт, требующий дальнейшего продолжения.

▼ Список литературы

1. Родиманов А.В. Проблемы метрологического обеспечения предприятий и организаций архангельской области и НАО // Актуальные проблемы метрологического обеспечения научно-практической деятельности: Материалы Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (21–23 ноября 2016 г.). — Архангельск: САФУ, 2016. — С. 20–26.

2. РМГ 29-99. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. — М.: Стандартиформ, 2008.

3. Спиридонов А.И. Основы геодезической метрологии — М.: Картгеоцентр — Геодезиздат, 2003. — 248 с.

4. Глейзер В.И. Практика метрологического обеспечения геодезических средств измерения // Актуальные проблемы метрологического обеспечения научно-практической деятельности: Материалы Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (21–23 ноября 2016 г.). — Архангельск: САФУ, 2016. — С. 15–20.

5. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

6. Актуальные проблемы метрологического обеспечения научно-практической деятельности: Материалы Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (21–23 ноября 2016 г.). — Архангельск: САФУ, 2016. — 306 с.

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

Trimble
www.trimble.com

Журнал «ГеоПрофи»
www.geoprofi.ru

JAVAD GNSS
www.javadgnss.ru

«Руснавгеосеть»
www.rusnavgeo.ru

«УГТ-Холдинг»
www.ugt-holding.com

Вики — Фотограмметрия
www.racurs.ru/wiki

КГПК «Терра»
www.gisterra.ru

Национальный Атлас России
http://национальныйатлас.рф

НАВГЕОКОМ
www.navgeocom.ru

«Совзонд»
www.sovzond.ru

GeoData
www.geodata.pro

BENTLEY CONNECTION
www.bentley.com

МАЙ

▼ Москва, 22–26*

1-я Неделя науки, технологий и инноваций GeoData

МИИГАиК

Тел: (499) 348-16-02

E-mail: congf@geodata.pro

Интернет: www.geodata.pro

▼ Москва, 31*

Конференция BENTLEY CONNECTION

Bentley Systems

Интернет:

pages.info.bentley.com/

Moscow2017/

ИЮНЬ

▼ Москва, 7

VI Международный форум «Информационное моделиро-

вание для инфраструктурных проектов и развития бизнеса Большой Евразии»

ООО «Деловая Россия», Ассоциации «ОПТИМ», Российская технологическая платформа «Строительство и архитектура», ООО «Альянс инженеров и проектировщиков»

Тел: (916) 565-02-85,

(926) 296-01-13

E-mail: org@3d-conf.ru

Интернет: 3d-conf.ru

▼ Москва, 27–30

14-я Международная выставка «Нефть и газ» / MIOGE.

Специальный раздел GeoForm ITE Москва

Тел: (499) 750-08-28

E-mail: oil-gas@ite-expo.ru,

geoexpo@ite-expo.ru

Интернет: www.mioge.ru,

www.geoexpo.ru

СЕНТЯБРЬ

▼ Берлин (Германия), 26–28

Конгресс и выставка по геодезии, геоинформатике и управлению земельными ресурсами INTERGEO 2017

HINTE GmbH, DVW

E-mail: dkatzer@hinte-messe.de

Интернет: www.intergeo.de

ОКТАБРЬ

▼ Хадера (Израиль), 16–19*

17-я Международная научно-техническая конференция «От снимка к цифровой реальности: дистанционное зондирование Земли и фотограмметрия»

«Ракурс»

E-mail: conference@racurs.ru

Интернет:

conf.racurs.ru/conf2017

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

СТАЛКЕР 15-12, 15-14

КОМПЛЕКСЫ ТРАССОПОИСКОВЫЕ



Нам 50 лет!

ПРИЕМНИК ПТ-14

- **GPS**
выноска подземных трасс с последующим наложением на карту.
- **Функция „Компас“**
схематическое отображение коммуникации на дисплее приемника.
- **Активные частоты:**
273 Гц, 1024 Гц, 8928 Гц, 33 кГц;
- **Пассивные частоты:**
Эфир 48 Гц - 14 кГц;
Радио 10 - 36 кГц;
50 Гц; 100 Гц; 300 Гц.

ПРИЕМНИК ПТ-12

- **Антибликовый дисплей;**
- **Активные частоты:**
1024 Гц, 8928 Гц, 33 кГц;
- **Пассивные частоты:**
Эфир 48 Гц - 14 кГц;
Радио 10 - 36 кГц;
50 Гц.



ГЕНЕРАТОР GT-15

- **Мощность 10 Вт;**
- **Встроенный индуктор для бесконтактной подачи сигнала в коммуникацию.**



на правах рекламы



РАДИО-СЕРВИС

426000, г. Ижевск, а/я 10047, ул. Пушкинская, 268, тел.: (3412) 43-91-44
факс: (3412) 43-92-63, e-mail: office@radio-service.ru, www.radio-service.ru



РУСНАВГЕОСЕТЬ

S-Max GEO

ГНСС-приемник

СДЕЛАНО В РОССИИ
ТУ 6571-002-67987719-2016

**Отечественный
ГНСС-приемник
с уникальным
набором
характеристик:**

240 спутниковых каналов

**Возможность работы только
по ГЛОНАСС**

**Работа в режиме База – Ровер
на сверхдлинных базисах**

**Оптимальное соотношение
цена/качество в своем
сегменте**

Морозоустойчивость – 40° С

**Защита от
несанкционированного
использования**

117420, Москва,
Профсоюзная улица, 57, 723
Тел.: +7 (499) 678-20-63
Факс: +7 (499) 678-20-89
www.rusnavgeo.ru
55° 39' 47".58 N
37° 32' 52".21 E
221m, 64cm

TAXEOMETРЫ

Trimble S-серии



© 2016 Trimble Navigation Limited. Все права защищены. Trimble, Trimble S-серии и Trimble MagDrive являются зарегистрированными товарными знаками Trimble в США и других странах.

Тахеометры Trimble S5, S7, S9

Новые тахеометры Trimble S5*, S7 и S9 благодаря своей точности, надежности и высокой скорости идеально подходят для наблюдения за деформациями земной поверхности, зданий и сооружений. Сервоприводы Trimble MagDrive™ гарантируют плавное и бесшумное вращение инструмента, а фирменные следящие системы Trimble FineLock™ и Long Range FineLock обеспечивают автоматическое наведение на цели на расстояниях до 2,5 километров.

* модификация Ti-M