

#5
2016

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

ГЕОДЕЗИИ

13 лет



Платиновый спонсор



Золотой спонсор

ЕДИНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОСНОВА РФ

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ПРОЕКТА SMARTNET RUSSIA

О ТОЧНОСТИ СТЕРЕОИЗОБРАЖЕНИЙ
С КА КОМПСАТ-3

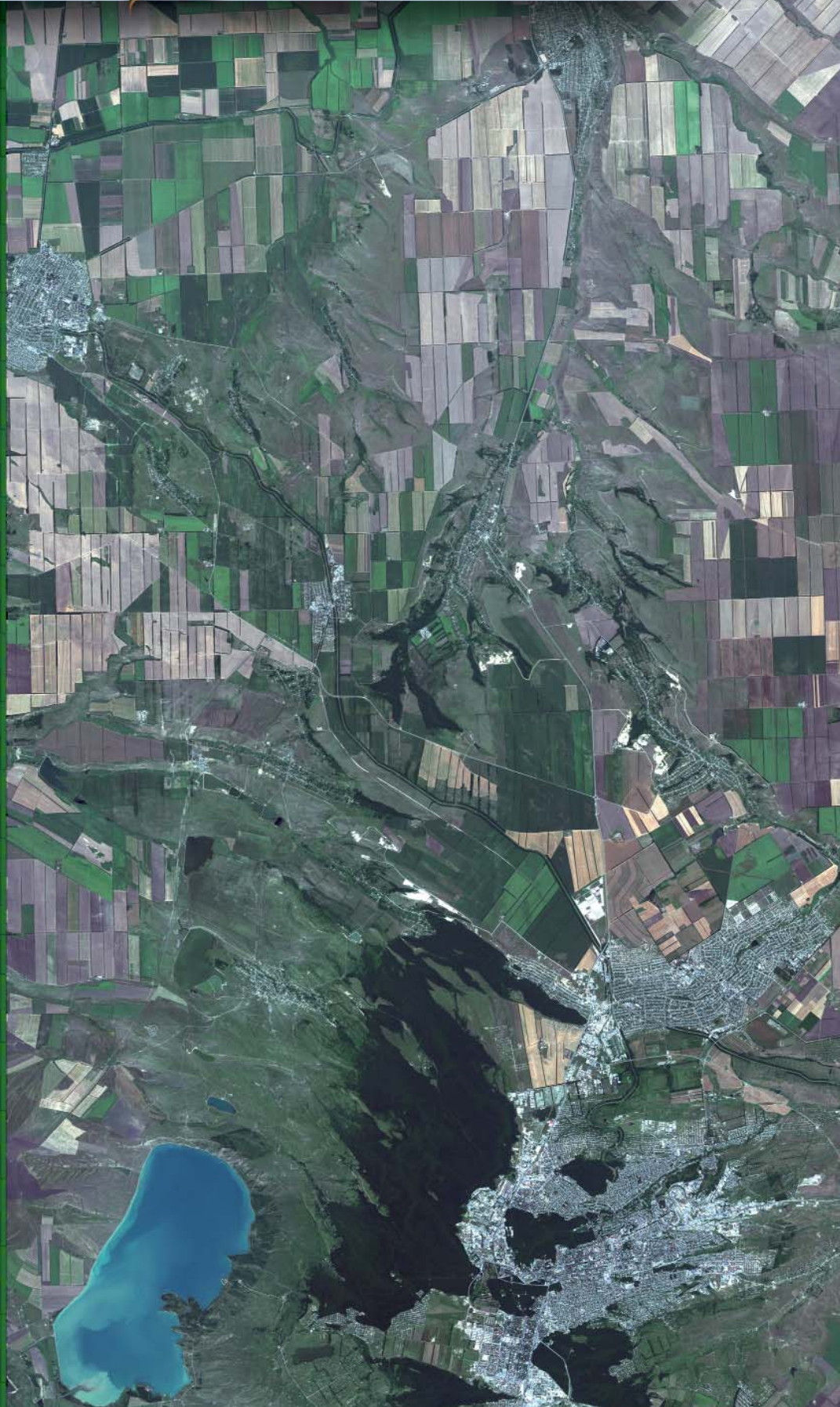
НОВАЯ ВЕРСИЯ CREDO GNSS

ВЫНОС ПРОЕКТА В WGS-84

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ
ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МСК
СУБЪЕКТА РФ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН № 431-ФЗ
И КОНЦЕПЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ РФ

УЧАСТИЕ ВОЕННЫХ ГЕОДЕЗИСТОВ
В ГРАДУСНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ



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

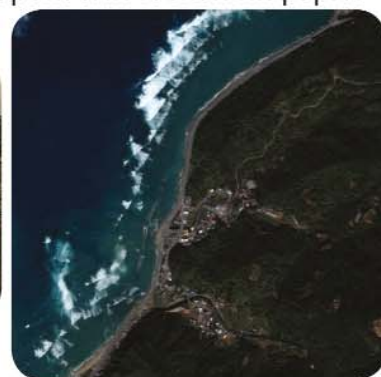
ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

Поставка космических снимков с зарубежных и российских спутников

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

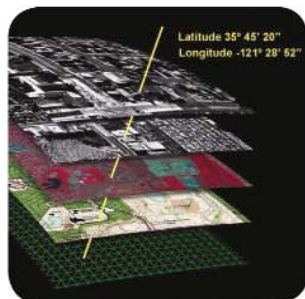
Фотограмметрическая обработка

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



ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЯ

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



ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

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

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

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



Уважаемые коллеги!

Последние месяцы каждого года — время выставок и конференций по различным направлениям применения геопространственных технологий. Не стал исключением и этот год.

Октябрь — конференция Bentley CONNECTION, научно-техническая конференция «Маркшейдерия на рубеже веков» (Иркутск), конгресс и выставка INTERGEO 2016 (Гамбург, Германия), 22-я конференция Esri в России и странах СНГ и Всероссийская научная конференция «Международный год карт в России: объединяя пространство и время».

Ноябрь — конференция Trimble Dimensions 2016 (Лас-Вегас, США), конференция «Технологии CREDO — геодезия без границ» (Санкт-Петербург), 16-я Международная научно-техническая конференция «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии» (Агра, Индия).

Декабрь — VII Международная конференция «Земля из космоса», VI Международный форум «Арктика: настоящее и будущее» (Санкт-Петербург), XII Общероссийская научно-практическая конференция «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации» (Санкт-Петербург).

Редакция журнала оказывает информационную поддержку большинству из этих мероприятий, с которыми можно познакомиться подробнее на сайте www.geoprofi.ru в разделе «Календарь событий». Информационная поддержка, как правило, включает предоставление участникам мероприятий печатной версии очередного номера журнала. Такая форма его распространения значительно расширяет целевую аудиторию постоянных читателей, привлекает новых авторов и подписчиков.

Хотелось обратить внимание, что в 2017 г. подписка на журнал «Геопрофи» осуществляется для физических и юридических лиц только через Агентство «Урал-Пресс» (подробности на сайте www.geoprofi.ru в разделе «Подписка»).

Выставки и конференции являются одной из эффективных форм оценки состояния и перспектив развития новых технологий, при условии, что в них принимают участие представители ведомств, определяющих государственную политику и нормативно-правовое регулирование в сфере геодезии и картографии, некоммерческих партнерств в области геодезической и картографической деятельности, государственных и частных производственных организаций, научных и учебных учреждений, разработчиков и поставщиков оборудования, программных средств и пространственных данных, а, главное, специалисты, работающие в нормативно-правовом поле, установленном государством, и использующие современные технологии.

Одним из таких мероприятий с 2004 г. стала выставка GEOFORM, с 2005 г. дополненная Международной научно-практической конференцией «Геопространственные технологии и сферы их применения». Журнал «Геопрофи» — один из организаторов конференции и с 2005 г. является генеральным информационным спонсором выставки GEOFORM. Успешному проведению этого мероприятия в период с 2004 г. по 2009 г. способствовало непосредственное участие и поддержка со стороны Федеральной службы геодезии и картографии РФ, а затем — Министерства транспорта РФ и Министерства экономического развития РФ, высших учебных заведений, а также поставщиков новых технологий. Не главным, но важным аргументом для участия в выставке GEOFORM являлось ее проведение в марте, когда отмечается профессиональный праздник «День работников геодезии и картографии».

Перестройка в структуре государственного управления в области геодезии и картографии, отсутствие реальной поддержки со стороны федеральных органов исполнительной власти и изменение экономической ситуации в России привели к снижению объемов выставочных площадей. Однако авторитет выставки, завоеванный за пять лет, и конференции, проводимой при финансовой поддержке российских и зарубежных компаний, среди которых следует отметить постоянного спонсора — ГУП «Мосгоргеотрест», продолжал привлекать посетителей, как одно из центральных событий в области геодезии и картографии.

Снижение количества участников со 127 компаний в 2007 г. до 58 в 2012 г. заставило дирекцию выставки в 2013 г. перенести GEOFORM с марта на октябрь и провести ее вместе с выставкой CityBuild. Но в 2013 г. количество участников выставки сократилось до 40, а в 2015 г. — до 10. В августе 2016 г. руководство компании ITE Москва приняло решение в очередной раз изменить время проведения выставки GEOFORM и перенести ее с октября 2016 г. на июнь 2017 г. Очередная выставка GEOFORM пройдет в МВЦ «Крокус Экспо» 27–30 июня 2017 г. в одно время с 14-й международной выставкой нефтегазового оборудования «Нефть и газ» / MIOGE.

По мнению редакции, проведение конференции «Геопространственные технологии и сферы их применения» в это время года нецелесообразно. Приносим свои извинения всем, кто откликнулся на приглашение принять участие в конференции, запланированной на октябрь 2016 г.

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 Navigation (Платиновый спонсор),
JAVAD GNSS (Золотой спонсор),
Группа компаний «Иннотер»,
«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»,
Bentley Systems, «Кредо-Диалог»,
«Геодезические приборы»,
КБ «Панорама», Visionmap,
АО «Роскартография»,
«УГТ-Холдинг», «Ракурс»,
ГУП «Мосгоргеотрест», ПК «ГЕО»,
Центр геодезии, картографии и ИПД

Издатель
Информационное агентство «ГРОМ»

Генеральный директор
В.В. Грошев

Главный редактор
М.С. Романчикова

Редактор
Е.А. Дикая

Перевод аннотаций статей
Е.Б. Краснопевцева

Дизайн макета
И.А. Петрович

Дизайн обложки
А.Ю. Бутенко

Интернет-поддержка
А.С. Князев

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

Интернет-версия
www.geoprofi.ru

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

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

ISSN 2306-8736

Периодичность издания —
шесть номеров в год.

Индекс для подписки в каталоге
Агентства «Роспечать» **85153**,
в Агентстве «Урал-Пресс» **010688**

Тираж 3000 экз. Цена свободная
Номер подписан в печать 03.10.2016 г.

Печать Издательство «Проспект»

ОТ РЕДАКЦИИ

**ОКтябрь-декабрь 2016 г.
ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ** 1

ТЕХНОЛОГИИ

С.В. Лебедев, Ю.Е. Федосеев
**КОРПОРАТИВНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ МЕСТНЫЕ
СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СУБЪЕКТОВ РФ** 4

С.А. Ванин, Ю.В. Серегина
**ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА
SMARTNET RUSSIA** 14

Д.В. Грохольский
CREDO GNSS 1.1 — ЕЩЕ БОЛЬШЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ 18

Р.В. Пермьяков, П.Д. Тарасова
**РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ
ДАННЫХ КОМPSAT-3** 22

Н.К. Шендрик
**МЕТОДИКА ВЫНОСА ПРОЕКТНЫХ ТОЧЕК
НА МЕСТНОСТЬ В WGS-84** 40

НОРМЫ И ПРАВО

**ПРАКТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ
СОЗДАНИЯ ЕЭКО** 27

В.Л. Глезер
**НОВЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН О ГЕОДЕЗИИ,
КАРТОГРАФИИ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ
И СОЗДАНИЕ ИПД РФ** 36

НОВОСТИ

ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

А.С. Богданов, В.И. Глейзер
**ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ДУГА СТРУВЕ. ОТ ТАЛЛИННА
К САНКТ-ПЕТЕРБУРГУ** 44

В.В. Глушков
**УЧАСТИЕ ВОЕННЫХ ГЕОДЕЗИСТОВ В ГРАДУСНЫХ
ИЗМЕРЕНИЯХ** 48

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ

При оформлении первой страницы обложки использовался фрагмент снимка SPOT 6, предоставленного ГК «СКАНЭКС». На снимке изображен г. Ставрополь, Ставропольский край, Россия. Дата съемки 21 июля 2015 г. Пространственное разрешение 6 м/пиксель.
©Airbus DS 2016, reproduced by SCANEX under license from Airbus DS

Данная статья была подготовлена Ю.Е. Федосеевым совместно с С.В. Лебедевым (02.08.1937–20.09.2015) при его жизни, но не была опубликована. По мнению Ю.Е. Федосеева, появление этой статьи будет лучшей памятью о Святославе Владимировиче как об ученом, посвятившем свою жизнь фундаментальным исследованиям в области высшей геодезии и подготовке специалистов этой непростой профессии, способных применять свои знания при решении разноплановых практических задач.

Святослав Владимирович Лебедев родился 2 августа 1937 г. в Белграде (Югославия). В 1963 г. он окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института работал в Забайкальском АГП (Чита) и в институте «Гидропроект» имени С.Я. Жука.

С 1965 г. вся его научная и педагогическая деятельность была связана с кафедрой высшей геодезии МИИГАиК, где он работал аспирантом, ассистентом, доцентом, профессором. В 1971 г. под руководством А.В. Кондрашкова он защитил кандидатскую диссертацию, а в 1988 г. — докторскую. С.В. Лебедев занимался современными проблемами геодезии и гравиметрии, теории фигуры Земли, являлся инициатором появления новых дисциплин в МИИГАиК и как никто умел связывать повседневную производственную деятельность с фундаментальными теоретическими знаниями.

За более чем 40 лет преподавательской и научной деятельности им опубликовано более 70 работ по физической геодезии, теоретической геодезии, сфероидической геодезии и системам геодезических координат.

Под его руководством были защищены одна докторская и десятки кандидатских диссертаций. С.В. Лебедев обладал широким кругозором и глубокими теоретическими знаниями. Открытый и доступный, он всегда был готов поделиться своими знаниями, а его консультации оказывали незаменимую помощь многим поколениям инженеров и молодых ученых.

Человек уходит, а его опыт и знания, материализованные в публикациях, остаются навсегда.

Редакция журнала

КОРПОРАТИВНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ МЕСТНЫЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ СУБЪЕКТОВ РФ

С.В. Лебедев

В 1963 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института работал в Забайкальском АГП, затем в институте «Гидропроект» имени С.Я. Жука. С 1965 г. по 2015 г. работал на кафедре высшей геодезии МИИГАиК. Профессор, доктор технических наук.

Ю.Е. Федосеев (МИИГАиК)

В 1970 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-геодезист». После окончания института работал на предприятиях Министерства среднего машиностроения СССР. В 1974 г. поступил в аспирантуру МИИГАиК и после защиты кандидатской диссертации работал на кафедре прикладной геодезии ассистентом, доцентом и профессором. С 2001 г. по 2004 г. работал главным инженером МЦГК. В настоящее время — ведущий научный сотрудник НИЧ МИИГАиК.

В работе [1] было предложено рассматривать геодезию как область знаний, направленную, в основном, на решение практических задач. Если продолжить

анализ именно с этой точки зрения, то все задачи, стоящие перед геодезией, можно разделить на две взаимосвязанные части:

— обеспечение рынка геодезических работ;

— развитие и поддержание теории, в том числе фундаментальных исследований, и тех-

нологий на современном уровне.

В настоящее время в России сформировался рынок геодезических работ и услуг, выходящий далеко за ранее привычный круг. К сферам, остро нуждающимся в геодезических данных, можно отнести:

- кадастр недвижимости;
- инженерные изыскания для строительства;
- градостроительство и эксплуатацию урбанизированных территорий;
- транспортную инфраструктуру.

В качестве примера в табл. 1 и табл. 2 приведены требования к точности создания сетей специального назначения МПС РФ и государственной геодезической сети (ГГС) [2].

Особенностью отраслей, использующих геодезические данные, является широкое распространение баз простран-

ственных данных и географических информационных систем (ГИС). Примерно в 80% случаев эти информационные базы успешно обходятся без точных значений координат, например, государственная информационная система участкового врача. Для принятия решений достаточно схематичного графического изображения, сами же данные могут иметь пространственные связи по почтовым адресам или по значениям координат, полученным навигационными спутниковыми приемниками. В остальных случаях эксплуатация баз пространственно распределенных данных немаловажна без точных сведений о взаимном положении объектов.

В связи с широким внедрением в топографо-геодезическое производство информационных технологий необходимо рассматривать и непривычное для геодезии требование к прост-

ранственно распределенным данным — целостность. Это стандартное требование системы ISO, предъявляемое к содержанию баз данных, суть которого заключается в предоставлении следующих гарантий:

1. Данные не устарели и не потеряли актуальность.

2. Численные значения данных и их точностные характеристики соответствуют декларированным.

3. Содержание данных не изменено путем ввода поправок с момента их включения в базу.

4. Данные не имеют внутренних противоречий.

Естественно, при объединении нескольких баз данных в одну, требования к целостности сохраняются.

Первое условие применительно к топографо-геодезической информации отвечает привычному регламенту обновлений, но при сохранении ис-

Требования к точности создания плановых сетей специального назначения Таблица 1

Тип сетей	Расстояние между пунктами, км	СКО	Сравнение с ГГС
Каркасные	20–50	$M = 50$ мм	СГС-1
Главные	6–10, 0,5–0,7 (в паре)	$M = 30$ мм $M_s = 5$ мм $M_\alpha = 5''$	АГС 2 класса, геодезические сети сгущения 3 класса
Промежуточные	0,25–0,75	$M_s = 8$ мм	Геодезические сети сгущения 4 класса
Рабочие	0,05–0,14	$M_s = 5$ мм	Полигонометрия 1 разряда

Примечания:

M — СКО определения координат в МСК по отношению к принятому началу счета;

M_s — СКО определения длины стороны сети;

M_α — СКО определения дирекционного угла стороны сети в МСК.

Требования к точности создания высотных сетей специального назначения Таблица 2

Тип сетей	Расстояние между пунктами, км	СКО высотного положения, мм
Каркасные	20–50	
Главные	5–10	$M_h = 5$, $M_h/\text{км} = 4$
Промежуточные	0,25–0,75	$M_h = 5$, $M_h/\text{км} = 4$
Рабочие	0,05–0,14	$M_h = 3$, $M_h/\text{км} = 4$

Примечания:

M_h — СКО определения превышения между смежными пунктами;

$M_h/\text{км}$ — СКО определения превышения на 1 км хода.

ходной системы координат. База данных должна соответствовать определенному моменту времени.

Второе требование приводит к необходимости дополнения привычных списков или каталогов координат информацией об их точности, а также установлении начала счета, по отношению к которому оценка точности будет легитимна.

Третье условие накладывает запрет на «латание дыр», т. е. при возникновении необходимости вносить поправки, базу придется менять целиком. Можно в качестве альтернативы создать дополнительную, временную базу, жестко связанную с исходной, и содержащую текущие изменения в форме поправок.

В соответствии с четвертым требованием необходимо гарантировать единство по трем координатам. Усеченный вариант, например, размерностью 2D, может привести к неоднозначности, т. е. к конфликтам.

Для обеспечения градостроительной деятельности и эксплуатации урбанизированных территорий следует знать координаты точек с точностью, определяемой величинами средней квадратической ошибки (СКО) порядка 2 см [3]. При решении задач применительно к застроенным территориям, не обремененным плотными сетями подземных коммуникаций, такое требование может быть сокращено до 5 см. Отметим, что в обоих случаях необходимы плоские прямоугольные координаты, дополненные нормальными высотами, пусть и в условной системе.

Существует множество управленческих задач, для решения которых достаточно иметь координаты точек в метровом диапазоне.

При решении административных задач на уровне субъекта РФ, в подавляющем числе

случаев, невозможно создать одну плоскую прямоугольную систему координат, приходится делить территорию на зоны, что неудобно. Представляется целесообразным перейти к геоцентрической прямоугольной системе координат, на основе которой и соответствующей модели гравитационного поля Земли можно использовать параметры пространственной местной системы координат (ПМСК). Плоские прямоугольные координаты этой системы не будут сильно отличаться от координат уже эксплуатируемых местных систем координат (МСК) на смежных территориях.

Во всех случаях ПМСК должны, как минимум, по характеристикам точности (речь идет об искажениях, связанных с редуцированием криволинейной поверхности на плоскость) соответствовать техническим требованиям потребителя, а по эксплуатационным характеристикам, т. е. доступности, не иметь каких-либо ограничений.

Они не должны приводить к конфликтам (в том числе и к юридическим коллизиям) с иными системами координат, используемыми на данной территории.

Все геодезические системы координат и высот закрепляются на местности сетью геодезических пунктов, координаты которых известны в установленной системе координат. В противном случае ими невозможно будет пользоваться. Таким образом, на местности необходимо иметь некоторую каркасную геодезическую сеть, взаимное положение пунктов которой в пределах заданной территории отвечало бы перечисленным выше требованиям.

В настоящее время можно выделить два подхода модернизации местных систем координат, предназначенных для структуризации баз простран-

ственно распределенных данных [4] и [5].

Согласно [4], предлагается для каждого субъекта РФ создавать собственную ПМСК, отличную от других. Причем «параметры ориентировки этих ПМСК в теле Земли выбираются такими, чтобы координаты опорных геодезических сетей в новой (создаваемой) ПМСК отличались от координат в общеземной геоцентрической и государственной геодезической СК–95 системах координат на величину, больше 10 м».

В 2010 г. Распоряжением Правительства РФ была утверждена Концепция развития отрасли геодезии и картографии до 2020 г. [5] (далее — Концепция). Значительная часть Концепции посвящена модернизации МСК, которая заключается в «сокращении количества местных систем координат, переводе существующих в местных системах координат массивов координатных описаний пространственных объектов, содержащихся в государственных фондах и реестрах, в высокоточную геоцентрическую систему координат Российской Федерации», а также за счет создания и внедрения новых методов установления МСК минимизации расхождения параметров, измеренных на локальном участке местности и крупномасштабном плане.

Кроме того, согласно Концепции, предполагается к 2020 г. завершить создание координатно-высотного обеспечения РФ в соответствии с основными положениями о государственной геодезической сети [6] и частично снять режимные ограничения на использование высокоточной геодезической информации. Таким образом, к 2020 г. РФ в части координатно-высотного обеспечения будет иметь уровень, достигнутый к настоящему времени Республикой Беларусь [7]. При таком уровне

назначение ПМСК субъектов РФ станет всего лишь административной формальностью.

Однако, зададимся вопросом, действительно ли сеть геодезических пунктов с шагом порядка 20–30 км между пунктами решит проблему создания ПМСК? Нет, так как плотность такой сети окажется недостаточной и придется развить сети специального назначения, чтобы обеспечить выполнение практических задач, обозначенных выше, например, транспортной инфраструктуры или градостроительства.

А что делать участникам рынка геодезических работ и услуг до достижения «светлого завтра» [5]? Очевидно, что жизнь остановить невозможно и, следовательно, МСК будут создаваться в явочном порядке в виду настоятельной необходимости

сти. Согласно Концепции, предлагается сократить число МСК до минимума, а содержание баз данных конвертировать в высокоточную геоцентрическую систему координат РФ. Необходимо отметить, что конвертация с точки зрения требования к целостности содержания баз данных, является далеко не безобидной процедурой, так как ключи перехода придется получать путем аппроксимации имеющихся массивов координат и высот. Это приведет к неоднозначности численных значений параметров предлагаемых алгоритмов ввиду естественных ошибок исходных массивов. Можно озадачиться и иными вопросами, однако до 2020 г. еще далеко, а финансирования пока нет.

Наконец, последний факт, вытекающий в неявном виде из

рассматриваемой Концепции. В косвенном виде признается, что существующая государственная геодезическая сеть и государственная высотная основа не могут в полной мере служить исходной базой для координатного обеспечения потребностей рынка геодезических работ и услуг. Последнее утверждение можно подкрепить ссылкой на работы [4, 8]. В руководстве [8] приведены векторы расхождений между положением пунктов ГГС 1–2 классов в СК–42 и СК–95 в границах листа карты М37 масштаба 1:1 000 000 (рис. 1).

Если бы разговор шел только о сдвиге и развороте, т. е. о линейном преобразовании, векторы были бы почти параллельны. В действительности мы имеем дело с некоторым вихревым полем и говорить о неизменности взаимного положения пунктов в системах координат СК–42 и СК–95 не приходится.

Отметим сразу, что оба подхода, описанные в [4] и [5], в конечном итоге приведут к одному и тому же результату.

В связи с перечисленными обстоятельствами, которые были очевидны и до появления Концепции [4], на протяжении последнего десятилетия разрабатывался и апробировался в реальных условиях иной подход к координатному обеспечению территорий, который предлагают авторы статьи. Его реализация потребует меньших единовременных затрат и даст возможность начать работы уже сейчас.

▼ Последовательность создания ПМСК субъекта РФ

Суть предложения заключается в следующем. Объективно на территории каждого субъекта РФ возникает потребность в местных системах плоских прямоугольных координат различного назначения, и по мере появления финансирования такие МСК будут создаваться. В дальнейшем эти МСК будут дополнять третью координатой в ви-

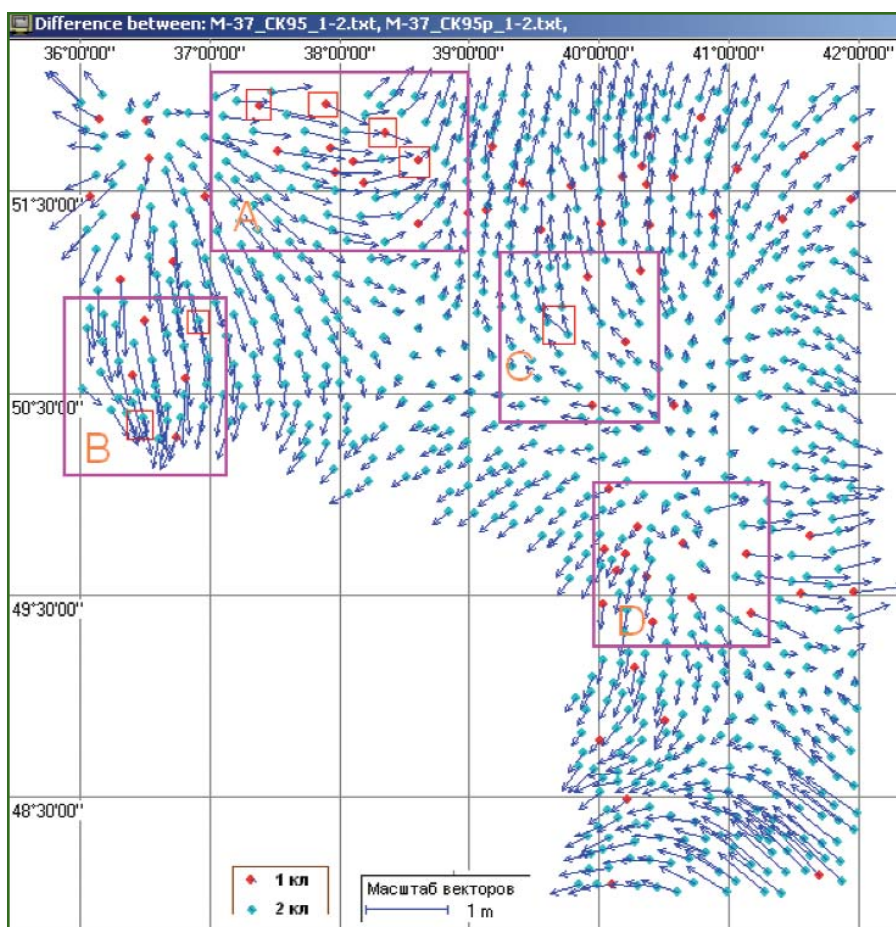


Рис. 1

Деформации СК–42 на участке листа карты М37 масштаба 1:1 000 000 [6]

де нормальных высот, отнесенных к условному началу счета и локальной модели квазигеоида, преобразуя их в локальные ПМСК. Это позволит использовать третью координату для распространения нормальных высот, вычисленных по результатам только спутниковых измерений, с заданной точностью на территории отдельного субъекта РФ.

Для ПМСК и реализующих их каркасных геодезических сетей можно использовать пункты фрагментов астрономо-геодезических сетей (АГС) или опорных межевых сетей (ОМС), в которых пункты, входящие в каркас, сохранили взаимное положение с СКО 10 см. В этом случае, за исключением территорий со сложным гравитационным полем, систему местных нормальных высот можно развивать методом спутникового нивелирования. При этом в качестве исходных пунктов следует использовать реперы нивелирных сетей I–III классов включительно и пункты ГГС, высоты которых определены методом геометрического нивелирования [9]. Расстояния между исходными пунктами с известными значениями нормальных высот (при соблюдении указанных выше условий) могут быть порядка нескольких десятков километров (например, 30 км). Значение допустимого расстояния между пунктами с известными нормальными высотами определяется при полевом инструментальном обследовании пунктов ГГС и реперов, выбранных в качестве пунктов каркасной геодезической сети.

Для ПМСК и реализующих их каркасных геодезических сетей можно использовать пункты АГС или ОМС, взаимное положение которых в плане и по высоте сохранилось с СКО 5 см, и дополнить их реперами государственной нивелирной сети. Требования к плотности пунктов с

известными из геометрического нивелирования нормальными высотами будут более жесткими, по сравнению с приведенными выше. Для сгущения высотной основы часть пунктов каркасной геодезической сети следует связать геометрическим нивелированием не ниже, чем III класса. Требования к плотности и составу пунктов каркасной геодезической сети определяются по материалам инструментального полевого обследования и используются при составлении технического проекта производства геодезических работ (ППГР) по установлению данной ПМСК.

Для ПМСК и реализующих их каркасных геодезических сетей с СКО взаимного положения в плане и по высоте 2 см в состав сети должны входить пункты спутниковой геодезической сети 1 класса (СГС-1), а при объединении таких ПМСК в корпоративные ПМСК субъекта РФ, и пункты высокоточной геодезической сети. При этом нормальные высоты всех пунктов каркасной геодезической сети должны быть получены методом геометрического нивелирования II класса.

Все работы по созданию локальных МСК и ПМСК можно разделить на три цикла, которые должны следовать друг за другом и включать подготовительные, проектные, а также аналитические и специальные виды работ. Изменение последовательности этих циклов крайне нежелательно. Сами циклы работ и включенные в них этапы могут быть распределены во времени в зависимости от условий и графика финансирования.

Рассмотрим подробнее содержание работ в каждом из циклов.

Подготовительный цикл работ

Этап 1. Зонирование территории субъекта РФ. Выбор тех-

нологической схемы создания ПМСК субъекта РФ.

С учетом фактического распределения объектов по территории субъекта РФ должны быть выделены зоны по четырем категориям:

1. Местность, на которой преобладают города или активно развивается градостроительная деятельность (городские агломерации), включая промышленные площадки с развитой инфраструктурой подземных и иных инженерных коммуникаций. Сюда же следует отнести крупные склады, терминалы, речные и морские порты, аэропорты и вокзалы на узловых станциях.

2. Сельскохозяйственные районы с преобладанием сельских населенных пунктов с подземными коммуникациями, не создающими сложных перекрывающихся сетей. К этой категории следует также отнести площадные объекты, такие как горные отводы, полосы воздушных подходов к аэропортам, акватории водохранилищ, всевозможные полигоны, не имеющие постоянных сооружений.

3. Транспортные коридоры двух видов: железные дороги и шоссейные дороги I и II категорий; прочие автомобильные дороги, ЛЭП, трубопроводы, кабельные сети и т. п.

4. Незаселенные участки местности, на которых не происходит активная хозяйственная деятельность, включая территории пастбищ.

Результаты работ. Решение руководящего органа исполнительной власти субъекта РФ об утверждении технологической схемы создания ПМСК на территории данного субъекта РФ. Это связано с распределением приоритетов, объемов и порядка финансирования, поскольку изменение категории территории приведет к необходимости дополнительного финансирования.

В качестве примера рассмотрим схему зонирования терри-

тории Владимирской области, предложенную авторами. Вся местность разделена на зоны разных категорий, нуждающиеся в создании ПМСК, которые выделены пунктиром на рис. 2. На этой схеме также приведены сведения о геодезической изученности территории.

Этап 2. Сбор и обобщение материалов по местным системам координат и высот, используемых на территории субъекта РФ, и геодезическим построениям, реализующим эти системы.

По сути, разговор идет об инвентаризации документов, в которых оговорены те или иные системы координат и закрепляющие их геодезические сети. Особое внимание при геодезических построениях должно быть уделено точности определения координат пунктов по отношению к некоторому выбранному (или вновь назначенному) началу счета. Системы координат, отнесенные к выбранному началу счета, будем называть

адресной системой координат. Результаты работ этого этапа существенно скажутся на выборе технологической схемы на этапе 4.

Результаты работ. Аналитическая записка по координатному обеспечению субъекта РФ.

Этап 3. Полевое инструментальное обследование пунктов и реперов, предполагаемых для использования в каркасных геодезических сетях, каждой зоны территории субъекта РФ.

Состав работ несколько изменен по сравнению с традиционным. Работы должны проводиться по зонам, определенным на этапе 1. Кроме стандартных операций необходимо выполнить предварительные спутниковые измерения при условии, что базовая станция расположена на первом из обследованных пунктов. Наблюдения на каждом пункте проводятся спутниковыми приемниками геодезического класса не менее 1 часа. При дальности до базовой

станции более 7 км необходимо использовать двухчастотные приемники или перемещать базовую станцию на расстояние менее 7 км от приемника, временно принятого за базовый и работающего в режиме «статика». В смежных зонах целесообразно организовать работу нескольких бригад, при этом синхронизация спутниковых измерений не требуется.

Результаты работ. Оценка фактического состояния координатного обеспечения каждой зоны на территории субъекта РФ. Список координат и высот пунктов в принятой адресной системе координат и высот.

Работы этого этапа на всей территории субъекта РФ желательно завершить за один полевой сезон.

Проектные работы

Этап 4. Подготовка проектов производства геодезических работ по созданию ПМСК на каждую зону территории субъекта РФ.

Разработка ППГР имеет ряд особенностей по сравнению со стандартным случаем. Проектирование выполняется индивидуально для каждой зоны территории субъекта РФ, отнесенной к той или иной категории, в последовательности, приведенной на этапе 1. Сдаче подлежит весь комплекс ППГР для данной зоны.

В состав проекта должны быть включены результаты аналитической работы по оценке соответствия фактического положения пунктов в плане и по высоте значениям координат и высот, выбранным из каталогов и иных источников (см. этап 2).

Если число пунктов ГС и нивелирных реперов, пригодных для использования в качестве пунктов каркасной геодезической сети, на территории данной зоны окажется менее 7, то можно использовать пункты, расположенные на прилегающей территории, отнесенной к

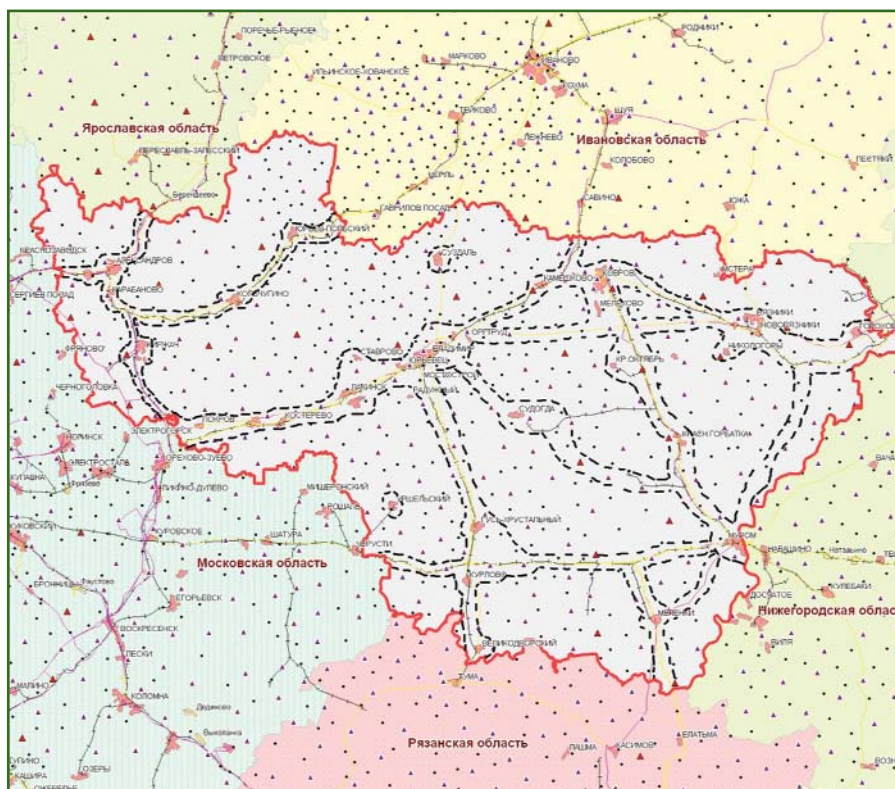


Рис. 2

Предложения по зонированию территории Владимирской области

иной категории, или выполнить закладку новых пунктов. В крайнем случае, используются пункты, расположенные на территории смежных зон, но, по возможности, ближе к границам района, для которого создается данное построение.

Все пункты, выбранные в качестве пунктов каркасной геодезической сети, должны быть связаны ходами нивелирования II или III классов, с заданной точностью конечных результатов. При необходимости нужно предусмотреть выполнение инструментального определения силы тяжести по трассе нивелирования.

При проектировании схем ходов предпочтение следует отдавать построениям в виде полигонов, но допустимы и висячие звенья.

На всех реперах высотной сети должны быть предусмотрены спутниковые наблюдения по программе спутникового нивелирования, а сами реперы рассматриваются как пункты сети сгущения.

В связи с отсутствием нормативной документации все технологические действия должны быть отражены в ППГР. Кроме того, ППГР должен включать:

- сведения о предварительной оценке точности положения пунктов по отношению к пункту, принятому за исходный (эти оценки должны удовлетворять требованиям по категориям ПМСК);

- работы по выбору поверхности относимости геодезической проекции и системы высот;

- требования к метрологической аттестации оборудования, используемого при выполнении полевых работ, в соответствии с Федеральным законом № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [10].

ППГР должны быть согласованы с территориальным органом Росреестра или иным орга-

ном, осуществляющим надзор за геодезическими работами на территории данного субъекта РФ.

Результаты работ. Индивидуальный проект полевых и камеральных работ по созданию пространственной местной системы координат и высот на каждую зону территории субъекта РФ.

Этап 5. Рекогносцировка нивелирных трасс и закладка реперов при необходимости, примерно через 4–5 км, по каждой зоне территории субъекта РФ.

Результаты работ. Уточнения и поправки в ППГР по каждой зоне территории субъекта РФ.

Этап 6. Полевые и камеральные работы по определению координат пунктов каркасной геодезической сети по каждой зоне территории субъекта РФ.

Полевые и камеральные работы должны выполняться в строгом соответствии с положениями ППГР. Отклонения от ППГР допустимы только после внесения в него поправок и согласования нового ППГР.

Спутниковые измерения для сетей, расположенных в зонах каждой категории, должны выполняться однотипными приборами и обрабатываться в единой версии программного обеспечения.

При выполнении камеральных работ недопустимо использовать данные в формате RINEX, а также «плавающие» решения. Камеральные работы могут проводиться только в стандартных сертифицированных программах.

В качестве исходного пункта должен приниматься пункт, координаты и высота которого определены из спутниковых измерений в адресной системе координат.

Выбор исходного пункта оформляется протоколом. Изменения положения исходного пункта допустимы только в ре-

зультате форс-мажорных обстоятельств.

Результаты работ. Списки координат пунктов каркасной геодезической сети по каждой зоне территории субъекта РФ в ПМСК с приложением протоколов, содержащих:

- изменения исходной редакции ППГР;

- выявленные сомнительные результаты работ по предыдущим этапам;

- форс-мажорные обстоятельства.

Этап 7. Полевые и камеральные работы по определению нормальных и геодезических высот пунктов каркасной геодезической сети по каждой зоне территории субъекта РФ.

Превышение по каждой секции нивелирной сети должно быть определено как превышение в нормальной системе высот с введением поправок Еремеева за переход к нормальным высотам или как разность между геодезическими высотами пунктов, полученными из спутниковых измерений.

Сети уравниваются отдельно с оценкой точности, а затем совместно с определением приращений высот местного квазигеоида по секциям и оценкой точности.

Результаты работ. Списки высот пунктов каркасной геодезической сети по каждой зоне территории субъекта РФ в местной системе высот. Высоты квазигеоида, отнесенные к местному началу счета.

Аналитические и специальные работы

Этап 8. Подготовка проекта положения о пространственной местной системе координат и высот каркасной геодезической сети по каждой зоне территории субъекта РФ и их согласование в территориальных органах Росреестра.

Под проектом положения о пространственной местной системе координат и высот пони-

мается описание, позволяющее использовать данное геодезическое построение без дополнительных пояснений.

Положение о пространственной местной системе координат и высот должно содержать все открытые ключи перехода между различными МСК, применяемыми на территории субъекта РФ, вне зависимости от времени построения этих систем и их ведомственного статуса.

Положение о пространственной местной системе координат и высот готовится и утверждается в двух книгах. Одна книга предоставляет открытый доступ к данным как документ для служебного пользования, а другая — включает сведения о ключе перехода к государственной системе координат и имеет ограниченный доступ, например, гриф «Секретно».

Обе книги утверждаются в руководящих органах исполнительной власти субъекта РФ после согласования со службами, несущими ответственность за эксплуатацию объектов инженерной инфраструктуры на данной территории, и проходят регистрацию в территориальных органах Росреестра.

Результаты работ. Проект положения о пространственной местной системе координат и высот в двух книгах, согласованный с организациями, ответственными за эксплуатацию объектов инженерной инфраструктуры на данной территории.

Этап 9. Разработка проекта по созданию корпоративной пространственной местной системы координат субъекта РФ.

Под корпоративной пространственной местной системой координат понимается система координат, полученная в результате составительских работ из совокупности ПМСК разных зон, созданных и применяемых на территории субъекта РФ (см. этапы 1–8).

В проекте предусматривается выполнение минимума специальных полевых работ, необходимых для объединения разрозненных систем координат в единое целое без использования внешних связей.

Результаты работ. Проект по созданию корпоративной пространственной местной системы координат субъекта РФ.

Этап 10. Разработка ППГР специального назначения для определения связей между различными ПМСК, используемыми на территории данного субъекта РФ.

Для объединения удаленных друг от друга участков местности в разных ПМСК необходимо иметь возможность выполнять спутниковые измерения между пунктами каркасной геодезической сети присоединяемого участка и пунктами каркасной геодезической сети участка, ПМСК которого принята за исходную. На обоих участках выбирается минимум по три пункта, не лежащих на одной прямой линии и максимально удаленных друг от друга. Эти пункты образуют соединительную геодезическую сеть. Взаимное положение выбранных пунктов определяется из спутниковых наблюдений.

Помимо спутниковых наблюдений, желательно, чтобы высотное положение пунктов соединительной геодезической сети имело контрольные измерения в Балтийской системе высот 1977 года, например, методом классического геометрического нивелирования. В связи с этим при выборе местоположения пунктов соединительной геодезической сети необходимо предусмотреть возможность выполнения нивелирных работ.

Количество пунктов соединительной геодезической сети для отдельного субъекта РФ может быть определено как количество объединяемых ПМСК, умноженное на 3. В общем случае

спутниковые наблюдения на пунктах соединительной геодезической сети должны выполняться по методике, предусмотренной для сетей СГС-1 со следующими допущениями:

— в качестве знаков используются те, которые имеются на местности, без дополнительной закладки и с отменой требования принудительного центрирования;

— измерения следует выполнять двумя сериями менее, чем по 4 часа каждая, но разнесенными во времени, т. е. по две оккупации для каждого пункта;

— связи со смежными пунктами при разных оккупациях могут различаться;

— спутниковые приемники должны быть одной фирмы-изготовителя;

— внешние связи с пунктами ГГС желательны, но не являются обязательными.

Результаты работ. Проект ППГР для территории данного субъекта РФ.

Этап 11. Полевые и камеральные работы по определению координат и высот пунктов соединительных геодезических сетей.

Полевые и камеральные работы должны выполняться в строгом соответствии с положениями ППГР, с использованием стандартных сертифицированных программ.

В качестве исходного принимается пункт, координаты и отметка которого определены из спутниковых измерений в ПМСК, к которой приводятся все остальные ПМСК. Выбор пункта оформляется протоколом.

Определение высот проводится только методом геометрического нивелирования, желательно, II класса.

Результаты измерений по соединительным геодезическим сетям уравниваются отдельно с оценкой точности, а затем совместно с определением приращений высот местного квази-

геоида по секциям и оценкой точности.

Включение в уравнильные вычисления данных, полученных из других источников, является недопустимым.

Высоты местного квазигеоида пересчитываются по отношению к пункту, принятому за исходный для данного субъекта РФ.

Контрольные вычисления выполняются с использованием ранее полученных результатов. В случае расхождений, необъяснимых с точки зрения теории ошибок измерений, необходимо вернуться к технологиям оценки взаимного положения пунктов (см. этап 4, п. 3).

Результаты работ. Списки координат и высот пунктов соединительных геодезических сетей.

Этап 12. Компоновка корпоративной пространственной местной системы координат субъекта РФ.

ПМСК субъекта РФ должна являться прямоугольной декартовой квазигеоцентрической системой координат, дополненной приращениями высот квазигеоида по отношению к пункту, принятому за исходный для данного субъекта РФ.

Каталоги координат получают путем составительских ра-

бот, суть которых — аналитическое объединение каркасных геодезических сетей в различных ПМСК.

Ключ перехода к государственной системе координат, имеющий гриф «Секретно», должен совпадать с аналогичным ключом, оговоренным для ПМСК, принятой за исходную при компоновке корпоративной ПМСК субъекта РФ [11].

Корпоративная ПМСК оформляется в виде нормативно-технического документа «Положение о пространственной местной системе координат субъекта РФ» и проходит регистрацию в уполномоченных органах Росреестра. После этого документ должен быть юридически оформлен и введен в эксплуатацию законом данного субъекта РФ.

Результаты работ. Отчет о разработке и реализации корпоративной пространственной местной системы координат на территории субъекта РФ, содержащий:

- положение о ПМСК субъекта РФ;
- пакет документов, подтверждающих статус ПМСК;
- подробное описание всех работ, выполненных при создании ПМСК;

— электронные базы, содержащие результаты полевых работ (оригиналы);

— электронные базы, содержащие результаты камеральных работ;

— иные документы.

Следует отметить, что после создания государственных плановых и высотных сетей РФ и принятия их в эксплуатацию ключи перехода от корпоративной ПМСК субъекта РФ в государственные системы координат должны быть уточнены и зарегистрированы в установленном порядке.

▼ **О создании пространственной местной системы координат отдельного региона**

По мнению авторов, наибольший интерес при создании ПМСК региона представляет каркасная геодезическая сеть. Например, для ПМСК, предназначенной для обеспечения эксплуатации городской инфраструктуры, потребуется каркасная геодезическая сеть, эквивалентная СГС-1 [6], характеристики которой приведены в табл. 3.

Приведенные в табл. 3 характеристики показывают, что каркасная геодезическая сеть на территории отдельного реги-

Технические характеристики каркасной геодезической сети на территорию города

Таблица 3

Наименование характеристики	СГС-1	Каркасная геодезическая сеть на территорию города
Плотность	Средняя — 1 пункт на 1 тыс. км ² ; максимальная — 0,3 пункта на 1 тыс. км ²	Минимальная — 0,3 пункта на 1 тыс. км ²
Размерность	3D	2D + 1 + ξ'
СКО в плане и по высоте	2–3 см по отношению к ближайшим пунктам ВАГС	2–3 см для любой пары пунктов на ограниченной площади, например, административного района
Регламент обновления	1 раз в 10 лет	Текущий мониторинг в процессе использования
Связь с главной высотной основой	Частичная	Полная, в том числе методом спутникового нивелирования при обеспечении точности геометрического нивелирования III класса

она создается по тем же требованиям, что и СГС-1. Отличие состоит только в том, что система координат региона создается для решения наперед заданной технологической задачи и имеет следующие особенности:

1. Плановые координаты определяются в проекции, подобранной специально для данного региона.

2. Плоские конформные плановые координаты дополняются высотами в Балтийской системе высот 1977 года.

3. Плановые координаты и высоты отнесены к началу счёта, декларированному для данного региона, и поэтому эти сведения можно и необходимо дополнить соответствующими корреляционными матрицами.

Предложенный авторами подход, апробированный в ряде субъектов РФ, позволяет избежать необоснованных затрат на создание и поддержание в актуальном состоянии каркасной

геодезической сети, закрепляющей пространственную местную систему координат субъекта РФ или отдельного региона с заданной точностью.

▼ Список литературы

1. Федосеев Ю.Е. Геодезия как область знаний // Геопрофи. — 2009. — № 5. — С. 4–8.

2. Технические требования МПС РФ от 26.06.1998 г.

3. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS. ГКИНП (ОНТА)-01-271-03. — М.: ЦНИИГАиК, 2003.

4. Демьянов Г.В., Майоров А.Н., Побединский Г.Г. Местные системы координат, существующие проблемы и возможные пути их решения // Геопрофи. — 2009. — № 2. — С. 52–57.

5. Распоряжение Правительства РФ от 17 декабря 2010 г. № 2378-р «Об утверждении концепции развития отрасли геодезии и картографии до 2020 года».

6. Основные положения о государственной геодезической сети

Российской Федерации. ГКИНП (ГНТИ)-01-006-03. — М.: ЦНИИГАиК, 2004.

7. Рудницкая Н.И. Определение параметров связи международной общеземной системы отсчета и государственной системы координат Республики Беларусь СК-95 // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. — 2010. — № 2(39). — С. 67-71.

8. Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95). ГКИНП (ГНТА)-06-278-04. — М.: ЦНИИГАиК, 2004.

9. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. ГКИНП (ГНТА)-03-010-03. Утверждена Приказом Федеральной службы геодезии и картографии России 25 декабря 2003 г. № 181-пр. Введена в действие с 01.02.2004 г.

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

11. Постановление Правительства РФ от 3 марта 2007 г. № 139 «Об утверждении Правил установления местных систем координат».

Поставка
Ремонт
Обучение
Метрология

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

Екатеринбург (343) 210-91-91
Москва (495) 935-79-90
Санкт-Петербург (812) 910-91-20
Самара (846) 276-35-55
Уфа (347) 256-92-20

Trade-in
Лизинг
Тех. поддержка
Индивидуальный подход

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРОЕКТА SMARTNET RUSSIA

С.А. Ванин (НАВГЕОКОМ)

В 1999 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». С 2001 г. работает в компании «НАВГЕОКОМ», в настоящее время — директор по проектам.

Ю.В. Серегина (НАВГЕОКОМ)

В 2006 г. окончила факультет психологии Московского института экономики и культуры по специальности «психология». С 2012 г. работает в компании «НАВГЕОКОМ», в настоящее время — менеджер по работе с клиентами проекта SmartNet Russia.

Уже более 15 лет спутниковые референционные станции активно используются при выполнении кадастровых и топографо-геодезических работ.

Первая в России спутниковая система точного позиционирования была создана в 2004 г. по заказу ФГУП «Госземкадастр-съёмка» — ВИСХАГИ. Она состояла из 22 референчных станций, расположенных на территории Московской области [1, 2]. Начиная с 2006 г., это направление приобрело более широкое распространение. Был реализован ряд проектов в Центральном и Южном федеральных округах, Красноярском крае и Новосибирской области.

Несмотря на возрастающий интерес к новой технологии, существующие сети обладали рядом недостатков, которые мешали их эффективному использованию.

Как правило, заказчиками проектов выступали бюджетные муниципальные учреждения, не имеющие в своем распоряжении достаточно средств на поддержание и развитие подобных систем. Отдельные регионы создавали собственные сети референчных станций, но в результате по-настоящему дей-

ствующими из них становились единицы.

Отсутствие инвестиций приводило к тому, что владельцы не могли обеспечивать работу сети, привлекать специалистов для продвижения проектов и оказывать профессиональную техническую поддержку пользователям. Поскольку, в большинстве своем, это были некоммерческие проекты, владельцы сетей не были заинтересованы в продвижении новой технологии и создании доступного и удобного сервиса.

Эти факторы долгое время сдерживали возрастающий со стороны потребителей спрос, и отрицательно сказывались на возможности продвижения новой технологии работы.

▼ Старт проекта

Видя сложившуюся ситуацию на рынке, компании «НАВГЕОКОМ» и Leica Geosystems приняли решение инвестировать в первый в России независимый проект по созданию сервиса высокоточного позиционирования.

Идея состояла в разработке собственной сети постоянно действующих референчных станций, доступ к которой предоставлялся на коммерческой основе. Ключевой составляю-

щей для успешной реализации такого проекта являлось обеспечение удобного и качественного сервиса.

Для старта проекта была выбрана Республика Татарстан, как один из наиболее экономически развитых регионов РФ. Референчные станции были установлены на базе филиалов АО «Татавтодор» (Казань), одного из партнеров компании «НАВГЕОКОМ».

К началу 2013 г. специалисты компании «НАВГЕОКОМ» завершили монтаж оборудования и ввели в опытную эксплуатацию систему высокоточного позиционирования, состоящую из 10 референчных станций и центра управления. Данный проект получил название TatSmartNet. На станциях разместили спутниковые геодезические приемники Leica GR10 и антенны Leica AR10 (рис. 1). На сервере центра управления было установлено специализированное программное обеспечение Leica GNSS Spider. В зоне покрытия находились крупнейшие административные и промышленные центры Республики Татарстан, а также федеральные трассы.

Первое время сеть TatSmartNet работала в тестовом режиме.



Рис. 1
Проведение работ по установке антенны референционной станции

вом режиме, и доступ к услугам сервиса предоставлялся бесплатно. Приоритетной задачей была отработка различных спутниковых технологий и апробация работы сети. Для новых пользователей была организована постоянная техническая поддержка, проводились обучающие семинары. В свою очередь, специалисты АО «Татавтодор» осуществляли тестирование работы дорожно-строительной техники с использованием сети референционных станций.

Спустя три месяца после запуска проекта с сетью работало уже около 40 пользователей, количество клиентов ежедневно увеличивалось.

Результаты первого года работы показали большой потенциал по дальнейшему развитию проекта, и компания «НАВГЕОКОМ» приняла решение о расширении зоны покрытия сети и установки референционных станций в других регионах РФ.

К концу 2013 г. проект TatSmartNet трансформировался в общероссийский проект SmartNet Russia. К сети добавилось еще порядка 40 станций в Самарской области, Краснодарском и Ставропольском краях, Республике Адыгея и других регионах. Наряду с развитием

собственной сети референционных станций, началось активное сотрудничество с другими существующими региональными и локальными сетями.

Стартовала кампания по поиску региональных партнеров, представительства сервиса SmartNet заработали в ряде регионов и федеральных округов РФ.

▼ Коммерческая фаза проекта

В 2014 г. началась коммерческая фаза проекта SmartNet Russia, были сформированы основные услуги, разработаны и введены тарифные планы.

Для реализации этих задач использовалась современная биллинговая система, которая охватывает все процессы, связанные с управлением тарифами и услугами. Система позволяет отслеживать платежи и подписки пользователей, вести учет абонентов и трафика, регистрировать новых пользователей, оповещать клиентов об окончании срока действия подписки.

Пользователи также могут отслеживать свои подписки и количество отработанного времени, формировать запросы на активацию новых подписок, а также отчеты о работе полевых бригад.

Сервис предлагает две основные услуги: получение RTK-поправок в режиме реального времени и получение RINEX-файлов для работы в режиме постобработки.

Имеется несколько тарифных планов: безлимитные (месяц, квартал и год) и лимитированные по времени.

Наряду с этим проводятся различные акции и мероприятия, направленные на привлечение новых пользователей. Для крупных заказчиков предлагаются специальные системы скидок.

▼ Принципы работы сети референционных станций

Принципиально сеть референционных станций SmartNet Russia функционирует следующим образом. Спутники ГНСС постоянно излучают навигационные сигналы, которые принимаются геодезическими приемниками на референционных станциях. Полученные данные с помощью средств коммуникаций в режиме реального времени передаются по каналам связи в центр управления. Специализированное программное обеспечение, установленное на сервере центра управления, выполняет обработку спутниковых измерений и формирует необходимые данные для обеспечения работы пользователей в режиме постобработки и в режиме реального времени (рис. 2). Затем сформированные данные передаются пользователям через беспроводные каналы передачи данных сетей сотового оператора (GPRS, 3G).

Несмотря на то, что все сети референционных станций работают по аналогичному принципу, надежность и эффективность их работы зависит от различных компонентов.

На референционных станциях SmartNet Russia установлено современное спутниковое геодезическое оборудование, оснащенное источником беспере-



Рис. 2

Проведение геодезических измерений в режиме реального времени с использованием сервиса SmartNet Russia

бойного питания, и организован надежный канал связи для передачи данных, что позволяет с высокой долей вероятности поддерживать станции в рабочем состоянии.

Ядром системы является специализированное программное обеспечение Leica GNSS Spider, которое осуществляет связь и контролирует работу референционных станций сети, обеспечивает постоянную передачу данных спутниковых измерений, проверяет их качество и целостность.

Программное обеспечение имеет возможность формировать дифференциальные RTK-поправки во всех существующих форматах, а также передавать вместе с ними параметры перехода в местную систему координат. С целью повышения точности и надежности определения координат в режиме реального времени, помимо традиционных способов получения RTK-поправок от одиночной или ближайшей референционной станции, Leica GNSS Spider также поддерживает разные технологии и алгоритмы формирования сетевых поправок: MAX, i-MAX, VRS и FKР.

Для гарантии отказоустойчивости системы серверы с программным обеспечением Leica

GNSS Spider размещены в двух независимых профессиональных дата-центрах. За два года работы был зафиксирован один случай сбоя основного сервера. Тогда управление системы было передано на резервный сервер, что позволило обеспечить бесперебойную работу всей системы.

Согласованность результатов измерений при работе от разных референционных станций в проекте SmartNet Russia достигается за счет того, что координаты всех станций определены и уравниены в международной системе координат ITRF2008. При выполнении работ в местных системах координат пользователи, как правило, само-

стоятельно осуществляют процесс калибровки для определения локальных параметров перехода в требуемую систему координат относительно ближайших пунктов ГГС.

С целью мониторинга стабильности местоположения антенн референционных станций (рис. 3) ежедневно выполняется вычисление координат этих станций с помощью специализированного сервиса Leica CrossCheck. В данном сервисе для обработки спутниковых измерений применяется программное обеспечение Bernese, а в качестве исходных пунктов, относительно которых определяются координаты референционных станций, используются станции международной сети IGS.

В июле 2016 г. компания «НАВГЕОКОМ» приняла участие в заседании научно-технического совета АО «Роскартография» с докладом о проекте SmartNet Russia, на котором обсуждались вопросы о статусе и порядке регистрации референционных станций как пунктов специальных геодезических сетей, а также о легализации созданных систем высокоточного позиционирования и использования их при распространении новой государственной системы координат ГСК-2011 [3].

По результатам заседания было принято решение о разработке предложений в проекты



Рис. 3

Антенна референционной станции SmartNet Russia

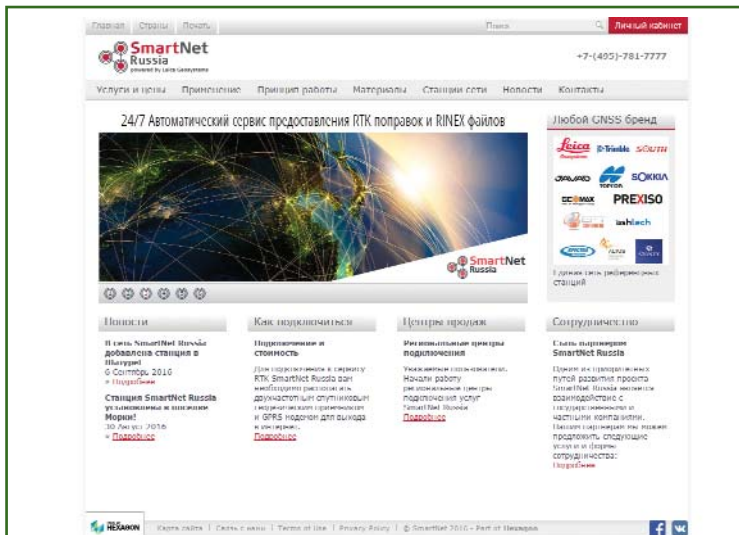


Рис. 4
Интернет-сайт проекта SmartNet Russia

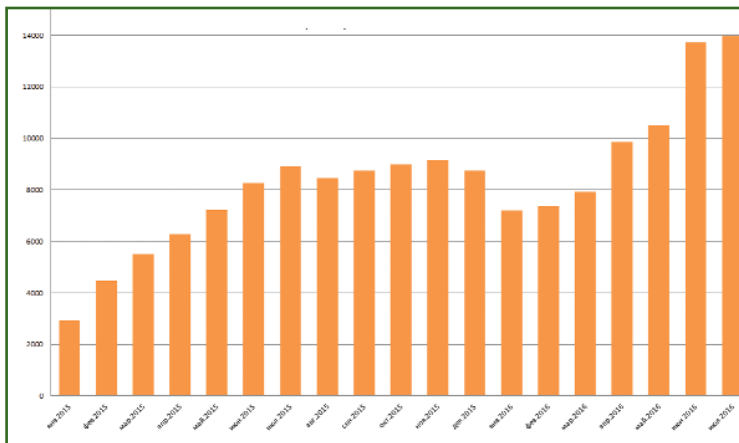


Рис. 5
Общее время работы пользователей сети SmartNet Russia в режиме RTK за период 2015–2016 гг. (часы)

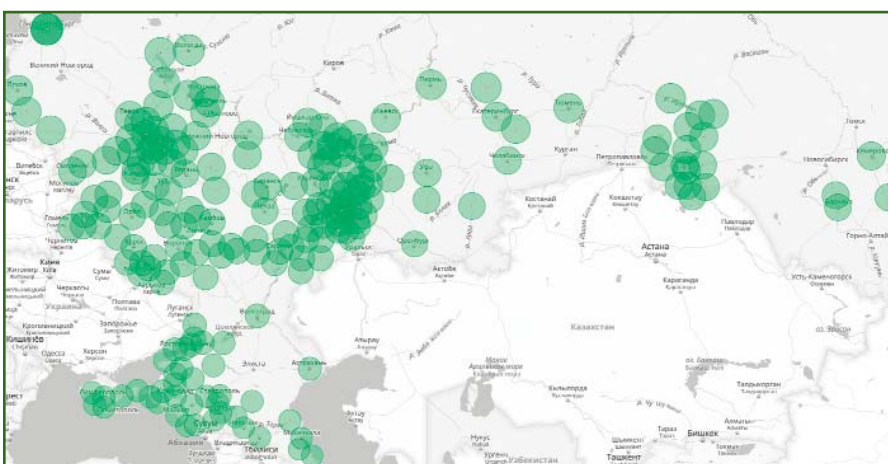


Рис. 6
Карта покрытия территории РФ референсными станциями сети SmartNet Russia (август 2016 г.)

нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов, регламентирующих создание и эксплуатацию специальных геодезических сетей (спутниковых сетей точного позиционирования).

▼ Развитие проекта

В настоящее время проект SmartNet Russia [4] находится в стадии активного развития (рис. 4, 5). Функционирует уже более 200 референционных станций на всей территории России (рис. 6). С целью увеличения покрытия и плотности сети планируется установка дополнительных референционных станций. Кроме того, ведутся переговоры о совместной работе с несколькими действующими региональными сетями.

Продолжается активная работа по развитию дилерской сети. В настоящее время партнерами SmartNet Russia являются 15 региональных представительств. Привлечение новых партнеров — одна из важнейших задач, поскольку значительный объем продаж услуг происходит через дилерскую сеть.

Компания «НАВГЕОКОМ» видит большой потенциал для дальнейшего развития проекта и выхода на новые рынки, такие как дорожное строительство, сельское хозяйство и высокоточная навигация.

▼ Список литературы

1. Бойков В.В., Мельников А.В., Пересадыко Е.С. Техническая реализация спутниковых систем межевания земель // Геопрофи. — 2004. — № 1. — С. 23–27.
2. Бойков В.В., Пересадыко Е.С. Опыт эксплуатации спутниковой системы межевания земель (проект «Москва») // Геопрофи. — 2005. — № 6. — С. 58–61.
3. Серебряков С.В., Красников Д.М. Спутниковые системы точного позиционирования и проблемы их использования // Геопрофи. — 2016. — № 4. — С. 15–17.
4. Интернет-сайт проекта SmartNet Russia. — <http://smartnet-ru.com>.

CREDO GNSS 1.1 — ЕЩЕ БОЛЬШЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Д.В. Грохольский («Кредо-Диалог», Республика Беларусь)

В 2007 г. окончил Военный институт (топографический) военно-космической академии имени А.Ф. Можайского (Санкт-Петербург) по специальности «астрономогеодезия». Служил в ВС Республики Беларусь. С 2012 г. работает в компании «Кредо-Диалог», в настоящее время — инженер-аналитик геодезического направления.

В июне 2016 г. вышла версия 1.1 программы CREDO GNSS, предназначенной для обработки спутниковых геодезических измерений. Программе чуть больше года, но за это время она уже помогла многим специалистам в решении задач по обработке данных ГНСС.

Программа задумывалась как средство для обработки спутниковых геодезических измерений, не привязанное к оборудованию конкретного производителя. При этом в ней обеспечена максимальная открытость всего процесса обработки. Процессор базовых линий в CREDO GNSS не является «черным ящиком», а параметры расчета доступны для редактирования. Настройки по умолчанию обеспечивают оптимальную стратегию расчета, поэтому программа подходит как опытным, так и начинающим пользователям. Следует отметить, что процессор базовых линий, используемый в CREDO GNSS, является собственной разработкой компании «Кредо-Диалог». Динамика развития современных систем глобального позиционирования — модернизация существующих спутниковых группировок, быстрое расширение перспективных систем, появление новых сигналов и методов работы с ними — требует оперативного учета этих изменений. Специалисты компании постоянно работают над улучшением процессора базовых линий и повышением качества расчетов.

Первая версия программы CREDO GNSS вышла в марте 2015 г., и в ней уже были реализованы некоторые уникальные функции: определение пространственных координат только по данным ГЛОНАСС (без других систем позиционирования), возможность расчета неизвестных параметров перехода в требуемую систему координат при наличии ГНСС-измерений на точках с известными координатами в этой системе координат (см. Геопрофи. — 2015. — № 1. — С. 36–38). Программа проста в освоении, поскольку в ее основе лежит хорошо себя зарекомендовавшая, удобная и привычная для большинства геодезистов система CREDO_DAT 4 (рис. 1).

По отзывам пользователей, программу можно запустить и

сразу начать работать — все действия просты и интуитивно понятны. Но что особенно оценили специалисты при тестировании ее бета-версии, так это возможность импорта и совместной обработки данных наблюдений, полученных приемниками различных производителей. Там, где программное обеспечение компаний — разработчиков спутникового оборудования не могло даже прочитать файлы RINEX, сформированные по данным приемников других производителей, программа CREDO GNSS обрабатывала их без проблем. Не обошлось и без трудностей. В процессе производственной эксплуатации программы возникали проблемы с импортом некоторых файлов RINEX, созданных со значительными отклонениями от спе-

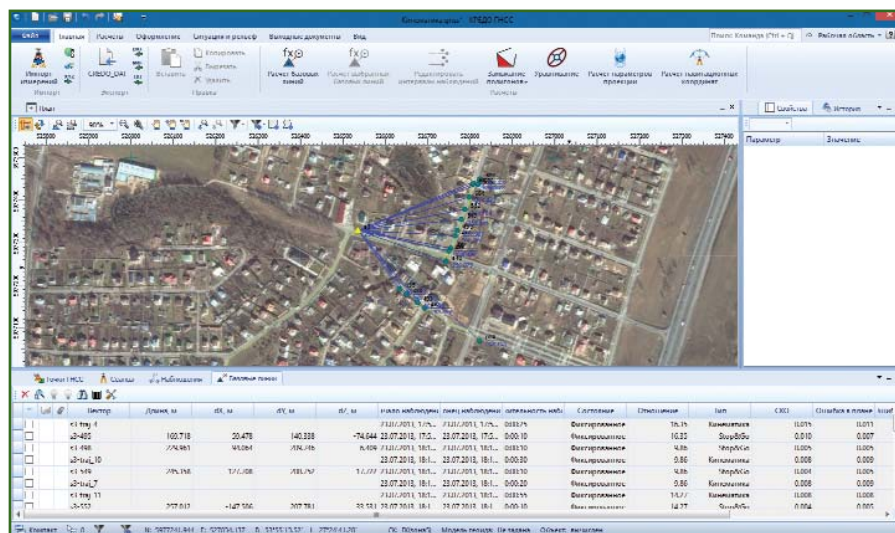


Рис. 1

Обработка ГНСС-измерений в программе CREDO GNSS в режиме «кинематика»

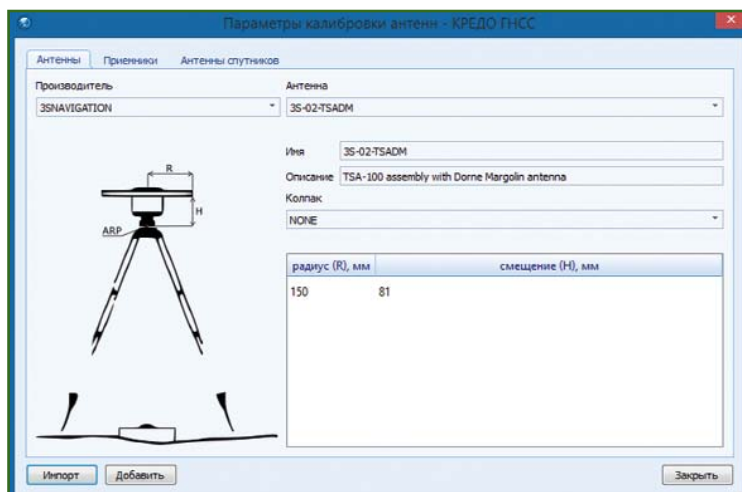


Рис. 2
Добавление информации о новой антенне

цификации. Такие вопросы оперативно решались, и пользователи получали новую версию модуля импорта.

В ходе работы над программой, кроме основных задач, активно развивались вспомогательные функции, сформулированные пользователями, которые помогут в нестандартных ситуациях, обеспечат решение повседневных задач. Это такие функции, как объединение сеансов, в том числе с перекрытием, изменение типа наблюдения и даты сеанса (для возможности расчета измерений устаревших типов приемников с ошибкой в датах), объединение точек. Также, учитывая мнение пользователей, в программе была предусмотрена возможность самостоятельного управления базой данных антенн для оперативного обновления информации и добавления новых антенн (рис. 2).

Традиционно разработчики уделили много внимания возможностям импорта данных спутниковых наблюдений из файлов в формате RINEX, сформированных с отклонениями от стандартов, с ошибками в датах, смещениями столбцов и другими проблемами, которые не читаются большинством программ обработки спутниковых измерений. В новой версии программы

модуль импорта RINEX способен корректно читать данные при весьма существенных отклонениях от спецификации, кроме критических, разрушающих логическую структуру файла или препятствующих однозначной трактовке данных наблюдений.

В версии 1.1 CREDO GNSS существенной доработке подвергся и основной модуль программы — процессор базовых линий. Теперь программа поддерживает все существующие глобальные навигационные спутниковые системы — ГЛОНАСС, GPS, Beidou, Galileo, а также данные спутниковой системы дифференциальной коррекции (SBAS). При необходимости, можно выбирать используемые системы позиционирования. При этом все системы (кроме SBAS) являются равноправными и могут быть использованы как для совместного расчета, так и по отдельности.

В новой версии программы появились дополнительные настройки обработки базовых линий, поэтому для удобства они были разделены на группы: предобработка, расчет базовых линий, получение фиксированного решения. Параметры предобработки позволяют управлять таким важным этапом, как анализ фазовых наблюдений на пропуски циклов. Этот этап был

существенно доработан, и теперь, по умолчанию, анализ проводится в две стадии: — поиск больших скачков фазы за счет формирования тройных разностей (классический подход) и решение по двойным разностям на коротких интервалах с последующим анализом поправок (новый метод). При таком подходе допустим как учет обнаруженных фазовых срывов, так и их исправление. Еще имеется возможность отключить новый метод и использовать классический подход, предусматривающий только анализ тройных разностей.

Применение нового метода позволяет обнаруживать пропуски циклов с большей степенью достоверности, а также сводит к минимуму ложные срабатывания. Это повышает общее качество расчетов за счет уменьшения количества моделируемых неоднозначностей и увеличения вероятности отсутствия неучтенных пропусков в модели. Данный метод хорошо работает как для статических, так и кинематических наблюдений.

Существенно переработан метод моделирования неоднозначностей. В новой версии добавление неоднозначностей в модель обобщено, при этом исключаются ошибки моделирования в случае наблюдений исключительно низкого качества. Также новый метод позволяет максимально уменьшить число рассчитываемых неизвестных.

Изменения коснулись постобработки данных, полученных в режимах «непрерывная кинематика» и «Стоп и Иди» (Stop&Go). Как и в первой версии, для расчета данных, полученных в режиме «кинематика», используется интервальный расчет (независимое решение интервалов номинального размера в 50 эпох). Такой подход гарантирует более высокую на-

дежность решения, но при низком качестве наблюдений может оставить достаточно много нерассчитанных интервалов. К тому же, при использовании высокой частоты наблюдений на интервале в 50 эпох, уверенное разрешение неоднозначностей уже становится проблематичным. Для таких случаев можно применять так называемый интервал инициализации — фиксированный интервал с отношением, выше заданного порога, значения неоднозначностей с которого будут использованы как известные на других интервалах. Управление этими параметрами также доступно в свойствах проекта.

Как и в первой версии, по-прежнему можно управлять опцией «Фиксировать ГЛОНАСС», которая позволяет использовать данные наблюдений по ГЛОНАСС, полученные приемниками, в которых не выполнена калибровка межканальных задержек.

Что касается дополнительного функционала программы, то в нем также достаточно много изменений. Так, появилась возможность рассчитывать пространственное положение объектов, недоступных для спутниковых наблюдений, но связанных дополнительными промерами с точками, определенными из ГНСС-измерений, методами координатной геометрии. Эти методы, знакомые пользователям CREDO_DAT 4, предоставляют удобные инструменты расчета координат точек по дополнительным измерениям (засечки, обмеры, створ, проекция, пересечение). Координаты дополнительных точек, рассчитанных методами координатной геометрии, могут быть пересчитаны при перерасчете базовых линий (рис. 3). Как и в системе CREDO_DAT, предусмотрено интерактивное построение точек,

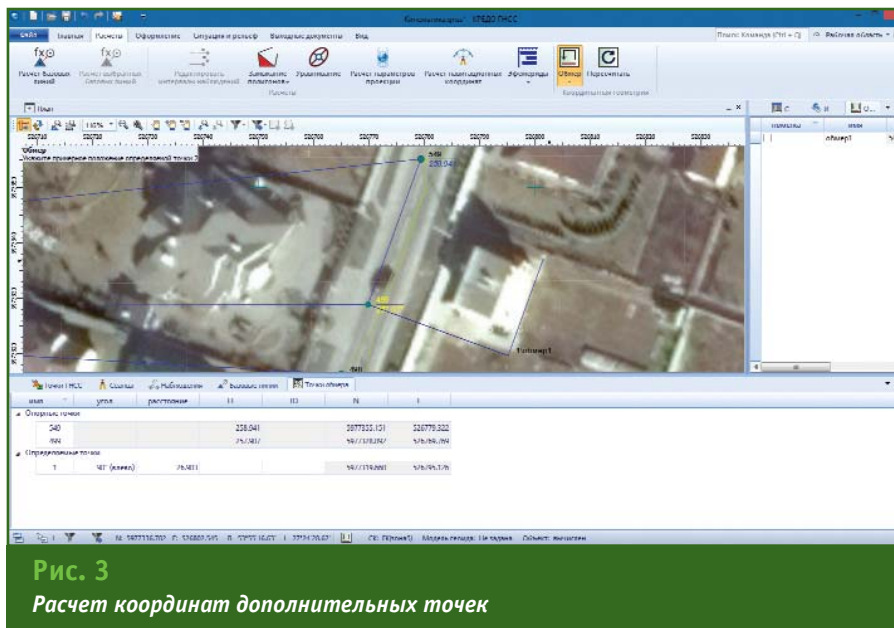


Рис. 3

Расчет координат дополнительных точек

а также ввод и редактирование данных в таблицах.

В версии 1.1 программы CREDO GNSS появилась возможность работы с поверхностью. Рельеф может быть построен по точкам, координаты которых получены из ГНСС-измерений, при этом автоматически формируются бергштрихи и подписи горизонталей в соответствии с настройками в свойствах проекта. Предусмотрено использование функционала построения поверхности как для анализа качества наблюдений в режиме «Стой и Иди» — некорректные точки «отлетают» в первую очередь по высоте, так и для формирования небольших топографических планов непосредственно в программе CREDO GNSS. Для удобства решения второй задачи доработаны и методы работы с тематическими объектами.

В дальнейшем планируется развивать программу сразу в нескольких направлениях:

- расширить список поддерживаемых форматов спутникового геодезического оборудования, чтобы в конечном итоге охватить все имеющиеся приемники ГНСС;

- обеспечить поддержку новых сигналов модернизированных спутников ГНСС и добавить возможность формирования различных комбинаций сигналов для расчета, включая трехчастотные решения;

- включить в программу метод PPP, а также расчет сетевого решения от пунктов IGS.

Какой будет следующая версия программы CREDO GNSS, во многом зависит от пользователей. Разработчики программы с нетерпением ждут отзывов и предложений по ее дальнейшему развитию.

Приятная новость для пользователей программы CREDO GNSS!

Все пользователи программы CREDO GNSS версии 1.0 могут получить новую версию **бесплатно**.

Пользователи, которые уже обновили программу CREDO GNSS до версии 1.1 и оформили услугу «Подписка», получат **бесплатное** продление этой услуги на 1 год. Подписчики всегда будут бесплатно получать новые версии программы и специальные бонусы от компании «Кредо-Диалог».

Срок действия акции до конца 2016 г.

Для получения новой версии или продления услуги «Подписка» обращайтесь по e-mail: market@credo-dialogue.com.

Задачи, решаемые в CREDO 3D СКАН

Загрузка облаков точек в различных форматах.

Отображение облаков точек в 3D и в плане.

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

Фильтрация шума в облаке точек.

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

Выделение рельефа и областей с заданными параметрами уклона.

Адаптивное прореживание облака точек и построение цифровой модели рельефа.

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

Экспорт данных в удобных форматах для последующего создания инженерной ЦММ.

Преимущества CREDO 3D СКАН

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

Возможность подключения картографических сервисов GoogleMaps, Bing, Сканэкс.

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

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

ООО «Сибирский Инженер»
Тел: +7 (391) 252-90-69
E-mail: siberia@credo-dialogue.com
www.credo-dialogue.ru
www.terra-credo.ru



РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДАННЫХ КОМPSAT-3

Р.В. Пермяков («Ракурс»)

В 2011 г. окончил географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности «картография». После окончания университета работает в компании «Ракурс», в настоящее время — специалист отдела технической поддержки. Аспирант кафедры картографии и геоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова.

П.Д. Тарасова («Ракурс»)

В 2013 г. окончила географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности «география». После окончания университета работает в компании «Ракурс», в настоящее время — руководитель группы ДЗЗ. Аспирант кафедры физической географии и ландшафтоведения МГУ имени М.В. Ломоносова.

Космический аппарат (КА) КОМPSAT-3, разработанный Корейским институтом аэрокосмических исследований (KARI), предназначен для получения цифровых стереоизображений земной поверхности в панхроматическом и мультиспектральном режиме. Продолжением миссии наблюдения Земли с серии спутников КОМPSAT (Korean Multi-Purpose Satellite) стал выведенный на орбиту 25 марта 2015 г. КА КОМPSAT-3A,

практически идентичный по своим техническим характеристикам КА КОМPSAT-3, но имеющий более высокое пространственное разрешение за счет съемки с более низкой высоты орбиты. В июле 2016 г. компания SI Imaging Services (Республика Корея), обладающая эксклюзивными правами на распространение снимков с этих КА, объявила о начале коммерческих поставок данных со спутника КОМPSAT-3A [1].

КОМPSAT-3 и КОМPSAT-3A являются КА сверхвысокого разрешения при съемке в оптическом диапазоне, поскольку их разрешение на местности составляет 0,7 и 0,4 м/пикселей, соответственно (табл. 1 [1]). Возможность стереосъемки с одного витка и уникальная глубина цвета в 14 бит/пиксель делает их достойными конкурентами спутников субметрового разрешения компаний DigitalGlobe и Airbus D&S.

Характеристики КА КОМPSAT-3 и КОМPSAT-3A

Таблица 1

Наименование характеристики	КОМPSAT-3	КОМPSAT-3A
Дата запуска	17 мая 2012 г.	25 марта 2015 г.
Высота солнечно-синхронной орбиты, км	685	528
Наклонение орбиты, °	98,13	97,5
Время съемки (местное время на восходящем витке)	13:30	
Спектральные каналы, мкм		
— панхроматический (Pan)	0,45–0,90	
— голубой (MS1)	0,45–0,52	
— зеленый (MS2)	0,52–0,60	
— красный (MS3)	0,63–0,69	
— ближний инфракрасный (MS4)	0,76–0,90	
Разрешение на местности в оптическом диапазоне, м	0,7 (Pan) / 2,8 (MS)	0,4 (Pan) / 1,6 (MS)
Полоса захвата (в надир)	16 км	13 км
Глубина цвета	14 бит/пиксель	

Компания «Ракурс» является официальным дистрибьютором данных со спутников KOMPSAT на территории России, Белоруссии и Казахстана [2]. Специалисты компании провели комплексное тестирование данных KOMPSAT-3 с целью оценить возможность практического применения результатов съемки с этого космического аппарата для создания крупномасштабных ортофотопланов и карт. Тестирование выполнялось с использованием цифровой фотограмметрической системы (ЦФС) PHOTOMOD версии 6.02.

Задачами данного исследования являлось определение точности коэффициентов RPC (Rational Polynomial Coefficientes), анализ характеристик внутренней геометрии стереопары, сравнение точности цифровых моделей поверхности (ЦМП), построенных по данным KOMPSAT-3 и по материалам аэрофотосъемки, оценка точности построения ортофотоплана.

Набор тестовых данных на территорию Крымского полуострова включал в себя материалы аэрофотосъемки с разрешением 0,18 м и стереопару KOMPSAT-3 с разрешением 0,8 м и углом конвергенции порядка 44°.

▼ Оценка точности RPC и внутренней геометрии изображений

Координаты опорных и контрольных точек были получены по ортофотоплану масштаба 1:2000, созданного на основе материалов аэрофотосъемки. Средняя квадратическая ошибка (СКО) точек по высоте и в плане не превышала 0,2 м.

1. Уравнивание по метаданным без использования опорных точек и внесения поправок в RPC дало следующие значения СКО на 7 контрольных точках: в плане (dS) — 18,4 м и по высоте (dZ) — 15,4 м.

При этом уравнивание данной пары снимков без опорных точек методом RPC + «Сдвиг» позволяет оценить точность коэффициентов RPC со значениями СКО, равными 18,1 м в плане и 0,65 м по высоте.

2. Уравнивание блока с использованием одной опорной и шести контрольных точек позволило исключить систематические ошибки, что показано в табл. 2.

После уравнивания с одной опорной и девятью контрольными точками СКО на контрольных точках составила: в плане — 0,8 м и по высоте — 0,7 м.

3. Результаты уравнивания блока с использованием шести

опорных точек и только одной контрольной точки приведены в табл. 3.

В результате окончательного уравнивания с десятью опорными точками максимальное расхождение на контрольной точке составило в плане — 0,79 м и по высоте — 0,6 м, а СКО в плане и по высоте — 0,42 м.

Полученные параметры точности соответствуют допустимым ошибкам уравнивания для создания ортофотопланов масштаба 1:5000 (оценка дешифрируемости в рамках данной статьи не рассматривается), топографических карт масштаба 1:10 000 с сечением рельефа 2,5 м, а также топографических карт масштаба 1:5000 с сечением рельефа 2 м, что отвечает требованиям пунктов 3.7.6 и 4.9 Инструкции ГКИНП (ГНТА)-02-036-02 [3].

▼ Оценка качества ЦМП, полученной по стереопаре KOMPSAT-3

Для оценки точности ЦМП в качестве контрольной (безошибочной) использовалась цифровая модель поверхности, полученная по результатам аэрофотосъемки камерой UltraCam с разрешением 0,18 м и построенная с шагом 0,5 м.

Уравнивание методом RPC + «Сдвиг» с одной опорной и шестью контрольными точками

Таблица 2

СКО на опорных точках, м		Максимальное расхождение на опорных точках, м		СКО на контрольных точках, м		Максимальное расхождение на контрольных точках, м	
dS	dZ	dS	dZ	dS	dZ	dS	dZ
0,24	0,279	0,234	0,269	1,11	0,568	1,9	1,29

Уравнивание методом RPC + «Сдвиг» с шестью опорными и одной контрольной точками

Таблица 3

СКО на опорных точках, м		Максимальное расхождение на опорных точках, м		Максимальное расхождение на контрольных точках, м	
dS	dZ	dS	dZ	dS	dZ
0,452	0,507	0,616	0,626	0,805	0,0688

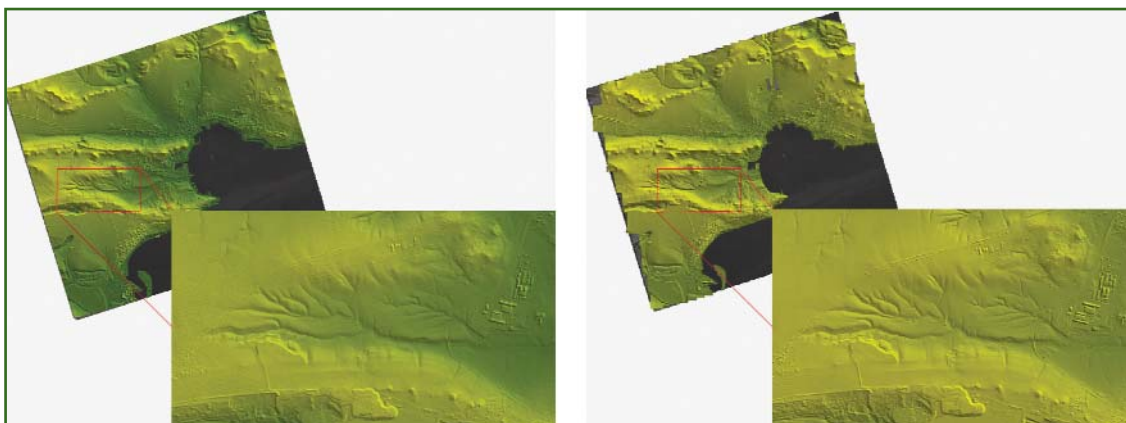


Рис. 1

Цифровая модель поверхности: по данным стереопары KOMPSAT-3 (слева), по данным аэрофотосъемки (справа)

Аналогично была построена ЦМП по одной стереопаре KOMPSAT-3.

С целью исключения методических ошибок получения сведений о рельефе обе ЦМП были созданы на основе метода SemiGlobalMatching (SGM) в ЦФС PHOTOMOD 6.02 [2]. Цифровые модели поверхности, построенные по данным стереопары KOMPSAT-3 и аэрофотосъемки, представлены на рис. 1.

Используя ортофотоплан, каждая ЦМП была разделена на участки трех категорий:

1. Рельеф местности, изрезанный реками с небольшим растительным покровом.
2. Рельеф местности с оврагами и карьерами.
3. Рельеф местности с объектами городской инфраструктуры (здания различной этажности, мосты и пр.).

Были вычислены матрицы разностей высот ЦМП, полученной по результатам аэрофотосъемки, и ЦМП, построенной по данным стереопары KOMPSAT-3, и составлены гистограммы распределения разностей высот ЦМП всех трех участков разных категорий (рис. 2).

На основе гистограмм распределения разностей высот ЦМП можно сделать следующие выводы о качестве ЦМП, по-

строенной по данным стереопары KOMPSAT-3:

— систематические ошибки ЦМП по высоте и в плане минимальны и не превосходят 0,2–0,4 м, что соответствует точности уравнивания;

— вид всех гистограмм соответствует нормальному закону распределения вероятностей, что свидетельствует о наличии только случайных ошибок;

— гистограммы имеют схожую структуру, однако на гистограмме для участка 2-й кате-

гории имеется большее число разностей, превосходящих 2 м, чем на гистограмме для участка 1-й категории. Это свидетельствует о том, что из-за ограничений космической стереосъемки (больших углов конвергенции, наличия только одной стереопары) и появления невидимых зон возрастает ошибка определения границ объектов (карьеры, уступов и т. п.);

— гистограмма распределения разностей для участка 3-й категории имеет наибольшее число разностей, превосходя-

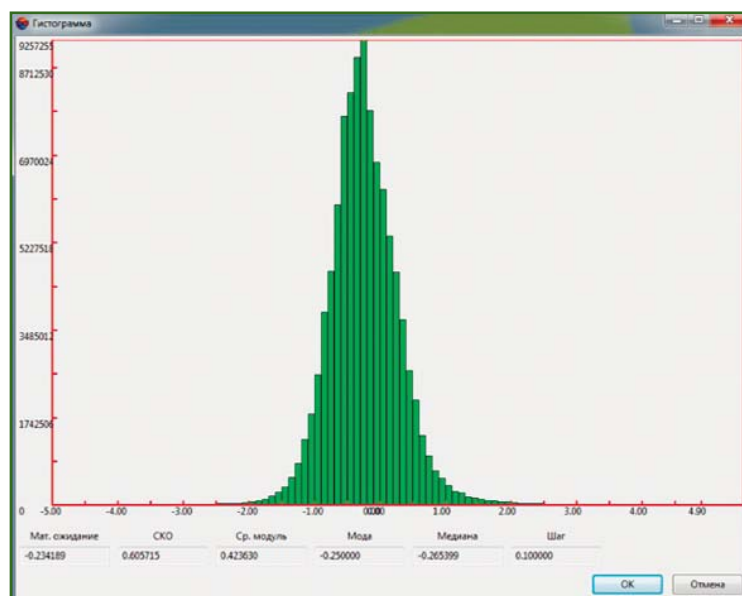


Рис. 2

Гистограмма распределения разностей высот ЦМП для участков разных категорий

щих 2 м. На городской территории, где имеется множество разнородных объектов, ошибки из-за невидимых зон оказывают наибольшее влияние на точность создаваемой ЦМП.

Полученные результаты говорят о высоком геометрическом качестве стереоснимков КОМPSAT-3.

Точность СКО определения высоты в зависимости от типа местности составила:

- для местности, изрезанной реками с небольшим растительным покровом — 0,46 м;
- для местности с оврагами и карьерами — 0,67 м;
- для местности с объектами городской инфраструктуры — 2 м.

Средняя СКО по высоте для территории со всеми категориями местности оказалась равной 0,6 м.

Такая точность определения высот, помимо высокого гео-

метрического качества снимков, объясняется благоприятным для стереоизмерений углом засечки, равным 44°.

▼ Оценка точности построения ортофотоплана

Было проведено два варианта ортотрансформирования — с использованием SRTM (размер ячейки — 80 м) и матрицы высот, построенной по стереопаре КОМPSAT-3 (размер ячейки — 10 м).

СКО планового положения точек по результатам контроля выходного ортофотоплана, полученного по 7 опорным точкам модели SRTM, составила 0,845 м, а максимальная ошибка — 1,495 м.

СКО планового положения точек по результатам контроля выходного ортофотоплана, созданного по 7 опорным точкам матрицы высот, построенной по данным стереопары КОМPSAT-3,

составила 0,71 м, а максимальная ошибка — 1,16 м.

Исходя из приведенных выше результатов, можно сделать вывод, что стереопары КОМPSAT-3 после обработки в ЦФС PHOTOMOD с использованием как минимум одной опорной точки отвечают требованиям Инструкции ГКИНП (ГНТА)-02-036-02 [3], предъявляемым к созданию ортофотопланов масштаба 1:5000, топографических карт масштаба 1:10 000 с сечением рельефа 2,5 м, а также карт масштаба 1:5000 с сечением рельефа 2 м.

▼ Список литературы

1. SI Imaging Services. — <http://si-imaging.com>.
2. Компания «Ракурс». — www.racurs.ru.
3. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. — М.: ЦНИИГАиК, 2002.

PHOTOMOD

Фоторионгуляция

Цифровые модели рельефа

2D и 3D векторизация, картографирование

3D-моделирование

СКО ортотрансформирование и создание мозаик

Приглашаем вас посетить наш стенд на Международной выставке и конференции по геодезии, геоинформатике и землеустройству INTERGEO 2016. 11-13 октября, Гамбург, Германия. Стенд F4.030, павильон № 4.

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

БУДУЩЕЕ за комплексными ТЕХНОЛОГИЯМИ



 **ТОРСОН**

ЗАО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» – Генеральный дистрибьютор TOPCON SOKKIA в России.


www.gsi.ru

ПРАКТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ЕЭКО*

Содержание нормативно-правовых документов, касающихся создания и ведения Единой электронной картографической основы (ЕЭКО), принятых в 2015 г. и разрабатываемых в 2016 г., существенно повлияет на характер деятельности картографо-геодезической отрасли, в целом, и АО «Роскартография», в частности, как крупнейшей отраслевой компании.

Среди этих документов следует выделить:

— Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее — Закон), который среди других новаций вводит в правовое поле понятие ЕЭКО;

— Приказ Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848 «Об утверждении требований к картам и планам, являющимся картографической основой Единого государственного реестра недвижимости, а также к периодичности их обновления» (далее — Приказ), который вступает в силу с 1 января 2017 г.;

— Проект Постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении Правил создания и обновления единой электронной картографической основы» (далее — проект Правил), подготовленный Минэкономразвития России в августе 2016 г.

Учитывая отмеченное выше, руководством АО «Роскарто-

графия» было принято решение о проведении заседания научно-технического совета (НТС) АО «Роскартография» на тему «О практических и методических вопросах, связанных с созданием ЕЭКО».

С докладами на заседании НТС, которое состоялось 14 сентября 2016 г., выступили: генеральный директор АО «Роскартография» Д.М. Красников, установивший на нормативных требованиях к ЕЭКО, заместитель руководителя Росреестра С.Г. Мирошниченко, разъяснивший ряд положений Закона, и заместитель генерального директора АО «Роскартография» С.В. Серебряков, изложивший предложения АО «Роскартография» по составу сведений ЕЭКО, исходя из требований потенциальных пользователей пространственных данных.

В обсуждении приняли участие и изложили свои точки зрения на проблему: Ю.А. Комосов (АО «НИИ ТП»), С.В. Козлов (Генеральный штаб ВС РФ), Л.И. Яблонский и И.В. Сидоров (ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД»), В.П. Седелников (АО «НИИП центр «Природа»), А.Н. Береговских (ООО «Институт территориального планирования «Град»).

Рассмотрим подробнее обсуждаемые участниками заседания НТС проблемы и пути их решения.

▼ **Нормативные требования к ЕЭКО**

Единая электронная картографическая основа, согласно Закону, является систематизи-

рованной совокупностью пространственных данных (базой данных) о территории Российской Федерации, предназначена для обеспечения органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц пространственными данными и не содержит сведений, составляющих государственную тайну.

Статья 15 Закона определяет, что ЕЭКО создается в результате выполнения картографических работ, но, при этом, не относится к категории карт, так как карта, согласно части 15 статьи 3 Закона, определяется как «уменьшенное обобщенное изображение земной поверхности, других естественных небесных тел или их частей на плоскости, полученное в соответствии с требованиями, предусмотренными настоящим Федеральным законом, в определенном масштабе и проекции, а также с использованием условных знаков». Следует добавить, что в согласованном Росреестром проекте Правил указано следующее:

1. Создание ЕЭКО осуществляется путем объединения исходных материалов в базу данных и ее преобразование в формат, обеспечивающий возможность работы с ним государственной информационной системы ведения ЕЭКО.

2. До ввода в эксплуатацию государственной информационной системы ведения ЕЭКО объединение исходных материалов в базу данных и ее преобразование не осуществляется.

* Статья подготовлена редакцией журнала «Геопрофи» по материалам, предоставленным Научно-технологическим центром АО «Роскартография».

Согласно требованиям Закона, сведения единой электронной картографической основы предоставляются органам государственной власти, органам местного самоуправления, подведомственным им государственным и муниципальным учреждениям с использованием единой системы межведомственного электронного взаимодействия, а иным юридическим и физическим лицам — с использованием федерального портала пространственных данных.

Закон не определяет состав сведений ЕЭКО и передает право на их разработку и утверждение Минэкономразвития России. В соответствии с графиком подготовки нормативно-правовых актов различного уровня, необходимых для реализации Закона, документ с требованиями к составу сведений ЕЭКО должен быть подготовлен к марту 2017 г.

Обеспечение создания ЕЭКО, а также организация эксплуатации и модернизации государственной информационной системы ведения ЕЭКО, согласно Закону и проекту Правил, возложены на Росреестр или, на основании его решения, на подведомственное ему ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД». Вместе с тем, не определена организация, на которую должны быть возложены функции оператора государственной информационной системы ведения ЕЭКО.

Законом предусмотрено периодическое обновление сведений ЕЭКО, сроки которого должны быть установлены Минэкономразвития России, но не реже чем один раз в десять лет. В целях обновления сведений ЕЭКО также могут использоваться сведения, содержащиеся в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН). Кроме того, Закон определяет ЕЭКО в качестве картографической

основы государственного кадастра недвижимости (ГКН) (статья 28) и картографической основы ЕГРН (статья 30).

Можно считать, что требования к картографической основе ЕГРН, изложенные в Приказе, задают основные требования к сведениям ЕЭКО. Согласно данному документу, главной частью картографической основы ЕГРН должны являться:

1) фотопланы (ортофотопланы) и (или) цифровые топографические планы масштаба 1:2000 — для территории населенных пунктов;

2) фотопланы (ортофотопланы) и (или) цифровые топографические карты масштаба 1:10 000 и масштаба 1:25 000 — для экономически освоенных территорий, территорий повышенного риска возникновения чрезвычайных ситуаций, приграничных территорий за границами населенных пунктов;

3) цифровые топографические карты масштаба 1:50 000, 1:100 000 — для территорий за границами населенных пунктов.

Картографическая основа ЕГРН должна содержать сведения о:

- гидрографии и гидротехнических сооружений;
- населенных пунктах;
- промышленных, сельскохозяйственных и социально-культурных объектах;
- дорожной сети и дорожных сооружениях;
- растительном покрове и грунтах;
- Государственной границе Российской Федерации;
- наименованиях географических объектов.

Необходимо отметить, что Приказ не приводит конкретные перечни (классификаторы) перечисленных объектов и способы их цифрового описания.

Особо следует отметить некоторые положения проекта Правил создания и обновления

единой электронной картографической основы.

Пункт 2 Общих положений предусматривает привлечение на контрактной основе различных организаций для обеспечения создания и обновления ЕЭКО.

Пункт 5 раздела II трактует ЕЭКО как базу пространственных данных (после ввода в эксплуатацию государственной информационной системы ведения ЕЭКО).

Пункт 13 раздела III предусматривает, что лицо, обеспечивающее эксплуатацию государственной информационной системы ведения ЕЭКО (оператор ЕЭКО), должно осуществлять мониторинг актуальности сведений ЕЭКО, по результатам которого определяются территории, в отношении которых необходимо обновить сведения ЕЭКО, а также виды картографических материалов, позволяющих выполнить такое обновление.

Финансово-экономическое обоснование к проекту Правил содержит положение, в соответствии с которым реализация предлагаемых решений не потребует дополнительного финансирования из федерального бюджета. В то же время государственные фонды пространственных данных, которые согласно пункта 4 проекта Правил являются источником исходных материалов для ЕЭКО в настоящий момент, практически не содержат актуальных крупномасштабных картографических материалов. Отсутствие дополнительного финансирования вызывает озабоченность, поскольку приведет к невозможности использовать ЕЭКО в качестве картографической основы ГКН и ЕГРН, что противоречит положениям статей 28 и 30 Закона. Представляется, что создание ЕЭКО, удовлетворяющей всем требованиям Закона, потребует существенного изме-

нения структуры Государственного заказа, а также объединения усилий на федеральном, региональном и муниципальных уровнях.

▼ **Требования пользователей к составу ЕЭКО и предложения АО «Роскартография» по их реализации**

Необходимо учитывать, что сведения Единой электронной картографической основы будут, как правило, комбинироваться с иными пространственными данными при решении различных задач пользователей. При определении состава сведений ЕЭКО необходимо достичь компромисса между потребностями в пространственных данных и финансовыми ограничениями на их создание. Основой такого компромисса является состав данных ЕЭКО, определяемых Приказом, и расширяемый за счет сведений, уже находящихся в распоряжении органов государственной власти — ЕГРН, ГКН, ИСОГД и ФИАС.

Источником данных для ЕЭКО по мере формирования могут стать сведения, подлежащие представлению с использованием координат, согласно статье 18 Закона.

ЕЭКО, по сути, является развитием и уточнением понятия базовых пространственных данных. Напомним, что базовые пространственные данные в Концепции создания и развития инфраструктуры пространственных данных РФ, одобренной Распоряжением Правительства РФ от 21 августа 2006 г. № 1157-р, определены как разрешенные к открытому опубликованию цифровые данные о наиболее используемых пространственных объектах, отличающихся устойчивостью пространственного положения во времени и служащих основой позиционирования других пространственных объектов.

Таким образом, состав сведений ЕЭКО является «пересечением» требований всех или большинства пользователей к составу пространственных данных, в первую очередь, ГКН и ЕГРН.

Необходимо подчеркнуть, что для всех категорий пользователей общими требованиями к составу сведений ЕЭКО являются их полнота, актуальность и правовой статус.

Устанавливаемый состав сведений ЕЭКО может расширяться в зависимости от изменения потребностей пользователей, технических и нормативных возможностей их формирования, а также в результате снятия тех или иных режимных ограничений.

При отборе сведений для включения в состав ЕЭКО необходимо учитывать:

- имеющиеся нормативные требования к составу сведений ЕЭКО;
- востребованность сведений данного класса наибольшим числом пользователей;
- наличие легитимных источников формирования и обновления сведений;
- необходимость поддержания сведений в актуальном состоянии.

Предложения по составу и порядку обновления сведений, включаемых в ЕЭКО, приведены в таблице.

Еще раз подчеркнем, что важнейшим свойством сведений ЕЭКО должна быть их актуальность. В силу этого, на организацию, осуществляющую эксплуатацию государственной информационной системы ведения ЕЭКО, кроме стандартных функций оператора, должны быть возложены обязанности обеспечения информационного межведомственного взаимодействия с поставщиками данных ЕЭКО, а также мониторинг актуальности вносимых сведений, в том числе посредством

использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), и подготовка предложений в план картографо-геодезических работ для обновления сведений ЕЭКО.

С точки зрения актуальности, сведения ЕЭКО можно разделить на обновляемые с установленной периодичностью путем проведения необходимых картографо-геодезических работ и обновляемые непрерывно за счет механизмов межведомственного информационного взаимодействия (в частности, с ЕГРН).

Ортофотопланы масштабов 1:2000, 1:5000 и 1:10 000, являющиеся основой базы данных ЕЭКО, создаются по материалам аэрофотосъемки. Ортотрансформированные изображения местности масштабов 1:25 000, 1:50 000 и 1:100 000 и необходимые для их построения цифровые модели рельефа (ЦМР) создаются по материалам космической съемки и представляются в виде сплошного покрытия.

Как отмечалось выше, проект Правил предусматривает, что мониторинг актуальности сведений, содержащихся в базе данных, осуществляет оператор государственной информационной системы ведения ЕЭКО. Кроме того, внесение данных ЕГРН, Государственного каталога географических названий и Федеральной информационной адресной системы (ФИАС), а также иных сведений, представляемых с использованием координат, которые будут включаться в состав ЕЭКО, потребует от оператора не только знаний и опыта в области информационных технологий, но и технологических компетенций в картографо-геодезической сфере.

Реализация проекта создания и ведения ЕЭКО потребует проведения ряда научно-исследовательских и опытно-

Состав и порядок обновления сведений ЕЭКО

Наименование сведений	Источник формирования	Форма представления	Периодичность обновления	Обоснование
Ортофотопланы или цифровые планы и карты открытого содержания	Аэро- и космическая съемка	Растровая / векторная	Согласно Приказу Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848	Приказ Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848
Гидрография и гидротехнические сооружения	Аэро- и космическая съемка	Векторная	Согласно Приказу Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848	Приказ Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848
Населенные пункты	Аэро- и космическая съемка	Векторная	Согласно Приказу Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848	Приказ Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848
Промышленные, сельскохозяйственные и социально-культурные объекты	Аэро- и космическая съемка	Векторная	Согласно Приказу Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848	Приказ Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848
Дорожная сеть и дорожные сооружения	Аэро- и космическая съемка	Векторная	Согласно Приказу Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848	Приказ Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848
Растительный покров и грунты (древесная, кустарниковая, травянистая растительность, пашня, болота, прочие земли (пески, каменистые россыпи, нарушенные земли и т. п.)	Аэро- и космическая съемка	Векторная	Согласно Приказу Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848	Приказ Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848
Границы административных территорий и муниципальных образований	ЕГРН	Векторная	Непрерывный мониторинг	Востребовано большинством пользователей
Границы населенных пунктов	ЕГРН	Векторная	Непрерывный мониторинг	Востребовано большинством пользователей
Сведения о территориальных зонах	ЕГРН	Векторная	Непрерывный мониторинг	Востребовано большинством пользователей
Границы зон с особыми условиями использования территорий	ЕГРН	Векторная	Непрерывный мониторинг	Востребовано большинством пользователей
Названия муниципальных образований	ЕГРН	Текстовая	Непрерывный мониторинг	Востребовано большинством пользователей
Географические названия	Государственный каталог географических названий	Координатная привязка	Непрерывный мониторинг	Приказ Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848
Адреса	ЕГРН и ФИАС	Координатная привязка	Непрерывный мониторинг	Востребовано большинством пользователей
Информация о рельефе	Данные ДЗЗ	ЦМР	Согласно Приказу Минэкономразвития России от 13 ноября 2015 г. № 848	Востребовано большинством пользователей

конструкторских работ. В частности, необходимо:

1. Конкретизировать положения Приказа в части объектового состава сведений картографической основы ЕГРН — разработать необходимые классификаторы и правила цифрового описания включаемых в нее пространственных объектов.

2. Разработать методику привязки данных Государственного каталога географических названий к сведениям ЕЗКО.

3. С учетом того, что на данный момент в ФИАС отсутствует координатная привязка адресов, Росреестру и ФНС России следует предусмотреть такие работы на основе данных ФИАС и ГКН, поскольку большая часть адресов в ГКН уже ссылается на записи в базе данных ФИАС. В связи с этим необходимо разработать методику координатной привязки сведений ФИАС

для дальнейшего включения в ЕЗКО.

Разрабатываемые в настоящее время нормативные акты, направленные на реализацию Федерального закона от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», по мнению редакции журнала, до их утверждения должны анализироваться не только на уровне Минэкономразвития России с участием Росреестра и государственных учреждений, но и в более демократичной форме, включая публикацию для обсуждения проектов нормативных актов на сайтах Минэкономразвития России и Росреестра.

В настоящее время площадкой, где проходит открытое рассмотрение проектов нормативно-правовых актов, на-

правленных на повышение качества регулирования работ в области геодезии, картографии и пространственных данных, специалистами государственных организаций и коммерческих компаний, стали заседания научно-технического совета АО «Роскартография». Повысить практическую отдачу таких мероприятий можно, продолжив обсуждение выявленных проблем с более широкой аудиторией за счет публикаций в электронных и печатных профессиональных изданиях.

Предлагаем представителям компаний различной формы собственности, высших учебных заведений и специалистам-практикам, опираясь на собственные знания и опыт, поделиться своим мнением о представленных в данной статье проблемах на страницах журнала «Геопрофи».



ГРУППА КОМПАНИЙ АО «РОСКАРТОГРАФИЯ»

- 18 аэрогеодезических предприятий
- 7 научно-производственных предприятий
- 3 маркшейдерских предприятия
- 3 картографических фабрики
- 1 картсоставительское 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
- Комплексные решения по созданию и ведению фондов пространственных данных



109316, Москва, Волгоградский проспект, д. 45, стр.1. Тел. +7 (499) 177-50-00
www.roscartography.ru e-mail: info@roscartography.ru

СОБЫТИЯ

Международная конференция «Археология и история Боспора» (Керчь, 11–13 августа 2016 г.)

Конференция была посвящена 190-летию Керченского музея древностей (правопреемником которого является Восточно-Крымский историко-культурный музей-заповедник) и 200-летию коллекции музея. Ее организаторами выступили Министерство культуры Республики Крым, Восточно-Крымский историко-культурный музей-заповедник, Крымский университет культуры, искусства и туризма, Керченский морской технологический университет.

Участники конференции заслушали около 40 докладов, объединенных главной темой — археологическими исследованиями, направленными на изучение истории Боспора. Эти материалы опубликованы в сборнике «Таврические студии». В докладах не раз отмечалась роль проекта «Экспедиция CREDO» в качественном топографо-геодезическом обеспечении археологических исследований.

С докладом «Топографические работы на археологическом памятнике Багерovo-Северное» выступил представитель компании «Кредо-Диалог»



А.П. Пигин совместно с Н.И. Винокуровым (Московский педагогический государственный университет). На примере работ на античном памятнике Багерovo-Северное внимание слушателей были представлены методика и технология топографо-геодезических работ, обеспечивающие возможности объединения в единой координатной среде разнородных и разновременных картографических материалов, планов и схем. Окончательные результаты представляются в виде цифровой топографической модели археологического памятника, которая позволяет формировать и выпускать планы разного назначения, содержания и масштаба, а также продолжать ее наполнение данными последующих археологических исследований.

Участники конференции провели выездное заседание на античном городище Пантикапей, где ознакомились с результатами новых исследований, которые по праву позволяют считать Керчь — наследницу Пантикапея — древнейшим городом на территории Российской Федерации. Презентацию на раскопах на склонах горы Митридат провел В.П. Толстикова, руководитель Боспорской (Пантикапейской) археологической экспедиции (Государственный музей изобразительных искусств им. А.С. Пушкина). В самом свежем раскопе «Новый Верхний Митридатский» он представил остатки зданий Пантикапея. Руководители археологических экспедиций, работающие на античных памятниках Керченского полуострова (Европейского Боспора), подтвердили вывод В.П. Толстикова о том, что открытые в 2014–2015 гг. остатки строительных комплексов относятся к 620–590 гг. до н. э.

В рамках конференции была открыта приуроченная к юбилею музея выставка одного экспоната из фондов Государственного Эрмитажа — «Большой лекиф Ксенофанта». Это первая в Керчи выставка, где экспонируется шедевр археологии, найденный в XIX веке в захоронении на пантикапейском некрополе и хранящийся в



собрании Государственного Эрмитажа.

В адрес руководства музея были получены многочисленные поздравления и приветствия от органов государственной власти РФ, федеральных органов исполнительной власти Республики Крым, музеев, историко-культурных заповедников, учебных заведений и других организаций, в том числе от компании «Кредо-Диалог». В связи с юбилеями музея и его коллекции, компания «Кредо-Диалог» передала Восточно-Крымскому историко-культурному музею-заповеднику новую систему CREDO ТОПОГРАФ. Компания «Кредо-Диалог» надеется, что использование технологий CREDO поможет специалистам отдела охранных археологических исследований музея качественно выполнять топографические работы на исторических объектах, создавать документацию в электронном виде как исследований, так и охранных мероприятий, проводить музеефикацию археологических памятников.

В процессе работы конференции состоялись многочисленные встречи и обсуждения насущных вопросов сотрудничества археологических экспедиций и музея с компанией «Кредо-Диалог» в проекте «Экспедиция CREDO».

А.П. Пигин («Кредо-Диалог», Республика Беларусь)

▼ **VI Международная школа по спутниковой навигации (Москва, 19–24 сентября 2016 г.)**

Организатором данного мероприятия выступило АО «Российские космические системы», входящее в Госкорпорацию «Роскосмос» и отвечающее за создание и дальнейшее развитие глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС. Содействие в проведении VI Международной школы по спутниковой навигации оказал Ме-



мориальный музей космонавтики, предоставив для проведения занятия зал и демонстрационное оборудование.

В этом году занятия в школе по спутниковой навигации были нацелены на популяризацию возможностей ГЛОНАСС, развитие навигационных сервисов и практическое применение геоинформационных технологий. Слушателями школы стали более 40 специалистов российских и зарубежных компаний и организаций, использующих технологии спутниковой навигации и данные дистанционного зондирования Земли при разработке комплексных решений по навигационным и геоинформационным услугам, предоставляемым потребителям.

Открывая VI Международную школу по спутниковой навигации, Г.Г. Ступак, директор проектов и заместитель генерального конструктора АО «Российские космические системы», отметил: «ГЛОНАСС объединил не только колоссальную кооперацию научных, производственных, испытательных, образовательных организаций и учреждений, но и миллионы, сотни миллионов потребителей в мире. Система ГЛОНАСС непрерывно развивается. Россия с развертыванием и широкомасштабным внедрением ГЛОНАСС обретает навигационную независимость, приобретает высокотехнологичное стратегическое средство эконо-

мического и политического влияния. При этом интеграция различных глобальных навигационных спутниковых систем, их совместимость и взаимодополняемость, являются одной из основных целей международного сотрудничества по спутниковой навигации».

Занятия проходили в форме лекций и практических занятий. Слушатели получили знания и практические навыки в сфере создания, принципов работы, перспектив развития спутниковых навигационных технологий, в первую очередь, ГЛОНАСС, познакомились с особенностями применения навигационных и геоинформационных данных на транспорте, при проведении мониторинга высотных зданий и мостов, обеспечении точного земледелия, геодезических и кадастровых работ. Рассматривались также актуальные вопросы правового и технического регулирования в области навигационной деятельности.

Лекционные и практические занятия проводили специалисты организаций ракетно-космической отрасли и вузов: АО «Российские космические системы», НП «ГЛОНАСС», АО «ГЛОНАСС», АО «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения», АО «НИИП центр «Природа», МГТУ им. Н.Э. Баумана, МИИГАиК, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и др.

Все слушатели школы получили номера журнала «Геопрофи», вышедшие в 2016 г.

За время работы Международной школы по спутниковой навигации с 2001 г. по 2016 г. свои знания и квалификацию повысили более 300 специалистов, представляющих различные компании и организации из России и других стран.

По информации АО «Российские космические системы»

ГИС «Терра» — очередные обновления

ГИС «Терра» предназначена для решения широкого спектра картографических задач, включающих работу с векторными пространственными данными и растровыми подложками. Она была внесена в «Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных» 18 марта 2016 г. На ее основе созданы комплексы «Терра.Геодезия» и «Терра.Топография».

«Терра.Геодезия» обеспечивает автоматизированную обработку геодезических измерений, включая импорт, уравнивательные вычисления и формирование отчетных документов. 5 сентября 2016 г. этот комплекс также был внесен в «Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных».

В комплексе «Терра.Топография», который позволяет создавать цифровые топографические планы крупных масштабов с библиотекой векторных условных знаков и шрифтов в строгом соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштаба 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500», появились новые функции:

- создание конусного откоса (террикона), откосов вскрыши, откосов отвала, откосов добычи и совмещенных уступов, а также наклонных подпорных стенок;
- пересчет координат точек с созданием общей таблицы исходных и пересчитанных координат при выгрузке каталога координат точек выбранного объекта;
- задание статуса точки (ситуационная, ситуационная без отметки) в классификаторе полевого кодирования;
- построение поперечных профилей;
- отображение пересечений с ЛЭП на продольном профиле;
- отображение высотных отметок на продольном профиле в точке пересечения различных коммуникаций;
- импорт точек из файлов в формате SDR.

Кроме того, комплекс «Терра.Топография» обеспечивает создание новых слоев линий электропередачи — ВЛ-20 кВ,

ВЛ-330 кВ, ВЛ-1150 кВ, позволяет оптимизационно редактировать трассы, значительно сокращая время на эту работу, и вставлять многострочный текст в поле «Сведения об объекте» окна информации.

Продолжаются работы над комплексом «Терра.Картография», который предназначен для решения широкого спектра картографических задач, включающих работу с векторными пространственными данными и растровыми подложками.

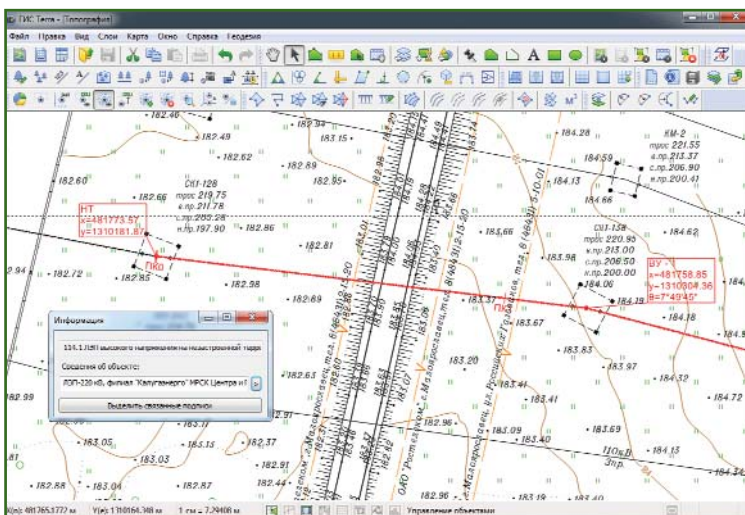
С более подробной информацией можно ознакомиться на сайте www.gisterra.ru.

По информации ПК «ГЕО»

А.Л. Охотин (ИРНИТУ) избран президентом Международного общества маркшейдеров

12–16 сентября 2016 г. в Брисбене (Австралия) прошел XVI Международный конгресс маркшейдеров (ISM2016). Участниками конгресса стали 360 ведущих специалистов из 53 стран. Российскую делегацию возглавил профессор А.Л. Охотин, заведующий кафедрой маркшейдерского дела и геодезии ИРНИТУ. В ее состав вошли преподаватели университета и представители горных предприятий - партнеров ИРНИТУ. Программа конгресса включала мероприятия по продвижению передовых технологий и использованию международного опыта производства маркшейдерских работ. А.Л. Охотин представил достижения кафедры маркшейдерского дела и геодезии ИРНИТУ в области сотрудничества с производственными предприятиями.

На конгрессе проходило избрание президента Международного общества маркшейдеров (International Society for Mine Surveying, ISM) сроком на следующие три года. Впервые международную команду профессионалов, широко извест-





топримечательностей города. Со сцены концертного зала мэрии с жителями Брисбена общались принц Чарльз с принцессой Дианой и другие европейские монархи, здесь также выступали с концертами такие легендарные группы, как Beatles и Rolling Stones.

Действующий президент ISM доктор Эндрю Ярош, представляющий Австралийский институт маркшейдеров, в соответствии с уставом ISM передал свои права вновь избранному президенту. Под аплодисменты коллег А.Л. Охотину были вручены знамя, большая красная печать и цепь, состоящая из мо-



ных среди ведущих горнодобывающих компаний мира, а также в научно-образовательной сфере, возглавил представитель России — А.Л. Охотин. Согласно уставу ISM, этот ответственный пост дает право президенту общества провести очередной Международный конгресс маркшейдеров в своей стране. По решению А.Л. Охотина, мировая элита маркшейдерского дела в 2019 г. соберется в Иркутске, в ИРННТУ, для обмена знаниями в области научных достижений, практики маркшейдерского и горного дела, геологии и геотехнологии.

Торжественная церемония инаугурации нового президента ISM проходила в мэрии г. Брисбена. Это старинное здание, которое украшает башня с часами, является одной из главных дос-

делей флагов стран, представители которых являются членами ISM, а также колокольчик, собирающий всех на заседания ISM.

На торжественной церемонии А.Л. Охотин был одет в китель горного инженера. По его образцу будет сшита форма для всех сотрудников кафедры маркшейдерского дела и геодезии ИРННТУ, которая в октябре 2016 г. отметит 65-летие.

А.Л. Охотин заверил, что будет делать все возможное для процветания ISM. Несомненной изюминкой его выступления явилось обращение к участникам конгресса на шести языках, что вызвало живую реакцию в зале: «Должность президента предусматривает много обязанностей и дает немало возможностей, которыми мы будем

пользоваться. В связи с этим важно отметить, что Союз маркшейдеров России также требует активации действий, и мы будем этим заниматься, привлекая талантливую молодежь. Подготовка к Международному конгрессу маркшейдеров, который пройдет в Иркутске, уже началась. Она предусматривает совместную научно-исследовательскую работу и выполнение проектов с горнодобывающими предприятиями России и зарубежных стран».

Нового президента ISM поздравили российские и зарубежные коллеги. По словам заведующего кафедрой маркшейдерского дела и геодезии Горно-геологического университета «Св. Ивана Рилски» (София, Болгария) С. Топалова, за многие годы работы в ISM он успел познакомиться с деятельностью кафедры маркшейдерского дела и геодезии ИРННТУ и неоднократно обсуждал актуальные вопросы с А.Л. Охотиным на предыдущих конгрессах. Также он отметил: «Меня всегда поражал творческий подход, который реализуют коллеги из Иркутска в работе своей кафедры. Можно сказать, что я даже немного завидую их возможности активно трудиться в то время, когда во всем мире горная промышленность испытывает определенные экономические трудности. Сотрудников кафедры маркшейдерского дела и геодезии ИРННТУ отличает высокий уровень профессионализма. Этот коллектив применяет в своей работе все самое передовое, поскольку в нашей профессии быстрее, чем в других областях, развиваются новые технологии, разрабатывается высокотехнологичное оборудование».

С более подробной информацией можно ознакомиться на сайтах www.ism2016.com и www.istu.edu.

**По информации
пресс-службы ИРННТУ**

НОВЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН О ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ И СОЗДАНИЕ ИПД РФ

В.Л. Глезер (АО «Роскартография»)

В 1976 г. окончил факультет автоматики и вычислительной техники Московского института инженеров железнодорожного транспорта (в настоящее время — Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II) по специальности «прикладная математика». После окончания института работал в ЦНИИС, с 1980 г. — в Московском институте инженеров землеустройства, с 1992 г. — в РосНИЦ «Земля» — ФКЦ «Земля», с 2013 г. — в ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД». С 2015 г. работает в АО «Роскартография», в настоящее время — заместитель директора Научно-технологического центра. Кандидат технических наук.

▼ Концепция ИПД РФ

Распоряжением Правительства РФ от 21 августа 2006 г. № 1157-р была одобрена Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации (далее — Концепция ИПД РФ) [1].

Можно констатировать, что этот документ дал определенный импульс работам по созданию компонентов инфраструктуры пространственных данных на региональном и муниципальном уровнях. В настоящее время практически все федеральные органы исполнительной власти и значительное число органов государственной власти субъектов РФ, а также органов местного самоуправления, создали и развивают геопорталы для обеспечения исполнения возложенных на них функций.

Имеется ряд успешных проектов, реализующих с разной степенью полноты компоненты ИПД РФ [2]. К их числу можно отнести, в частности, следующие:

- геопортал Роскосмоса;
- географический портал Воронежской области;

- геопортал Республики Коми;

- геопортал электронного правительства Самарской области;

- публичную кадастровую карту Росреестра;

- геопортал Белгородской области;

- региональную геоинформационную систему Санкт-Петербурга;

- отраслевой узел Единого геоинформационного пространства города Москвы (геопортал Москомархитектуры);

- Федеральную государственную информационную систему территориального планирования (ФГИС ТП);

- геопортал Кировской области;

- геопортал Республики Татарстан;

- геопортал Республики Бурятия.

Созданы и широко используются различные коммерческие ресурсы пространственных данных. Наиболее известным проектом такого рода в России является поисково-информационная картографическая служба Яндекс. Карты. Среди российских картографических краудсорсинговых проектов следует

отметить сервис Яндекс. Народная карта.

В то же время, накопленный за прошедшее десятилетие опыт показывает, что некоторые положения Концепции ИПД РФ не согласуются со сложившейся в Российской Федерации системой обеспечения картографо-геодезической информацией и не конкретизированы с точки зрения их практической реализации.

▼ Базовые пространственные данные

В первую очередь, это относится к декларированной в Концепции ИПД РФ идее создания системы базовых пространственных данных (БПД). Рассмотрим подробнее это понятие.

Базовые пространственные данные определяются в Концепции ИПД РФ как «разрешенные к открытому опубликованию цифровые данные о наиболее используемых пространственных объектах, отличающихся устойчивостью пространственного положения во времени и служащих основой позиционирования других пространственных объектов» [1], состав которых предлагается устанав-

ливать путем принятия соответствующих нормативно-правовых актов.

При этом одним из первых шагов по реализации Концепции ИПД РФ должна стать разработка и принятие нормативно-правовых актов, регулирующих порядок создания и использования базовых пространственных данных.

Кроме неконкретности предлагаемых признаков, по которым пространственные данные будут относиться к категории базовых, очевидным недостатком предлагаемого определения является то, что в него не укладывается ряд типов данных, применяемых большинством специалистов в качестве базовых — ортофотоизображения, цифровые модели рельефа и т. п.

В соответствии с ГОСТ Р 52438-2005 «Географические информационные системы. Термины и определения» [3], базовые пространственные данные определяются как общедоступная часть ресурсов пространственных данных, включающая информацию о координатной основе и избранных пространственных объектах, необходимых для их позиционирования. При этом указывается, что «отбор пространственных объектов для включения в состав БПД проводится с учетом позиционной точности, востребованности данных, возможности их поддержания в актуальном состоянии, наличия правовой защиты от искажения и экономической целесообразности длительного хранения» [3].

Данное определение также не дает конкретного пояснения термина, а лишь в самом общем виде перечисляет признаки базовых пространственных данных.

Следует заметить, что в тексте Директивы 2007/2/ЕС Европейского парламента и Совета Европы по созданию инфраструктуры пространственной

информации ЕС (Infrastructure for Spatial Information in the European Community — INSPIRE) от 14 марта 2007 г. отсутствует понятие базовых пространственных данных. Вместо этого по отдельным темам (тематическим слоям), приведенным в приложениях I, II и III, дается описание всего информационного ресурса INSPIRE в целом [4].

В Директиве INSPIRE определены 34 темы с наборами данных, которые будут предоставляться потребителям в результате ее реализации. Причем, создания новых наборов данных не требуется (статья 4, п. 4). Эти наборы данных должны обеспечиваться стандартизованными метаданными и соответствовать правилам реализации, дающими возможность их совместного использования и гармонизацию. Темы объединены в группы в зависимости от сроков обеспечения соответствующими метаданными и разработки необходимых правил реализации. Следует отметить, что в совокупности темы покрывают практически весь объектовый состав топографических и основных тематических карт. Кроме того, содержание многих тем определено в весьма общем виде так, что их фактическое содержание на самом деле устанавливается соответствующими спецификациями данных.

▼ **Федеральный закон о геодезии, картографии и пространственных данных**

30 декабря 2015 г. был принят Федеральный закон № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее — Федеральный закон № 431-ФЗ) [5].

В рамках данной статьи мы не будем останавливаться на обсуждении всего закона в целом или его отдельных положений.

Необходимо отметить, что основная часть положений Федерального закона № 431-ФЗ будет введена в действие 1 января 2017 г. и их реализация подразумевает принятие свыше 40 подзаконных нормативных актов.

Сравним основные положения Федерального закона № 431-ФЗ и Концепции ИПД РФ.

Во-первых, необходимо отметить, что само понятие пространственных данных в Федеральном законе № 431-ФЗ трактуется по иному, чем в Концепции ИПД РФ. В Концепции ИПД РФ пространственные данные определяются как «цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении, форме и свойствах, представленные в координатно-временной системе» [1]. В Федеральном законе № 431-ФЗ дается следующее определение: «пространственные данные — данные о пространственных объектах, включающие сведения об их форме, местоположении и свойствах, в том числе представленные с использованием координат» [5]. Таким образом, в контексте Федерального закона № 431-ФЗ отсутствует требование цифрового представления данных об объектах и термин «пространственные данные» фактически становится синонимом картографо-геодезических материалов и данных.

Во-вторых, в Федеральном законе № 431-ФЗ отсутствует понятие базовых пространственных данных, не дается определение и не упоминается термин «инфраструктура пространственных данных».

Означает ли это, что в Федеральном законе № 431-ФЗ полностью отсутствует преемственность с ранее принятой Концепцией ИПД РФ и задача создания ИПД снимается с повестки дня? Остановимся на этом вопросе более подробно.

▼ Реализация Концепции ИПД РФ в рамках Федерального закона № 431-ФЗ

Согласно Концепции ИПД РФ, инфраструктура пространственных данных Российской Федерации определяется как территориально распределенная система сбора, обработки, хранения и предоставления потребителям пространственных данных. Ее образует совокупность следующих взаимосвязанных компонентов: информационные ресурсы, включающие базовые пространственные данные и метаданные; организационная структура; нормативно-правовое обеспечение; технологии и технические средства.

Федеральный закон № 431-ФЗ также подразумевает создание системы сбора, обработки, хранения и предоставления потребителям картографо-геодезической информации, причем в основных чертах соответствующей положениям Концепции ИПД РФ.

Как уже отмечалось выше, понятие базовых пространственных данных и объектов в Федеральном законе № 431-ФЗ отсутствует. Вместо него в статье 20 введены понятия Единой электронной картографической основы (ЕЭКО) и сведений, подлежащих представлению с использованием координат и находящихся в распоряжении органов государственной власти и органов местного самоуправления, перечень которых утверждается Правительством РФ.

Согласно Концепции ИПД РФ, базовые пространственные данные являются открытым доступным государственным информационным ресурсом и предоставляются потребителям в порядке, устанавливаемом законодательством РФ. Плата за пользование базовыми пространственными данными устанавливается в соответствии с законодательством РФ в области информации. Федеральный закон № 431-ФЗ

формулирует аналогичные требования к ЕЭКО и перечню пространственных данных.

В Концепции ИПД РФ декларируется, что состав базовых пространственных данных предлагается устанавливать путем принятия соответствующих нормативно-правовых актов. Такие же требования по отношению к ЕЭКО и перечню пространственных данных содержатся в статьях 18 (п. 1) и 20 (п. 4) Федерального закона № 431-ФЗ.

В Концепции ИПД РФ предполагалось, что базовые пространственные данные обязательны для использования всеми органами государственной власти и органами местного самоуправления, юридическими и физическими лицами, участвующими в создании пространственных данных. В статье 23 Федерального закона № 431-ФЗ говорится: «При осуществлении картографической деятельности для нужд органов государственной власти и органов местного самоуправления обязательно должны использоваться пространственные данные и материалы, содержащиеся в федеральном фонде пространственных данных, а с 1 января 2018 г. также сведения единой электронной картографической основы».

Согласно Концепции ИПД РФ, базовые пространственные данные создаются в соответствии с техническими регламентами и стандартами. В статье 18 (п. 5) Федерального закона № 431-ФЗ объясняется, что «порядок и способы предоставления физическим и юридическим лицам сведений, включенных в перечень пространственных сведений, требования к формату их представления в электронной форме определяются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-пра-

вовому регулированию в сфере геодезии и картографии».

Также нет принципиальных отличий в подходах Концепции ИПД РФ и Федерального закона № 431-ФЗ в части роли и значения накопления и использования сведений о пространственных данных (метаданных).

Приведенный выше анализ позволяет сделать вывод, что Федеральный закон № 431-ФЗ в основных своих чертах отражает идеи, заложенные в Концепции ИПД РФ. Разумеется, окончательный вывод о том, в какой мере Федеральный закон № 431-ФЗ будет способствовать достижению поставленной в Концепции ИПД РФ цели — создание условий, обеспечивающих свободный доступ органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций и граждан к пространственным данным и их эффективное использование, можно будет сделать только после 1 января 2017 г., когда Федеральный закон № 431-ФЗ и подзаконные акты, раскрывающие его основные положения, будут введены в действие.

▼ Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 21 августа 2006 г. № 1157-р «Об утверждении концепции создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации».
2. Интернет-портал GISGeo. Раздел «Каталог. Геопорталы России». — <http://gisgeo.org>.
3. Национальный стандарт РФ. ГОСТ Р 52438-2005 «Географические информационные системы. Термины и определения». — М.: Стандартинформ, 2006.
4. European Commission. Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). — <http://inspire.ec.europa.eu>.
5. Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

моделирование реальности CONTEXT CAPTURE

ContextCapture™ трехмерное фотограмметрическое программное решение, автоматически генерирующее реалистичные трехмерные модели из обычных цифровых фотографий.

С точностью, ограниченной только разрешением исходных фотографий, **ContextCapture™** делает возможными создание трехмерных моделей существующих объектов, размером от нескольких сантиметров до целых городов.

ЦИФРОВЫЕ ФОТОГРАФИИ

РЕАЛЬНАЯ 3D ГЕОМЕТРИЯ

ВЫСОКОТОЧНЫЕ МОДЕЛИ



ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

КРУПНОМАСШТАБНАЯ
3D КАРТОГРАФИЯ

ТОПОГРАФИЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
СТРОИТЕЛЬСТВО,
ЭКСПЛУАТАЦИЯ

КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ

ШАХТЫ И КАРЬЕРЫ

ГЕОЛОГИЯ

И МНОГОЕ ДРУГОЕ...

www.bentley.com/contextcapture



© 2016 Bentley Systems, Incorporated. Bentley, логотип Bentley в виде буквы B и ProjectWise являются охраняемыми товарными знаками или товарными знаками и знаками обслуживания компании Bentley Systems, Incorporated или одной из ее дочерних компаний, прямо или косвенно находящихся в полной собственности. Прочие товарные знаки и наименования продуктов являются собственностью соответствующих владельцев.

* по результатам рейтинга ENR

МЕТОДИКА ВЫНОСА ПРОЕКТНЫХ ТОЧЕК НА МЕСТНОСТЬ В WGS-84

Н.К. Шендрик (СГУГиТ, Новосибирск)

В 1971 г. окончил Новосибирский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (в настоящее время — Сибирский государственный университет геосистем и технологий, СГУГиТ) по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института работал инженером на Предприятии № 8 ГУГК СССР в астрономо-геодезической партии на фотографических наблюдениях ИСЗ. С 1979 г. работает в СГУГиТ, в настоящее время — заведующий лабораторией кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования.

Геодезическое обеспечение работ в кадастре, строительстве и др. выполняется преимущественно с применением специализированной спутниковой аппаратуры зарубежного производства, которая в качестве рабочей системы координат использует WGS-84. Но на территории Российской Федерации приняты свои системы координат — государственные (СК) и местные (МСК). Поэтому для реализации задачи выноса проектных точек на местность необходимо выполнять соответствующую настройку программного обеспечения (ПО) базовой станции и/или полевого контроллера для обеспечения работы в режиме реального времени (RTK). Такая настройка предполагает указание параметров для проекции Гаусса-Крюгера и параметров ключа перехода от государственных СК к МСК, которые, в настоящее время, пока еще относятся к категории сведений для служебного пользования. В данной ситуации естественно предположить, что полевые геодезические работы по выносу точек на местность удобнее выполнять непосредственно в WGS-84, а преобразования координат и высот проводить в камеральных условиях. Кроме того, для работы с навигационной точностью становится доступным использовать профессиональные и бытовые смартфоны и планшеты со встроенными GPS-навигаторами, в которых, зачастую, отсутствуют

возможности настройки на пользовательские системы координат.

▼ Алгоритм преобразования пространственных координат

Предлагается следующая методика для пространственного определения и выноса проектных точек на местность в системе координат WGS-84, которую изложим в форме текстового алгоритма.

1. В качестве исходных данных примем некоторый набор проектных значений координат и высот точек, которые могут быть заданы в любой системе координат. Главное условие, чтобы для исходной СК была установлена связь с WGS-84. Для местных систем координат эта связь может быть установлена в виде следующей цепочки: МСК → государственная СК → WGS-84. Если высоты не используются по условиям задачи, например, при выполнении кадастровых работ, они должны быть определены по карте или по плану местности хотя бы с точностью средних высот для искомого участка. Это необходимо для преобразования из СК (МСК) в пространственную геоцентрическую систему координат WGS-84.

2. По ключу преобразования, алгоритм которого будет рассмотрен ниже, переопределим плоские координаты и нормальные высоты проектных точек таким образом, чтобы в проекции

Гаусса-Крюгера они соответствовали их отображению в WGS-84 (подобные преобразования могут выполняться также между любыми системами координат, например, между СК-42 и СК-95 или ГСК-2011 и др.). Погрешности преобразования по такому ключу будут в полной мере характеризовать точность рассматриваемой методики. Но природа этих погрешностей определяется только точностью положений пунктов в обеих системах координат. Высокая точность преобразования возможна лишь в случае, когда обе системы координат являются их высокоточными аналогами [1, 2]. Для более точного представления нормальных высот рекомендуется использовать глобальную модель геоида EGM2008 [3–5].

3. Выполним пространственное преобразование координат и высот, полученных на этапе 2, из исходной СК в WGS-84 по методу Гельмерта или Молоденского. Выбор метода и точность параметров пространственного преобразования (в пределах до 10–15 м) не имеют существенного значения, в то время как параметры эллипсоидов для исходной СК и WGS-84 должны быть указаны точно. Погрешности, обусловленные выбором метода и числовыми значениями параметров пространственного преобразования, исключаются в результате применения ключа на этапе 2. Более важным, с учетом формирования параметров ключа

ча, является соблюдение условия вида (1) взаимно однозначного преобразования (отображения) координат точек из исходной СК в WGS-84 и обратно [6]:

$$\begin{aligned} f: \{x, y, h\} &\rightarrow \{B, L, H\} \text{ и} \\ f^{-1}: \{B, L, H\} &\rightarrow \{x, y, h\}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\{x, y, h\}$ и $\{B, L, H\}$ — элементы (координаты и высоты) множества точек в исходной СК и WGS-84, соответственно;

h и H — нормальная и геодезическая высоты;

f и f^{-1} — функции взаимно однозначного отображения.

Функции f и f^{-1} в данном случае реализуются через параметры преобразования Гельмерта ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z, \omega_x, \omega_y, \omega_z, \Delta m$) или параметры ($\Delta X, \Delta Y, \Delta Z, \Delta a, \Delta f$) преобразования Молоденского, в которых $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ — сдвиги начала пространственных прямоугольных координат между исходной СК и WGS-84; $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ — углы разворота между направлениями осей координат; Δm — поправка в масштаб длин линий; Δa — разность больших полуосей; Δf — разность сжатий эллипсоидов.

4. На заключительном этапе координаты и высоты точек в WGS-84 преобразуем к требуемому виду и формату для использования в полевой аппаратуре — контроллере и кодовом навигационном приемнике, смартфоне или планшете со встроенным GPS-навигатором.

5. По полученным проектным координатам в WGS-84 точки стандартным способом могут быть вынесены на местность с геодезической точностью в режиме RTK или определены с навигационной точностью.

Как можно видеть, основным звеном в данной методике является использование ключа преобразования плоских прямоугольных координат в одной и той же зоне проекции Гаусса-Крюгера и высот из одной СК в другую. Вычисление параметров ключа может являться независимым этапом работы и использоваться для геодезического обес-

печения территории отдельного объекта, административного района или региона в целом.

▼ Авторский вариант формирования ключа преобразования

Рассмотрим подробнее предлагаемый автором вариант формирования ключа преобразования. Ключ состоит из семи параметров, относящихся к заданному началу координат и району работ, а именно:

$\{x_0, y_0, X_0, Y_0, \Delta H_0, \gamma, \Delta m\}$, (2)
где x_0, y_0 — значения плоских координат в точке начала координат в исходной СК;

X_0, Y_0 — значения плоских координат в точке начала координат, полученные из WGS-84 в результате преобразования Гельмерта (Молоденского) в проекцию Гаусса-Крюгера на эллипсоид исходной СК;

ΔH_0 — разность значений в точке начала координат между нормальной высотой и высотой, полученной в результате пространственного преобразования из WGS-84;

γ — угол разворота между осями плоских координат в исходной СК и преобразованными из WGS-84;

Δm — разность масштабов длин линий.

Вычисление параметров ключа преобразования выполняется следующим образом. Если в одной и той же зоне в проекции Гаусса-Крюгера для двух СК имеются два ряда плоских координат и высот пунктов геодезической сети, то параметры ключа можно найти по приведенному ниже алгоритму.

1. Выполняется расчет дирекционных углов и длин линий с каждого пункта на все другие пункты геодезической сети по координатам в каждой СК.

2. Вычисляются разности дирекционных углов и длин линий с каждого пункта на все другие пункты геодезической сети между двумя СК.

3. Определяются средние арифметические значения для

разностей дирекционных углов $\gamma_{ср}$, разностей длин линий $\Delta S_{ср}$ и средней длины линии $S_{ср}$ для геодезической сети в целом по всем ранее полученным комбинациям вычислений.

4. Вычисляется поправка в масштабный коэффициент по формуле $\Delta m = \Delta S_{ср}/S_{ср}$ для преобразования длин линий.

5. В качестве начала координат назначается один из пунктов геодезической сети с координатами x_0, y_0, h_0 и X_0, Y_0, H_0 . Соответственно, следует: $\Delta H_0 = h_0 - H_0$ и $\gamma = \gamma_{ср}$.

Таким образом, все параметры ключа вида (2) полностью будут определены в соответствии с критерием метода наименьших квадратов путем применения простой арифметической середины. Данный алгоритм был неоднократно апробирован автором [1, 2, 7].

Тестирование алгоритма выполнялось, в частности, путем сравнения с результатами калибровки в ПО Trimble Business Center для первой очереди сети постоянно действующих базовых станций Новосибирской области. Средние квадратические погрешности (СКП) составили в плане 0,002–0,004 м по каждой из осей координат [5]. Погрешности по высоте существенно зависят от точности высотной основы и точности модели геоида (квазигеоида), которая связывает геодезические и нормальные высоты. СКП вычисления нормальных высот по ключу преобразования с моделью EGM2008 для Новосибирской области получились в пределах 0,03–0,04 м.

Особенностями данного алгоритма могут считаться:

1) принципиальная возможность вычисления параметров ключа преобразования по двум пунктам геодезической сети;

2) отсутствие влияния геометрии расположения пунктов, участвующих в определении параметров ключа преобразования, на точность вычислений.

Для образования ключа на обширной территории можно

рекомендовать сеть постоянно действующих базовых станций с реконструированными координатами и высотами по способу итераций [2]. В этом случае можно получить единый ключ (если позволяет геологическая ситуация) на значительную площадь, вплоть до территории субъекта РФ [5].

▼ Апробация методики

С целью практической проверки методики в навигационном режиме были использованы реальные координаты из кадастрового плана территории в местной системе координат МСК–55 для поворотных точек границ пяти земельных участков сельскохозяйственного назначения в Марьяновском районе Омской области. Отвод земельных участков был ранее выполнен специалистами ООО «Земля» картометрическим способом в ГИС MapInfo, с использованием материалов аэрофотосъемки с точностью выноса границ 2,5 м. Задача заключалась в идентификации характерных точек границ земельных участков на общедоступных для пользователей сети Интернет космических снимках, оцифрованных в WGS–84, и определении таким образом местоположения земельных участков на местности. Так как данная работа выполнялась дистанционно, без выезда на объект, вычислить ключ преобразования для данной территории не представлялось возможным. Поэтому был задействован ключ преобразования от реконструированной СК–42 к системе ITRF2005 (WGS–84) на территорию размещения сети постоянно действующих базовых станций Новосибирской области. Таким образом, действие ключа преобразования было экстраполировано за пределы территории его определения в среднем на расстояние порядка 700 км. Результат определения характерных точек границ земельных участков на космическом снимке показан на рисунке.

Как видно из рисунка, расчетные положения точек достаточно точно совпадают с естественными контурами леса, дорог и контуром поля после сельскохозяйственной обработки, которые являются характерными точками границ участков.

Таким образом, данная методика преобразования координат из МСК в WGS–84 дает возможность определять границы местоположения земельных участков сельскохозяйственного назначения на местности инструментально, даже с помощью бытовых GPS-навигаторов. Собственники земельных участков, проживающие в других регионах России или за рубежом, могут на космических снимках, оцифрованных в WGS–84, не только определять границы своих участков на местности, но и осуществлять мониторинг их использования по данным периодических съемок. Данная методика может быть полезна фермерам-арендаторам с целью контроля границ обрабатываемых участков с помощью GPS-навигаторов с внешней антенной, которые легко установить на сельскохозяйственные машины (тракторы, комбайны и др.). С этой точки зрения было бы целесообразным в интересах широкого круга пользователей в кадастровый план территорий и выписки из кадастрового паспорта, наряду с координатами границ земельных участков в МСК, включать геодезические координаты в системе WGS–84, которые могут быть вычислены, в частности, по предложенной методике.

▼ Список литературы

1. Шендрик Н.К. Оценка точности и методика реконструкции координат пунктов спутниковой сети базовых станций Новосибирской области в системе координат СК–42 // Интерэкспо Гео-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т. — Новосибирск: СГГА, 2014. — Т. 2. — С. 104–112.



Характерные точки границ земельных участков на космическом снимке

2. Шендрик Н.К. Способ итераций для высокоточной реконструкции координат пунктов локальных геодезических сетей // Геопрофи. — 2014. — № 5. — С. 44–48.

3. Гиенко Е.Г., Решетов А.П., Струков А.А. Исследование точности получения нормальных высот и уклонов отвесной линии на территории Новосибирской области с помощью глобальной модели геоида EGM2008 // Сб. матер. VII Междунар. науч. конгресса «Гео-Сибирь-2011». — Новосибирск: СГГА, 2011. — Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия. — Ч. 2. — С. 181–186.

4. Шендрик Н.К. К точности положений пунктов ПДБС Новосибирской области в государственной системе координат и высот // Интерэкспо Гео-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 3 т. — Новосибирск: СГГА, 2013. — Т. 3. — С. 21–27.

5. Шендрик Н.К. Исследование точности геодезической сети активных базовых станций Новосибирской области в государственной системе координат и высот // Геодезия и картография. — 2014. — № 1. — С. 2–7.

6. Рублев А.Н. Курс линейной алгебры и аналитической геометрии. — М: «Высшая школа», 1972.

7. Шендрик Н.К. Анализ результатов реконструкции координат и высот пунктов геодезической сети по способу итераций на месторождении «Русскинское» ОАО «Сургутнефтегаз» // Маркшейдерский вестник. — 2015. — № 4. — С. 15–18.

ТОРСОН

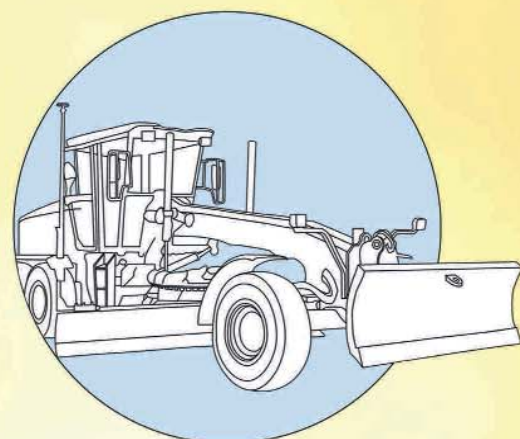
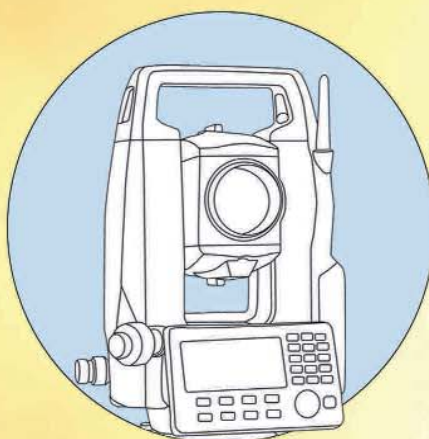
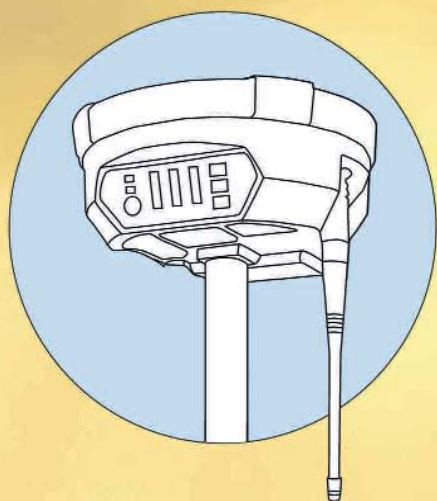
SOKKIA

VEGA
CONSTRUCTION INSTRUMENTS



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

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



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

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



www.geopribori.ru

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ДУГА СТРУВЕ. ОТ ТАЛЛИННА К САНКТ-ПЕТЕРБУРГУ

А.С. Богданов (Санкт-Петербургское общество геодезии и картографии)

В 1974 г. окончил Ленинградский топографический техникум (в настоящее время — факультет среднего профессионального образования Национального минерально-сырьевого университета «Горный») по специальности «геодезист», в 1984 г. — географический факультет Ленинградского государственного университета по специальности «физико-географ», в 2000 г. — Северо-западную академию государственной службы при Президенте РФ. После окончания техникума работал в Ленинградском топографическом техникуме, с 1996 г. — в Комитете по архитектуре и градостроительству Ленинградской области, с 2001 г. по 2015 г. — в Комитете по градостроительству и архитектуре г. Санкт-Петербурга. В настоящее время — заместитель председателя правления Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии. Кандидат технических наук. Заслуженный работник геодезии и картографии РФ.

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

В 1968 г. окончил Ленинградский электротехнический институт (в настоящее время — Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет) по специальности «гироскопические 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 ЗАО «Геодезические приборы», в настоящее время — заместитель генерального директора. Преподает в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете, профессор кафедры «Технология, организация и экономика строительства». Доктор технических наук.

По-прежнему не ослабевает интерес к истории развития наук о Земле, к числу которых относится и геодезия, одна из древнейших практических дисциплин. Изучение, восстановление и сохранение геодезических памятников как объектов исторического и культурного наследия Санкт-Петербурга, Северо-Западного федерального округа и Российской Федерации было и остается приоритетным направлением деятельности Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии (СПб ОГиК). Результаты этих работ регулярно публикуются на сайте СПб ОГиК, в его печатном издании — журнале «Изыскательский вестник», в журнале «Геопрофи», а также в других профильных изданиях [1–4], демонстрируются на различных конференциях, семинарах и курсах.

В своей деятельности СПб ОГиК взаимодействует с множеством организаций, и не случайно членов общества регулярно

приглашают на заседания международного Координационного комитета по управлению памятником «Геодезическая дуга Струве» (ГДС). Это связано с тем, что многие годы преподаватели и студенты профильных кафедр учебных заведений Санкт-Петербурга и других регионов России изучают объекты исторического наследия, связанные с именем выдающегося русского ученого В.Я. Струве по публикациям и презентациям членов общества.

Заседания Координационного комитета по управлению ГДС проводятся один раз в два года и организуются, как правило, в форме конференций с обязательными экскурсиями на пункты ГДС или памятные (культурно-исторических) места, связанные с градусным измерением.

Очередная плановая конференция (встреча на «Дуге Струве») прошла 7–8 сентября 2016 г. в столице Эстонии — городе Таллинне и была организо-

вана Земельным департаментом Министерства окружающей среды Эстонии. Работу по подготовке и проведению конференции возглавила Карин Колло, главный специалист департамента, избранная на период 2014–2016 гг. председателем Координационного комитета по управлению ГДС. В мероприятии приняли участие делегаты, представляющие страны, на территории которых находятся пункты ГДС, — Норвегию, Швецию, Финляндию, Россию, Эстонию, Латвию, Литву и Республику Беларусь, гости из этих стран и Бельгии (всего 38 человек). Представители Республики Молдовы и Украины, на территории которых также расположены пункты ГДС, не присутствовали на конференции. Российскую Федерацию в Координационном комитете по управлению ГДС в настоящее время официально представляет заместитель начальника управления Росреестра Н.К. Казеев.

Первый день конференции проходил в актовом зале Земельного департамента Министерства окружающей среды Эстонии и традиционно начался с приветствий в адрес ее участников. На открытии выступили: руководитель Земельного департамента Министерства окружающей среды Эстонии Тамбет Тиитс, представитель от Эстонии в ЮНЕСКО Маргит Сиим и председатель Координационного комитета по управлению ГДС Карин Колло.

По регламенту комитета доклады официальных представителей стран, через территорию которых проходит ГДС, составляют первую часть заседания. Эти доклады, по сути, являются отчетами о текущей работе, которая проводится государственными организациями и службами по сохранению и благоустройству памятных мест и сооружений на пунктах ГДС в соответствии с требованиями, предъявляемыми ЮНЕСКО к объектам Всемирного наследия. Постоянная работа стран-участников Координационного комитета по управлению ГДС включает также различные акции, направленные на пропаганду этих памятников истории, науки и культуры: издание буклетов, выпуск юбилейных монет, марок, видеоматериалов, организацию экскурсий, создание малых архитектурных форм, подготовку материалов для образовательных учреждений и многое другое. Следует отметить, что в докладах указывается на обязательное привлечение к участию в работе

по изучению и сохранению пунктов ГДС молодого поколения: студентов и школьников.

Доклад от Российской Федерации было поручено сделать заместителю председателя правления СПб ОГИК А.С. Богданову. Его выступление было посвящено совместным экспедициям Русского географического общества (РГО) и СПб ОГИК на остров Гогланд в период 2014–2016 гг., а также Малому базису Струве, заложенному в 1845–1850 гг. в Пулковской обсерватории, на котором лично В.Я. Струве и его ученики проводили исследования приборов, использовавшихся в измерениях на Русско-Скандинавской дуге (получившей позднее название — Геодезическая дуга Струве). А.С. Богданов рассказал о значении Малого базиса Струве для организации работ на ГДС, остановившись на его применении как метрологического средства измерений, а также выполнения функции базиса для связи триангуляций с Пулковской обсерваторией как началом координат. Малый базис впервые был упомянут В.Я. Струве в его знаменитом труде [5]. В 1887 г. учебная тригонометрическая сеть Пулковской геодезической школы, куда вошел Малый базис, стала составной частью обширной триангуляции, проложенной военными геодезистами КВТ Генерального штаба в российской части Финляндии, Санкт-Петербургской губернии и далее в Лифляндии до соединения с треугольниками градусного из-

мерения В.Я. Струве вдоль Дерптского меридиана. Пункт на западном конце базиса, названный «Сигнал А», благодаря своему положению вблизи центра Пулковской обсерватории, был одним из двух исходных для этой триангуляции. Указанная триангуляция связала Малый базис с ГДС геодезическими и астрономическими измерениями. Все сказанное позволяет утверждать, что созданный на территории Пулковской обсерватории базис непосредственно связан с именем В.Я. Струве и важнейшим событием российской геодезии XIX в. — градусным измерением Русско-Скандинавской дуги.

В заключительной части доклада А.С. Богданов остановился на роли СПб ОГИК в реставрации в 2011 г. мемориальных центров Малого базиса Струве, подчеркнув, что этот базис в настоящее время является памятником российской науки и техники. По образному выражению В.Б. Капцюга [4], «истории отечественной геодезии возвращен уникальный памятник, которому по многосторонности и длительности использования, богатству событий и имен, прямо или косвенно с ним связанных, нет аналогов».

Во второй части заседания были представлены еще два сообщения от России. С первым из них выступил член правления СПб ОГИК В.И. Глейзер. Он рассказал о работе, выполненной по инициативе общества в поселке Хальяла (Эстония), на тер-



Участники заседания Координационного комитета по управлению ГДС

ритории церкви Святого Маврикия (XIV в.), где со стены 9 яруса башни церкви в 1826–1827 гг. В.Я. Струве выполнил геодезические наблюдения, позволившие через пункт Мекипелюс (о. Гогланд) связать «Северную» и «Южную» континентальные части ГДС. Геодезическая съемка на территории церкви, которую осуществили сотрудники компании «Монада» (Эстония) в 2015 г., позволила определить в принятой для Эстонии системе координат положения геодезических инструментов, устанавливаемых при измерениях В.Я. Струве, и геометрического центра шпиля купола башни 1826 г. [6]. Цель этой работы заключалась в том, чтобы в процессе реставрационных работ, которые в настоящее время ведутся в церкви Святого Маврикия, увековечить память В.Я. Струве памятными знаками и мемориальной доской. Также рассматривалась перспектива включения пункта, названного В.Я. Струве Halljall, в официальный список памятника ЮНЕСКО «Геодезическая дуга Струве».

На заседании в качестве гостей присутствовали пастор церкви Святого Маврикия Маргит Нирги и директор компании «Монада» Е.И. Колпаков. Выполненная в поселке Хальяла работа — это яркий положительный пример успешного международного сотрудничества в области геодезической науки и практики, который еще раз подчеркивает тот факт, что ГДС является мощным связующим звеном времен и народов.

Второе сообщение от России сделал председатель Рязанского областного отделения РГО М.Г. Малахов. Он ознакомил участников заседания с результатами экспедиций 2014–2016 гг., проведенных под его руководством Рязанским областным отделением РГО на острове Шпицберген, во время которых были обследованы места расположения пунктов триангу-

ляционной сети, созданной в ходе российско-шведской экспедиции 1898–1902 гг. и ставшей продолжением Русско-Скандинавской дуги на север.

Наиболее яркими и интересными следует признать следующие сообщения: «Фундаментальный элемент геодезической инфраструктуры — дуга Струве» (Янис Каминскис, Рижский технический университет, Латвия), «Анализ и идеи геодезической дуги Струве в элементах пейзажа Латвии» (Иварс Лиепинс, Латвийское геокосмическое информационное агентство), «Отражение геодезической дуги Струве в материалах коллекций» (Арунас Буги, Институт геодезии, Литва), «План управления Геодезической дугой Струве в Норвегии» (Герд Ехан Вален, Муниципалитет Хаммерфеста, Норвегия).

Сообщение Яниса Каминскиса было посвящено истории геодезии и ее связи с современными исследованиями на ГДС в различных странах. Особое место уделено Международной автомобильной экспедиции «Миссия Струве», проходившей в 2011 г., которой СПб ОГИК и журнал «Геопрофи» оказали информационную поддержку.

Иварс Лиепинс рассказал о многообразии малых архитектурных форм (скамейки, дорожки, беседки), выполненных в виде элементов ГДС (треугольников, пирамид) и предназначенных для благоустройства территории Латвии.

Особое восхищение вызвало сообщение Арунаса Буги. Скрупулезно подобранный коллекционный материал (марки, буклеты, конверты, монеты) с тематикой, посвященной ГДС и лично В.Я. Струве, действительно порадовал собравшихся своим многообразием и систематизацией.

Выступление Герда Ехана Валена было посвящено работе, проделанной в Норвегии на объектах Всемирного наследия ЮНЕСКО, и поэтапному плану действий для достижения наи-

лучших результатов взаимодействия всех структур общества (представителей муниципалитетов, округов, политических деятелей, представителей культуры, образования и др.) по сохранению и популяризации ГДС.

Знаменательным для российской делегации стало завершение первого дня работы конференции. В результате голосования, проведенного среди официальных членов Координационного Комитета по управлению ГДС, подавляющим большинством голосов (6 из 8) было принято решение о проведении следующего заседания комитета в 2018 г. в Санкт-Петербурге. Поздравления от коллег других стран приняли делегаты из России А.С. Богданов, В.И. Глейзер и М.Г. Малахов.

Доклады и сообщения на конференции, а также их обсуждение послужили основой для выработки проекта резолюции. Кратко изложим основное содержание статей резолюции:

— признан положительным опыт Норвегии по сохранению и популяризации ГДС;

— рекомендовано продолжить исследования с целью поиска не выявленных ранее пунктов ГДС;

— высоко оценены частные и общественные инициативы, посвященные Малому базису Струве; результаты экспедиций на Шпицберген, проведенных при участии РГО; геодезические работы, выполненные на башне церкви Святого Маврикия, расположенной в поселке Хальяла. С этими проектами, изложенными в докладах, предложено ознакомить широкую общественность по информационным каналам комитета;

— предложено продолжить производство сувенирной продукции, рекламных и образовательных материалов по ГДС;

— председателем Координационного комитета по управлению ГДС на период с 2016 г. по 2018 г. выбран Н.К. Казеев;

— принято решение о проведении следующего заседания комитета в 2018 г. в Санкт-Петербурге;

— принято решение, что каждое государство предоставит информацию для обновления страниц о ГДС на сайтах EuroGeographics и Wikidot.

Второй день встречи на «Дуге Струве» был посвящен экскурсиям. Участники посетили историческое здание в г. Тарту (до 1893 г. — Дерпт), где с 1810 г. по 1964 г. располагалась астрономическая обсерватория, которая в 1822 г. стала исходным пунктом Балтийского градусного измерения [7]. С 1814 г. по 1839 г. директором этой обсерватории был В.Я. Струве. Сегодня это здание является уникальным музеем, где представлены старейшие астрономические и геодезические инструменты, которыми В.Я. Струве оснащал обсерваторию. Некоторые из них он дорабатывал и совершенствовал позднее. В музее собраны и экспонируются материалы по ГДС, а также о жизни В.Я. Струве и его семье. При их демонстрации широко используются современные информационные технологии. Во время экскурсии по музею участников конференции сопровождал участник заседания комитета,



Музей в Тарту



На одном из конечных пунктов базиса Симуна-Выйвере

профессор Тони Виик, директор Тартуской обсерватории, которая с 1964 г. располагается в населенном пункте Тыравере. Он поделился воспоминаниями о практике, которую проходил в Пулковской обсерватории.

Продолжением экскурсии стало посещение базиса Симуна-Выйвере, входящего в состав памятника ЮНЕСКО ГДС и расположенного на территориях сельских населенных пунктов Авандусе и Выйвере. Длина базиса составляет 4,5 км, а разница между высотами крайних точек — 6,3 м. Места расположения крайних точек базиса в настоящее время отмечены мемориальными памятными знаками и обустроены для удобства их посещения. Памятные знаки расположены недалеко от сохранившихся помещений выдающихся российских мореплавателей и географов, учредителей РГО — И.Ф. Крузенштерна, Ф.П. Литке, Ф.П. Врангеля и О.Е. Коцебу.

В заключение хочется отметить высокий уровень организации конференции, поблагодарить эстонских коллег и лично Карин Колло за большую работу, сделанную при подготовке и проведении заседания комитета с сопутствующей экскурсионной программой. Следует также отметить, что во время работы конференции были представлены информационные материалы разных стран, в том числе

журнал «Геопрофи» № 2-2016, включающий статью о работах на пункте Русско-Скандинавской дуги — Halljall, расположенном на территории Эстонии [6].

▼ Список литературы

1. Капцюг В.Б. «Дуга Струве» — прошлое и настоящее // Геопрофи. — 2009. — № 1. — С. 63–67.
2. Глейзер В.И. Итоги 6-й международной конференции «Геодезическая дуга Струве и ее продолжение во времени и пространстве» // Геопрофи. — 2009. — № 3. — С. 57–59.
3. Богданов А.С., Глейзер В.И., Капцюг В.Б. 7-я международная встреча на «Дуге Струве» // Геопрофи. — 2010. — № 6. — С.28–32.
4. Капцюг В.Б. Пулковский базис В.Я. Струве (обзор документальных материалов) // Геодезия и картография. — 1997. — № 3, № 4.
5. Струве В.Я. Дуга меридиана в 25°20' между Дунаем и Ледовитым морем, измеренная с 1816 по 1855 год под руководством Генерального штаба генерала от инфантерии К. Теннера, директора Королевского географического департамента в Норвегии Хр. Ганстена, директора Королевской обсерватории в Стокгольме Н.Х. Зеландера, директора Николаевской Главной обсерватории Ф.Г.В. Струве. — СПб., 1861.
6. Глейзер В.И., Колпаков Е.И., М.Н. Нирги. Геодезическая дуга Струве. Продолжение исследований // Геопрофи. — 2016. — № 2. — С.46–50.
7. Вестник Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии. Специальный выпуск. — 2007. — № 6.

УЧАСТИЕ ВОЕННЫХ ГЕОДЕЗИСТОВ В ГРАДУСНЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ

В.В. Глушков (АО «Российские космические системы»)

В 1977 г. окончил геодезический факультет Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева, в 1980 г. — очную адъюнктуру в 29-ом НИИ МО СССР. С 2009 г. по настоящее время — заместитель начальника Инновационного центра АО «Российские космические системы». Одновременно — профессор Московского технологического университета (МИРЭА). Доктор географических наук, доктор технических наук.

→ Дуга Теннера-Струве

Идея осуществления в России градусного измерения принадлежала выдающемуся военному геодезисту генералу от инфантерии К.И. Теннеру и знаменитому астроному В.Я. Струве. Как позже отмечал В.Я. Струве в своем отчете, эта идея *«пришла в одно и то же время независимо Теннеру и мне (примерно в 1816 г. — Прим. автора), и измерение дуг Литовской и Балтийской было уже начато нами, прежде чем мы друг другу сообщили об этом...»* [1]. В частности, К.И. Теннер, посчитав целесообразным выполнить градусное измерение вдоль виленского меридиана, обратился с ходатайством по этому вопросу к начальнику Главного штаба и управляющему Квартирмейстерской частью генерал-адъютанту князю П.М. Волконскому. Последний, оказывающий горячую поддержку всем научным начинаниям, дал разрешение, и работы по градусному измерению начались по собственному свидетельству К.И. Теннера *«без вреда моим обязанностям по вверенным мне съемкам»* [2].

Однако, после перехода в 1826 г. князя П.М. Волконского на пост министра Императорского двора и уделов, К.И. Теннер, не получив необходимой помощи от управляющего Военно-топографическим депо и директора Корпуса военных топографов Ф.Ф. Шуберта, вынужден

был обратиться к новому начальнику Главного штаба генерал-адъютанту барону И.И. Дибичу с письмом. В нем он, кстати, также не рассчитывая на получение ассигнований на выполнение работ, а полагаясь на сокращение издержек по проложению триангуляционных сетей, убедительно доказал влияние величины сжатия Земли на точность определения географических координат пунктов и как следствие этого — необходимость завершения градусных измерений с целью получения достоверного значения земного сжатия *«для съемки края»* [3]. Получив необходимое разрешение, К.И. Теннер приступил к выполнению астрономических наблюдений для Литовского градусного измерения, используя при этом новейшие дости-

жения мировой практической астрономии и геодезии. Так, в 1826–1827 гг. он успешно применил способ определения широты по наблюдениям пассажным инструментом прохождения зенитных звезд через первый вертикал, предложенный выдающимся немецким математиком, астрономом и геодезистом Ф.В. Бесселем в 1824 г. В ноябре 1827 г. К.И. Теннер *«высказал мысль»* о необходимости связи Литовского градусного измерения с аналогичным измерением в Лифляндии, завершенным к этому времени В.Я. Струве. Последний, *«приняв с удовольствием [это] предложение, взял на себя самую труднейшую часть работ, нужных для сего соединения...»* [4].

28 февраля 1828 г. оба руководителя заключили письменное

Теннер Карл Иванович (1783–1859) — выдающийся военный геодезист Русской армии. В 1802 г. поступил на службу колонновожатым. Подпоручик Свиты Е. И. В. по Квартирмейстерской части (1802). В 1808–1809 гг. служил в Депо карт. В 1809 г. прослушал курс лекций по практической астрономии у академика Ф.И. Шуберта. В 1809–1811 гг. выполнял тригонометрическую съемку Санкт-Петербурга, Финского залива и Эстляндии. Участник Отечественной войны 1812 г. и Заграничного похода русских войск 1813–1815 гг. Начальник триангуляции Виленской губернии (1816–1821), одновременно (1818–1828) обер-квартирмейстер 5-го пехотного корпуса и начальник топографической съемки Виленской губернии. Начальник триангуляции Курляндской губернии (1822–1824), Гродненской губернии (1825–1829), Минской губернии (1830–1834). Начальник триангуляции Волынской и Подольской губерний (1836–1841), Киевской губернии (1842–1846) и одновременно Белостокской области (1843–1845), начальник триангуляции Бессарабской области (1846–1850) и Царства Польского (1845–1854). Сенатор Варшавского сената департаментов (1854). Почетный член Петербургской академии наук (1832). За особые заслуги перед Корпусом военных топографов его фамилия выбита на медали «В память 50-летия Корпуса военных топографов». Генерал от инфантерии (1856).

Струве (Штруве) Василий Яковлевич (Фридрих-Георг-Вильгельм) (1793–1864) — знаменитый российский астроном. Окончил филологический факультет Дерптского университета (1810). В 1813 г. защитил диссертацию на тему «О географическом положении Дерптской астрономической обсерватории» и получил ученую степень доктора философии. Экстраординарный профессор математики и астрономии (1813), ординарный профессор астрономии (1820) в Дерптском университете, директор Дерптской обсерватории (1818–1839). Директор Пулковской обсерватории (Николаевской главной обсерватории) (1834–1862). «Совещательный астроном» Военно-топографического депо (1839–1847). Член-учредитель Русского географического общества (1845). Организатор и участник обширных астрономо-геодезических работ (Русско-Скандинавское градусное измерение 1816–1855 гг., Балтийская хронометрическая экспедиция Ф.Ф. Шуберта в 1833 г., хронометрическая экспедиция по определению разности долгот Пулковской и Гринвичской обсерваторий 1843–1844 гг. и др.). Автор более 100 фундаментальных научных трудов по геодезии и практической астрономии. Член-корреспондент (1822), ординарный академик (1832) и почетный член (1862) Петербургской академии наук, почетный член и член-корреспондент 12 иностранных академий наук и многих ученых обществ. За особые заслуги перед Корпусом военных топографов его фамилия выбита на медали «В память 50-летия Корпуса военных топографов».

Бессель Фридрих Вильгельм (1784–1846) — выдающийся немецкий математик, астроном и геодезист. Учился в гимназии, получил домашнее образование. Ассистент в частной обсерватории в Лилиентале (1806). Обработал данные наблюдений Дж. Брайля, из которых определил постоянные рефракции, прецессии и нутации, по точности превзошедшие все прежние определения. Составленные им новые таблицы рефракции надолго вошли в практику астрономических наблюдений. Профессор математики и астрономии Кёнигсбергского университета (1810). Создатель (1809–1813) и директор Кёнигсбергской обсерватории (1813–1846). Произвел наблюдения 75 011 звезд, разработал теорию ошибок астрономических инструментов, вывел личное уравнение наблюдателя. Разработал теорию солнечных затмений, определил массы планет и элементы спутников Сатурна. Участвовал в построении триангуляции в Восточной Пруссии и на основании десяти лучших градусных измерений определил элементы земного сфероиды. Сконструировал базисный прибор. В математике его имя носят так называемые цилиндрические функции 1-го рода и дифференциальное уравнение, которому они удовлетворяют, неравенство для коэффициентов ряда Фурье, а также одна из интерполяционных формул. В СССР до 1942 г. при выполнении геодезических и картографических работ применялся эллипсоид Бесселя.

соглашение о распределении обязанностей по соединению градусных измерений. К.И. Теннер взял на себя тригонометрическую связь, В.Я. Струве — астрономическую, с выводом соотношений между единицами линейных измерений (туазом Леннеля, используемого К.И. Теннером, и туазом Фортина, используемого В.Я. Струве). Окончательное сравнение результатов соединения градусных измерений выполнили Ф.Ф. Шуберт в Санкт-Петербурге и Ф.В. Бессель в Кёнигсберге. Сходимость результатов была превосходной.

Значение Литовско-Лифляндского градусного измерения было огромно для развития геодезической науки, роль К.И. Теннера в осуществлении этой работы — велика, в связи с чем 22 декабря 1832 г. Петербургская академия наук избрала К.И. Теннера своим почетным членом.

Уместно будет заметить, что если К.И. Теннер выполнял градусные измерения за счет экономии финансовых средств, отпущенных военным ведомством на развитие триангуляции и выполнение топографических

съемок, то В.Я. Струве, работавший по заданию Дерптского университета, в этом смысле был в лучшем положении. Более того, в 1830 г. он «представил... министру народного просвещения кн[язю] Ливену проект продолжения градусного измерения по Финляндии. Проект... был одобрен государем императором [Николаем I], благословно пожаловавшим для производства работ, на десять лет кряду, по 3000 руб. сер[ебром] в год...» [3].

В 1834 г. К.И. Теннер предложил Ф.В. Бесселю вновь определить размер и сжатие Земли, используя, кроме результатов уже существующих градусных измерений, и материалы Русского градусного измерения (Лифляндской дуги В.Я. Струве и Литовской дуги К.И. Теннера). Ф.В. Бессель охотно откликнулся на это предложение. Взяв в обработку в дополнение к градусным измерениям в Перу, Восточной Индии, Франции, Англии, Ганновере и Северной Швеции, и Литовско-Лифляндское градусное измерение, он в 1841 г. вывел элементы земного эллипсоида: большая полуось $a = 6\,377\,397$ м, сжатие $\alpha = 1:299,2$. Несмотря на то, что полученный результат отличался от лучших современных выводов более чем на 800 м, для небольших по площади государств он был вполне приемлем. Однако и в такой территориально огромной стране как Российская империя (затем Советский Союз) эллипсоид Бесселя использовался вплоть до введения Постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 г. эллипсоида Красовского с параметрами: $a = 6\,378\,245$ м, $\alpha = 1:298,3$ [5].

С назначением генерал-квартирмейстером Главного штаба генерал-адъютанта Ф.Ф. Берга градусное измерение получило официальное признание, и в

1844 г. был составлен проект последующих работ. Согласно ему, «измерение дуги в России должно быть продолжено до Дуная присоединением измерения по Бессарабии к работам, окончившимся в Подольской губернии, через что прибавится еще дуга в $3^{\circ}25'$... Главная Пулковская обсерватория должна содействовать измерению меридиана определением широт на избранных вдоль сей дуги точках теми точнейшими средствами, которыми она обладает...» [3].

К 1850 г. проект был реализован. Измеренная дуга вместе с Литовско-Лифляндским градусным измерением и градусными измерениями в Финляндии, Швеции и Норвегии составила так называемую Русско-Скандинавскую дугу — наиболее точное и колоссальное по размерам градусное измерение в мире, результаты которого использовались в XIX веке и используются в настоящее время при выводах элементов земного эллипсоида. Это градусное измерение, выполненное в 1816–1855 гг., представляло собой дугу меридиана, охватывающую по широте $25^{\circ}20'$, между пунктами Фугленес ($70^{\circ}40'$ с. ш.) и Старо-Некрасовка ($45^{\circ}20'$ с. ш.), общей протяженностью 2880 км. Оно состояло из 258 первоклассных треугольников, основанных на 10 базисах и 13 высокоточных астрономических пунктах [6].

Русско-Скандинавское градусное измерение вошло в историю картографии под названием «Дуга Струве» [7]. В 2005 г. сохранившиеся пункты этой дуги, в том числе два пункта, находящиеся на территории России, на острове Гогланд в Финском заливе Балтийского моря, были включены в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО под названием «Геодезическая дуга Струве». Но это едва ли справедливо, поскольку наи-

большая часть дуги протяженностью в $11^{\circ}10'$ была измерена под руководством К.И. Теннера (под руководством В.Я. Струве — $9^{\circ}38'$, Н.Х. Зеландера, директора Королевской обсерватории в Стокгольме (Швеция) — $3^{\circ}04'$, Хр. Гангстена, директора Королевского географического

департамента в Норвегии — $1^{\circ}46'$) [3]. Это подтверждает и сам В.Я. Струве в своем письме к К.И. Теннеру: «...Вам... подobaет слава более нежели тридцатилетнего участия в измерении большей части Русской дуги, и если обратить внимание на местность, то и трудней-

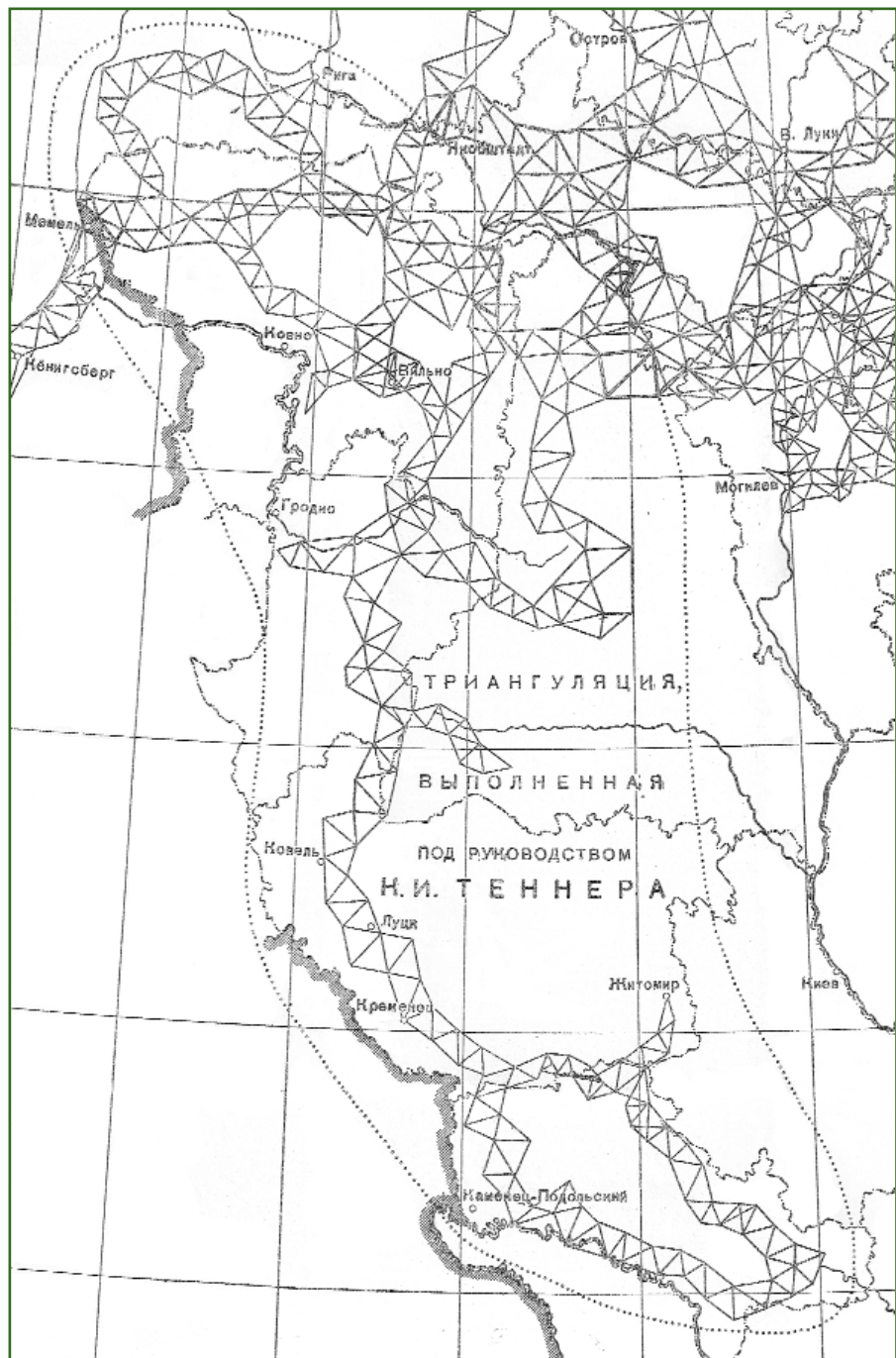


Рис. 1

Фрагмент схемы триангуляции для топографических съемок, выполненной под руководством К.И. Теннера в 1816–1841 гг. (обозначена пунктирной линией) [6]

шей ее части...» [3] (рис. 1). Таким образом, с учетом вышеизложенного, упомянутое градусное измерение было бы правильнее называть «Дугой Теннера-Струве».

▼ Градусное измерение вдоль географической параллели 52° с. ш.

В 1862 г. был утвержден новый устав Пулковской обсерватории (Николаевской главной обсерватории). В нем, в частности, подчеркивалось, что обсерватория должна совершенствовать практическую астрономию «для предпринимаемых разными ведомствами империи астрономических и географических работ, осуществлять общую связь этих работ сообразно общему плану, и оказывать им ученое содействие, а также доставлять возможность офицерам Генерального штаба, Корпуса топографов, флота и другим молодым ученым совершенствоваться в практической астрономии и применении ее к географии и геодезии...» [1].

К означенному времени Пулковская обсерватория, без содействия и участия которой не обходилось ни одно крупное астрономо-геодезическое мероприятие, поддерживала постоянную связь с Военно-топографическим депо Главного штаба и Гидрографическим департаментом Морского министерства. Так, ведущие астроно-

мы обсерватории являлись «сообщательными астрономами» указанных депо и департамента. В интересах этих организаций они должны были «определять коэффициенты компенсации хронометров...; содействовать исследованию астрономических инструментов, употребляемых на государственных съемках, и принимать участие в совещаниях о постановке и решении научных вопросов, возникающих наряду с практической деятельностью членов Корпуса... топографов...» [8]. С другой стороны обсерватория являлась по существу высшей школой большинства военных геодезистов.

К 1864 г. в Пулковской обсерватории прошли двухгодичный курс обучения 20 офицеров Корпуса военных топографов, 20 офицеров, окончивших геодезическое отделение Николаевской академии Генерального штаба, 25 офицеров флота и Корпуса штурманов, 2 офицера Генерального штаба, а также представители Горного и Межевого корпусов. Эту школу прошли многие известные геодезисты, обогатившие отечественную науку своими ценными трудами [9].

В 1860 г. директор Пулковской обсерватории академик О.В. Струве — сын В.Я. Струве, будучи за границей, заключил соглашение с учеными Пруссии, Бельгии и Англии относительно

астрономических и геодезических работ вдоль географической параллели 52° с.ш. При этом ставилась задача определить с максимальной точностью по долготе 15 пунктов вдоль параллели, выбранных по усмотрению директоров Пулковской и Гринвичской обсерваторий. Предполагалось, что наблюдения, по возможности, будут проводить одни и те же наблюдатели одними и теми же инструментами, поручив их производство на территориях Пруссии, Бельгии и Англии русским и немецким геодезистам. После утверждения этого соглашения его исполнение было поручено Военно-топографическому депо при непосредственном участии Пулковской обсерватории.

В 1863 г. начальником градусного измерения был назначен полковник Э.И. Форш. В том же году, в Берлине, состоялась конференция директоров Пулковской и Венской обсерваторий с участием немецкого геодезиста генерала И. Байера, на которой была принята программа астрономических работ и способов наблюдений.

Главными станциями были выбраны астрономические пункты в городах Орске, Оренбурге, Самаре, Саратове, Липецке, Орле, Бобруйске, Гродно, Варшаве (обсерватория), Бреслау (обсерватория), Лейпциге (обсерватория), Бонне (обсерватория), Ньюпорте, Гринвиче (обсерватория), Хаверфордвесте. Вспомогательными станциями служили пункты в Москве, Берлине, Кенигсберге и Гринвиче. Определения разностей долгот проводились в 1864 г. между станциями в Бреслау, Лейпциге и Бонне относительно Берлина и Бонна и между станциями в Ньюпорте и Хаверфордвесте относительно Гринвича. Наблюдателями были видный датский математик и астроном доктор Т.Н. Тиле, полковник Э.И. Форш и военный

Струве Отто Васильевич (1819–1905) — видный российский астроном. Окончил гимназию, Дерптский университет (1839). Ассистент Дерптской обсерватории (1837). Адьютант-астроном и вице-директор (1839–1862) и директор (1862–1889) Пулковской обсерватории (Николаевской главной обсерватории), одновременно «сообщательный астроном» Военно-топографического депо (1847–1862). Участник многих хронометрических экспедиций по определению разности долгот между Пулковской и Гринвичской обсерваториями (1843–1844), Москвы и Варшавы относительно Пулковской обсерватории (1845–1846), между Москвой и Казанью (1850), Пулковом, Архангельском и Москвой (1857). Автор ряда научных трудов. Действительный член Русского географического общества, где в 1860–1866 гг. возглавлял отделение математической географии. Адьютант (1842), экстраординарный (1852) и ординарный (1856) академик Петербургской академии наук. За особые заслуги перед Корпусом военных топографов его фамилия выбита на медали «В память 50-летия Корпуса военных топографов».

геодезист Генерального штаба капитан И.И. Жилинский [10]. В Берлине наблюдения проводил астроном профессор В. Ферстер. Определения широт всех станций выполнил И.И. Жилинский.

В ноябре 1864 г. все наблюдатели собрались в Гринвиче, где были сделаны наблюдения с гальваноскопом для определения личных уравнений в подаче и приеме сигналов и другие исследования. В России в том же году были поставлены каменные столбы в местах наблюдений, и военный геодезист Генерального штаба капитан Г.Г. Скальковский [10] — позже за особые заслуги перед Корпусом военных топографов его фамилия была выбита на медали «В память 50-летия Корпуса военных топографов» — определил шесть азимутов направлений.

В 1865 г. были определены разности долгот городов Бреслау, Варшавы, Гродно и Бобруйска относительно Кёнигсберга и Бобруйска, Орла, Липецка и Саратова относительно Москвы. Наблюдателями были И.И. Жилинский и Т.Н. Тиле, на вспомогательной станции в Кёнигсберге — Э.И. Форш и адъютант-астроном Р.С. Тишлер, а в

Москве — Э.И. Форш и О.Э. фон Штубендорф, адъютант-профессор геодезии в Николаевской академии Генерального штаба, в будущем начальник Корпуса военных топографов, генерал от инфантерии.

В 1866 г. определялись разности долгот Саратова и Оренбурга относительно вспомогательной станции в Самаре, и, наконец, в 1867 г. была определена разность долгот между Оренбургом и Орском. Широта Орска

Форш Эдуард Иоганович (Иванович) (1828–1896) — видный военный геодезист Русской армии. Окончил Главное инженерное училище (1845), строевое (1855) и геодезическое (1858) отделения Николаевской академии Генерального штаба. Начальник астрономических и геодезических работ в Финляндии (1860–1863), главный начальник градусного измерения вдоль географической параллели 52° с. ш. (1863–1869). Начальник Военно-топографического отдела Главного штаба и Корпуса военных топографов (1867–1885). Действительный член Русского географического общества. Был командирован на конференции по Средне-Европейским градусным измерениям в Берлин (1867), Готу (1868), Флоренцию (1869) и Вену (1871). Автор ряда инструкций по съемкам и геодезическим работам, конструктор кипрегеля-высотомера-дальномера. За особые заслуги перед Корпусом военных топографов его фамилия выбита на медали «В память 50-летия Корпуса военных топографов». Генерал от инфантерии (1888).

Жилинский Иосиф Ипполитович (1834–1912) — видный военный геодезист Русской армии. Окончил Институт Корпуса инженеров путей сообщения (1854), геодезическое отделение Николаевской академии Генерального штаба (1860). На службе в Корпусе инженеров путей сообщения (1854–1856), при Военно-топографическом депо (1860–1863), помощник (1863–1870) и начальник (1870–1886) градусного измерения вдоль географической параллели 52° с. ш., начальник триангуляции в Полесье (1875–1881), триангуляции Западного пограничного пространства (1881–1894), начальник экспедиции по орошению юга России и Кавказа (1894), управляющий отделом земельных улучшений Министерства земледелия и государственных имуществ (1894–1909). Член Военно-ученого комитета Главного штаба (1877–1903) и Совета Министерства земледелия и государственных имуществ (1879–1881). За особые заслуги перед Корпусом военных топографов его фамилия выбита на медали «В память 50-летия Корпуса военных топографов». Генерал от инфантерии (1909).

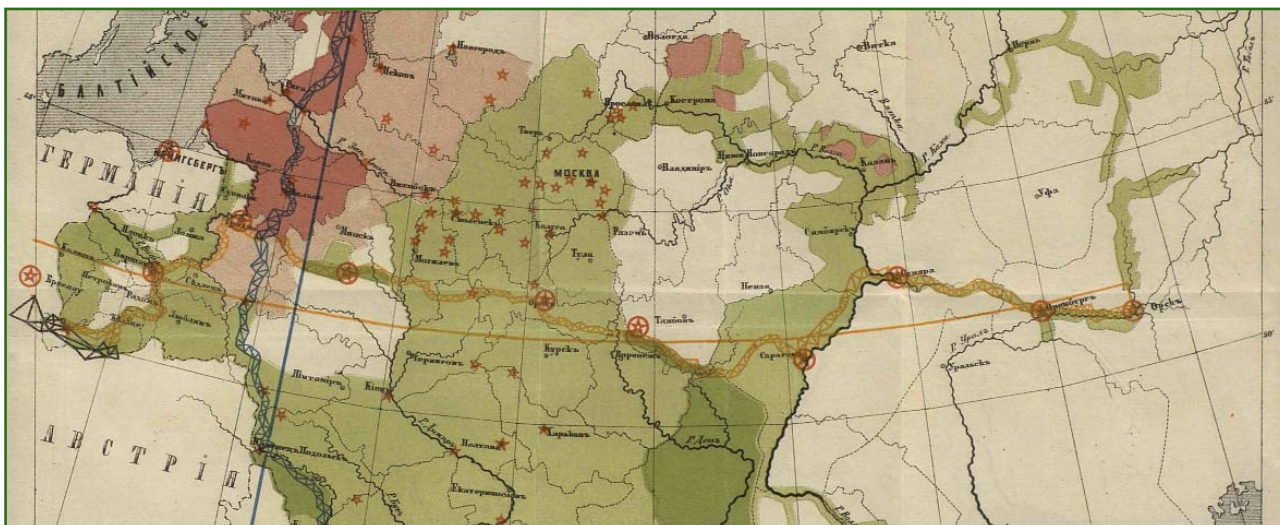


Рис. 2

Фрагмент карты Европейской России с показаниями тригонометрических измерений, произведенных с 1724 г. по 1872 гг. Градусное измерение вдоль географической параллели 52° с. ш. [3]

была определена только в 1880 г. и несколько азимутов — в 1880-х гг.

При проведении работ для определения широт использовался вертикальный круг Репсольда, усовершенствованный по техническим предложениям О.В. Струве, а для определения времени — два пассажных инструмента, изготовленных также под руководством О.В. Струве механиком Пулковской обсерватории Г.К. Брауэром. Для определения азимутов служили два универсальных инструмента, изготовленных тем же механиком с точностью отсчетов 2".

Широта места определялась по наблюдениям близмеридианных зенитных расстояний северных и южных звезд, различающихся между собой не более чем на 2°. Все азимуты направлений определялись с помощью универсальных инструментов наблюдениями Поляр-

ной звезды. Сравнение хронометров по телеграфу проводилось с помощью ключа и гальваноскопов аппарата Морзе. Всего по параллели было определено 16 широт, 11 разностей долгот и 8 азимутов направлений.

В целом же работа военных геодезистов вдоль географической параллели 52° с. ш. была выполнена на высоком организационном уровне и вполне соответствовала состоянию науки и техники того времени [11] (рис. 2).

▼ Список литературы

1. Струве В.Я. Дуга меридиана в 25°20' между Дунаем и Ледовитым морем, измеренная с 1816 по 1855 год под руководством Генерального штаба генерала от инфантерии К. Теннера, директора Королевского географического департамента в Норвегии Хр. Ганстена, директора Королевской обсерватории в Стокгольме Н.Х. Зеландера, директора Николаевской Главной обсерватории Ф.Г.В. Струве. — СПб., 1861.
2. Записки Военно-топографического депо. — СПб., 1843. — Ч. VIII.
3. Исторический очерк деятельности Корпуса военных топографов 1822–1872. — СПб., 1872.
4. Архив Российской академии наук. — Ф. 721. — Оп. 1. — № 78.
5. Пеллинен Л.П. Высшая геодезия (Теоретическая геодезия). — М.: «Недра», 1978.
6. Новокшанова З.К. Карл Иванович Теннер. — М.: Геодезиздат, 1957.
7. Хренов Л.С. Хронология отечественной геодезии с древнейших времен и до наших дней. — Л.: ГАО, 1987.
8. Российский государственный военно-исторический архив. — Ф. 404. — Оп. 9/963. — Св. 1297. — № 1.
9. Новокшанова-Соколовская З.К. Картографические и геодезические работы в России в XIX — начале XX в. — М.: Наука, 1967.
10. Сергеев С.В., Долгов Е.И. Военные топографы русской армии. — М.: ЗАО «СиДиПресс», 2001.
11. Глушков В.В. История военной картографии в России (XVIII — начало XX в.). — М.: ИДЭЛ, 2007.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



Наши знания -
ваши возможности



КБ Панорама

Разработка корпоративных ГИС

www.gisinfo.ru

+7 (495) 739-0245

panorama@gisinfo.ru



VII международная конференция

ЗЕМЛЯ ИЗ КОСМОСА

1-2 декабря 2016 года



www.conference2016.scanex.ru
+7 (495) 739-73-85
conference@scanex.ru

Марриотт Москва
Гранд Отель
(Москва, ул. Тверская, д. 26/1)



Trimble
www.trimble.ru



Журнал «Геопрофи»
www.geoprofi.ru




JAVAD GNSS
www.javadgnss.ru



ГК «Иннотер»
www.innoter.com



«УГТ-Холдинг»
www.ugt-holding.com



Вики — Фотограмметрия
www.racurs.ru/wiki



КГПК «Терра»
www.gisterra.ru



Национальный Атлас России
http://национальныйатлас.рф



Spectra Precision
www.spectraprecision.com



Trimble Dimensions 2016
www.trimbledimensions.com



Конференция «Ракурс»
conf.racurs.ru/conf2016



«Земля из космоса»
www.conference.scanex.ru

НОЯБРЬ

▼ Лас-Вегас (США), 7–9

Конференция Trimble
Dimensions 2016
 Trimble
 E-mail: 2016dimensions@trimble-events.com
 Интернет: www.trimbledimensions.com

▼ Санкт-Петербург, 9*

Конференция «Технологии
CREDO — геодезия без границ
 «Кредо-Диалог»
 Тел: (499) 921-02-95
 E-mail: market@credo-dialogue.com
 Интернет: www.credo-dialogue.ru

▼ Агра (Индия), 12–18*

16-й Международная научно-техническая конференция «От снимка к карте: цифровые фотограмметрические технологии»

«Ракурс»
 E-mail: conference@racurs.ru
 Интернет: conf.racurs.ru/conf2016

ДЕКАБРЬ

▼ Москва, 1–2*

VII Международная конференция
«Земля из космоса»
 «СКАНЭКС»
 Тел: (495) 739-73-85
 E-mail: conference@scanex.ru
 Интернет: www.conference.scanex.ru

▼ Санкт-Петербург, 5–9

VI Международный форум «Арктика: настоящее и будущее»
 МОУ «Ассоциация полярников»
 Тел: (812) 327-93-70,
 (911) 111-69-77
 E-mail: vladimir@forumarctic.com
 Интернет: www.forumarctic.com/conf2016

▼ Санкт-Петербург, 6–9

XII Общероссийская научно-практическая конференция
«Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации»
 «Геомаркетинг», НП СРО «АИИС»
 E-mail: conf@geomark.ru
 Интернет: www.geomark.ru

ФЕВРАЛЬ

▼ Москва, 16–17*

VIII Международная научно-практическая конференция «Геодезия. Маркшейдерия. Аэро съемка. На рубеже веков»
 Международная федерация геодезистов (FIG), Международный союз маркшейдеров (ISM), АО «Роскартография», Ассоциация предприятий индустрии беспилотных авиационных систем, МИИГАиК, ИрГТУ
 E-mail: info@con-fig.com
 Интернет: www.con-fig.com

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

A3 Edge

Мир твоих возможностей

Твои преимущества с A3 Edge







A3 Edge, единая комплексная система картографирования, обеспечивает выполнение плановой и перспективной аэросъемки и картографических проектов в 2-5 раз быстрее, чем любая другая система.

A3 Edge, в комплексе с автоматической системой обработки LightSpeed, обеспечивает наивысшую точность наряду с наивысшей производительностью.



VISIONMAP

www.visionmap.com



ГМА

геодезия
маркшейдерия
аэросъемка

← На рубеже веков

VIII Международная научно-практическая конференция

16-17 февраля 2017 МОСКВА, НОВОТЕЛЬ

VIII Международная конференция «Геодезия. Маркшейдерия. Аэросъемка.»

ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Международная федерация геодезистов (FIG)
- Международный союз маркшейдеров (ISM)
- ОАО "Роскартография"
- Союз маркшейдеров России
- Объединение профессионалов топографической службы
- Ассоциация предприятий индустрии беспилотных авиационных систем
- Московский государственный университет геодезии и картографии
- Сибирский государственный университет геосистем и технологий
- Национальный исследовательский иркутский государственный технический университет

ТЕМЫ:

- Современные методы сбора геопространственных данных
- Новейшие технологии обработки геопространственных данных
- Разработка, проектирование и внедрение высокоточных систем позиционирования и передачи данных
- Географические информационные системы
- Основные тенденции развития рынка геоинформационных технологий в России и за рубежом
- Научно-исследовательские работы и практика внедрения технологий сбора и обработки геопространственных данных.
- Программы по подготовке и переподготовке специалистов по сбору и обработке геопространственных данных.

По всем вопросам, связанным с участием в конференциях,
обращайтесь в оргкомитет по электронной почте: info@con-fig.com
Официальный сайт конференции: www.con-fig.com

Генеральные спонсоры



Jena Instrument



Медиа партнеры

GEO Informatics



**ВЕСТНИК
РОСРЕЕСТРА**
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ИЗДАНИЕ

Спонсоры



Coordinates
the monthly magazine on geomatics, navigation and location

Xenics
Infrared Solutions

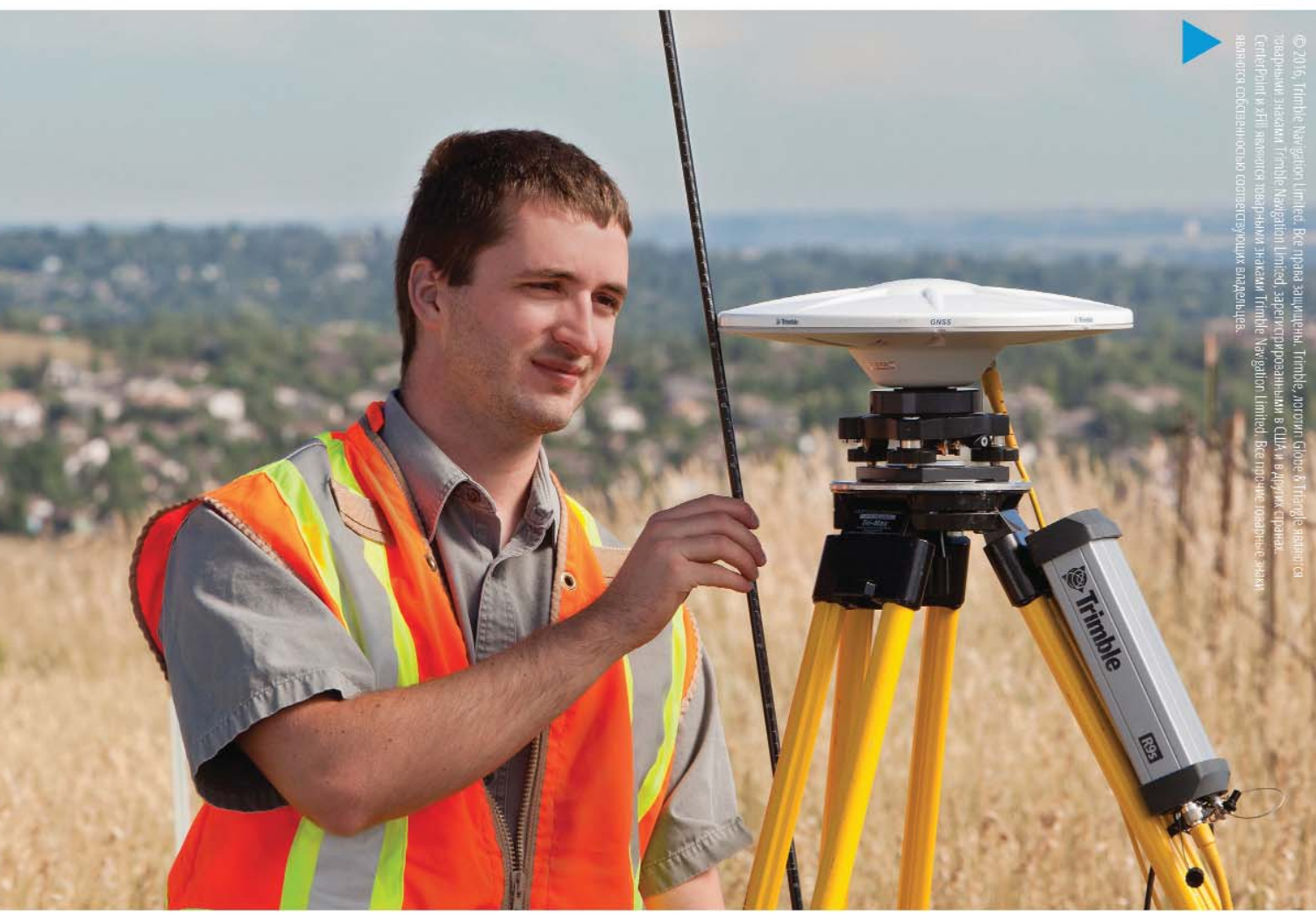
**ГЕОДЕЗИЯ
И КАРТОГРАФИЯ**

GeoConnexion

DigitalGlobe



Модульный GNSS приемник **Trimble R9s**



© 2016, Trimble Navigation Limited. Все права защищены. Trimble, логотип Globe & Target являются товарными знаками Trimble Navigation Limited, зарегистрированными в США и других странах. CenterPoint и xFill являются товарными знаками Trimble Navigation Limited. Все прочие товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.

Новый модульный GNSS приемник

Универсальный приемник GNSS Trimble® R9s разработан так, чтобы предоставить профессиональным геодезистам максимальную функциональность. В приемнике Trimble R9s реализован набор современных технологий Trimble, таких как Trimble CenterPoint™ RTX, Trimble xFill™ и Trimble 360.

Компактная конструкция корпуса геодезического приемника Trimble R9s, низкое энергопотребление и мощный набор функций образуют идеальную комбинацию для решения широкого спектра задач.

Характеристики

- ▶ Передовая технология приема спутниковых сигналов Trimble 360
- ▶ Удобное отображение информации и настройка с передней панели
- ▶ Поддержка Bluetooth®, Ethernet, USB и последовательного соединения
- ▶ Запись данных во внутреннюю память и на внешний носитель