

#6
2018

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

ТЕОДОР

15
лет



Платиновый спонсор



Золотой спонсор

К 100-ЛЕТИЮ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ
СЛУЖБЫ. РЕФОРМЫ
И ДОСТИЖЕНИЯ

INTERGEO 2018.
ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК
РЕАЛЬНОГО ГОРОДА

СЕТЬ ПДБС НОВОСИБИРСКОЙ
ОБЛАСТИ В ГСК-2011

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ
МОДЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА
ПО ДАННЫМ МОБИЛЬНЫХ
СЕНСОРОВ

ДАННЫЕ ДЗЗ ИЗ КОСМОСА ДЛЯ
СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

БАС ДЛЯ АЭРОМАГНИТНОЙ
СЪЕМКИ

ГНСС ОБОРУДОВАНИЕ ПРИ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СЪЕМКЕ

КАФЕДРА ГЕОДЕЗИИ ГУМИРФ
ИМЕНИ АДМИРАЛА С.О. МАКАРОВА



АЭРОФОТОСЪЕМКА, СОЗДАНИЕ ОРТОФОТОПЛАНОВ И ЦИФРОВЫХ ТОПОПЛАНОВ

Вся территория Республики Крым - М 1:2 000
Вся территория Республики Татарстан - М 1:2 000
11 городов России - М 1:2 000
1112 городов России - М 1:10 000

Барабинск, **Уфа**, Верхний Уфалей, Галич, Данков, Кореновск, Руза,
Хасавюрт, Володарск, Ардон, Томск, **Волгоград**, Дмитровск, Скопин,
Калининск, **Новосибирск**, Бобров, Вятские Поляны, Надым, Чебаркуль,
Пермь, Лагань, Белая Холуница, Малгобек, Дудинка, Мураши, Оса, **Омск**,
Тюкалинск, Палласовка, Няндом, Камызяк, **Нижний Новгород**,
Ужур, **Екатеринбург**, Шлиссельбург, Хилок, Ак-Довурак, Мглин, Торопец,
Губаха, Снежногорск, Барыш, Рошаль, **Челябинск**, Сурск, Курильск, Сатка, Сим,
Высоцк, **Ростов-на-Дону**, Можайск, Пыть-Ях, Жердевка, Лангепас, Пикалево, Урай,
Андреаполь, Касимов, Чухлома, Злынка, Осташков, Кушва, **Казань**, Полярные Зори,
Венёв, Гдов, Сясьстрой, Вытегра, Назрань, **Набережные Челны**, Тюмень, Емва, Звенигород,
Кронштадт, Ивдель, Змеиногорск, Можга, Любань, Кулебаки, Пересвет, Заинск, Нязепетровск, Липки,
Козельск, Яхрома, Юрюзань, Бакал, Дегтярск, Опочка, Анива, Уржум, Таруса, Балей, Ланденпохья, Советск,
Мышкин, Задонск, Волосово, Калач, Воркута, Каргополь, Светогорск, Оленегорск, Стародуб, Хабаровск, Трубчевск, Лосино-Петровский, Аша,
Ветлуга, Углегорск, Духовщина, Саратов, Макушино, Богучар, Пошехонье, Малмыж, Чкаловск, Рязань, Липецк, Закаменск, Тогучин, Среднеколымск, Катайск, Североуральск, Муравленко, Томари...



Роскартография

ДЛЯ ГОСУДАРСТВА. ДЛЯ БИЗНЕСА. ДЛЯ ЛЮДЕЙ.

ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ НА ВСЮ ТЕРРИТОРИЮ РФ

АО "РОСКАРТОГРАФИЯ"

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

тел: (499) 177-50-00, факс: (499) 177-59-00, e-mail: info@roscartography.ru

Уважаемые коллеги!

Завершается 2018 г., который был насыщен мероприятиями, проходившими как в России, так и за рубежом. Основной темой, объединяющей их, стало определение роли геопространственной информации при переходе различных сфер экономики на цифровые технологии. Одно из таких мероприятий — выставка и конгресс INTERGEO — состоялось 16–18 октября 2018 г. во Франкфурте (Германия). Более 19 тыс. посетителей из 100 стран, 1400 участников конгресса и 640 экспонентов еще раз подтвердили, что это центральное международное событие в области геопространственных технологий. Для редакции INTERGEO имеет особое значение. Во-первых, это первое международное мероприятие, на котором был представлен журнал «Геопрофи». Во-вторых, именно здесь можно встретиться и обменяться мнениями с партнерами из России и других стран.

Представленные экспонаты выставки, как и выступления участников конгресса, показали значение геопространственных данных в создании цифровых двойников городов, обладающих идентичным ДНК. Действительно, «умный город» — удобный и безопасный, с комфортной средой обитания, в первую очередь, для его жителей, при постоянном росте численности населения требует принятия быстрых коммуникационных, организационных и градостроительных решений, а это возможно только при непрерывном поддержании в актуальном состоянии его цифрового двойника (с. 23–25).

Основой «умного города» является реалистичная цифровая модель городской среды, которая обновляется с определенной периодичностью. Но наряду с этим, для его жителей важна информация об экологической обстановке. О построении геоинформационной модели загрязнения воздуха города с помощью сети мобильных геосенсоров рассказывается на с. 12–15.

На выставке INTERGEO особое внимание, традиционно, было уделено высокопроизводительным и точным средствам сбора и обработки пространственных данных. Среди них: воздушные и мобильные сканирующие съемочные системы, беспилотные и пилотируемые летательные аппараты с цифровыми аэрофотокамерами, позволяющими получать изображения в различных спектральных диапазонах, цифровые фотограмметрические станции, предоставляющие возможность в автоматическом и полуавтоматическом режимах строить цифровые модели объектов и рельефа местности, спутниковые и автономные навигационные средства, обеспечивающие получение информации в единой системе координат, данные дистанционного зондирования Земли из космоса, надежные и бесперебойные средства связи и многое другое. Все это можно было увидеть на стендах зарубежных и российских партнеров журнала «Геопрофи». Более подробная информация представлена в традиционном фоторепортаже на сайте журнала.

Компания Trimble анонсировала два контроллера для полевых работ Trimble TSC7 и Trimble Nomad 5, базовый ГНСС-приемник Trimble Alloy, высокопроизводительную систему мобильной съемки Trimble MX9, подразделение Trimble Spectra Geospatial — интегрированный ГНСС-приемник SP20 для точных геодезических измерений и ГИС (с. 32–33).

На стенде компании JAVAD GNSS впервые можно было опробовать работу дополнительного модуля к ГНСС-приемнику TRIUMPH-LS под названием J-Mate, который предлагает новый подход к традиционной тахеометрической съемке (см. «Геопрофи» № 4-2018, с. 12–13).

Компания Phase One Industrial познакомила с особенностями и возможностями нового поколения аэросъемочных систем на основе метрической камеры Phase One iXU-RS1900 (см. «Геопрофи» № 5-2018, с. 38–43).

Оборудование, программное обеспечение и технологии представляли компании из России, неоднократно участники INTERGEO: «Ракурс», «Геоскан» (Санкт-Петербург), Agisoft (Санкт-Петербург), EMLID (Санкт-Петербург), HelgiLab, «Совзонд», «СКАНЭКС», а также впервые участвовавшая в выставке со своими решениями компания «АГМ Системы» (Краснодар). Компания «Ракурс» в год своего 25-летия знакомила с новой версией 6.4 программного комплекса PHOTOMOD. Компания «Геоскан» демонстрировала новую разработку — квадрокоптер Геоскан Gemini, а также технологию маловысотной аэромагнитной съемки с использованием комплекса «Геоскан 401 Геофизика» с квантовым магнитометром «Геоскан КМ-Р6» (с. 20–22).

Для Сибирского государственного университета геосистем и технологий выставка INTERGEO является основным международным мероприятием, на котором его сотрудники представляют инновационные разработки и проекты в области 3D-моделирования, картографии, виртуальной и дополнительной реальности и др.

Один из главных выводов выставки и конгресса INTERGEO 2018 — успешное решение проблем, возникающих в муниципальных образованиях при внедрении концепции «умного города», возможно, в первую очередь, за счет энтузиазма молодых специалистов, владеющих знаниями в области геопространственных технологий.

Редакция журнала

Геоскан Gemini

Лучший инструмент для аэрофотосъемки с целью получения геодезически точных ортофотопланов территорий.

www.geoscan.aero/ru/products/gemini



Время полета
40 минут



Абсолютная точность
фотограмметрической модели
в горизонтальной плоскости
4 см*



Площадь съемки
до 1 км²*



Геодезический приемник
Topcon B111 GNSS

Знакомь!

* При полете в солнечную погоду на высоте 85 м и наземном разрешении 2,5 см

Редакция благодарит компании,
поддержавшие издание журнала:

Trimble (Платиновый спонсор),
JAVAD GNSS (Золотой спонсор),
«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»,
АО «Роскартография»,
ГК «Геоскан», Bentley Systems,
«Геодезические приборы»,
КБ «Панорама», «Ракурс»,
«УГТ-Холдинг», ПК «ГЕО»,
ГБУ «Мосгоргеотрест»

Издатель
Информационное агентство «ГРОМ»

Генеральный директор
В.В. Groшев

Главный редактор
М.С. Романчикова

Редактор
Е.А. Дикая

Дизайн макета
И.А. Петрович

Дизайн обложки
И.А. Петрович

Интернет-поддержка
«Инфодизайн»

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

Интернет-версия
www.geoprofi.ru

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

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

ISSN 2306-8736

Периодичность издания —
шесть номеров в год.

Индекс для подписки в каталоге
Агентства «Урал-Пресс» 010688

Тираж 3000 экз. Цена свободная
Номер подписан в печать 21.12.2018 г.

Печать Издательство «Проспект»

ОТ РЕДАКЦИИ

INTERGEO 2018. ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ 1

ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

Г.Г. Побединский
О КОРПУСЕ ГРАЖДАНСКИХ ТОПОГРАФОВ И РЕФОРМАХ
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ 4

ТЕХНОЛОГИИ

А.А. Майоров, А.В. Матерухин, И.Н. Бондарев, А.М. Домнина
ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ
МОДЕЛИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ГОРОДА МОСКВЫ
ПО ДАННЫМ ОТ СЕТИ МОБИЛЬНЫХ ГЕОСЕНСОРОВ 12

И.Е. Родин
АНАЛИЗ И ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЗЗ ИЗ ОТКРЫТЫХ
ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ 16

Д.А. Гоглев
МАЛОВЫСОТНАЯ АЭРОМАГНИТНАЯ СЪЕМКА
С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ
СИСТЕМ НА БАЗЕ КВАДРОКОПТЕРА В АРХЕОЛОГИИ 20

БУДУЩЕЕ ЦИФРОВЫХ ГОРОДОВ 23

С.О. Шевчук, К.В. Киселев, Д.А. Прохоров
ОПЫТ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
СКАНИРОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГНСС-АППАРАТУРОЙ
ПРИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ 40

Н.К. Шендрик, П.К. Шитиков
ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТОВ СЕТИ
ПДБС НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ В ГСК-2011 46

НОВОСТИ

СОБЫТИЯ 26

ОБОРУДОВАНИЕ 32

ОБРАЗОВАНИЕ

Г.В. Макаров, В.И. Глейзер, Е.В. Андреева
ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ДУГА СТРУВЕ И КАФЕДРА ГЕОДЕЗИИ
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА МОРСКОГО
И РЕЧНОГО ФЛОТА ИМЕНИ АДМИРАЛА С.О. МАКАРОВА 35

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ 51

КАЛЕНДАРЬ СОБЫТИЙ 52

О КОРПУСЕ ГРАЖДАНСКИХ ТОПОГРАФОВ И РЕФОРМАХ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КАРТОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ*

Г.Г. Побединский (ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной, Нижний Новгород)

В 1980 г. окончил геодезический факультет Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (в настоящее время — Сибирский государственный университет геосистем и технологий) по специальности «прикладная геодезия». После окончания института работал в НИИ прикладной геодезии (Сибгеоинформ, Новосибирск). В 1986 г. окончил аспирантуру ЦНИИГАиК, затем работал в Московском АГП. С 1992 г. — генеральный директор Верхневолжского АГП (Нижний Новгород), с 2006 г. — заместитель руководителя Федерального агентства геодезии и картографии, с 2010 г. — заместитель директора ЦНИИГАиК, с 2012 г. — заместитель генерального директора ОАО «Роскартография», с 2014 г. — директор ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД». С 2018 г. — заведующий лабораторией ГИС-технологий и биоинформатики Нижегородского НИИ эпидемиологии и микробиологии (ННИИЭМ) им. академика И.Н. Блохиной. Кандидат технических наук. Заслуженный работник геодезии и картографии РФ. Член Центрального правления Российского общества геодезии, картографии и землеустройства.

▼ Корпус гражданских топографов

Одно из первых решений по государственной координации геодезических и картографических работ было принято в 1838 г.

7 марта 1838 г. Императором Николаем I было утверждено Положение о Корпусе гражданских топографов в составе Министерства государственных имуществ. Фрагмент Указа об утверждении Положения о Корпусе гражданских топографов приведен на рис. 3. Основной состав Корпуса формировался из выпускников Лесного и Межевого института, находившегося в Санкт-Петербурге (в настоящее время — Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет). Положением были введены звания классных гражданских топографов двух раз-

рядов, 1-й разряд присваивался министром государственных имуществ, а 2-й разряд — директором Корпуса [3].

Согласно утвержденному положению, в состав Корпуса гражданских топографов входило 8 рот, чертежная, механическое заведение для приготовления геодезических и других инструментов. Каждая рота состояла из ротного командира и одного офицера, 4 классных топографов 1-го разряда, 16 классных топографов 2-го разряда и 80 гражданских топографов [3].

К сожалению, дух реформаторства не дал возможности Корпусу гражданских топографов развернуть работы на полную мощность, и он был расформирован. Достоверные данные об этом событии до последнего времени были неизвестны. Документ [21], подтверждающий существова-

ние Корпуса гражданских топографов в 1846 г., многие ошибочно считают решением о его расформировании. На

11031. — Марта 7. Высочайше утвержденное положение о корпусе гражданских топографовъ.

Именнымъ, даннымъ Министру Государственныхъ Имуществъ. Утвердивъ препровождаемое при семъ положение о корпусѣ гражданскихъ топографовъ, Мы повелеваемъ вамъ привести оное надлежащимъ порядкомъ въ исполненіе, произведи формированіе ротъ гражданскихъ топографовъ, по мѣрѣ выпуска воспитанниковъ изъ учебныхъ ротъ Леснаго и Межеваго Института.

Между тѣмъ, состоящую нынѣ при V Отдѣленіи Собственной Нашей Канцеляріи межевую роту обратитъ въ составъ корпуса гражданскихъ топографовъ, по утвержденному Намъ положенію.

Рис. 3

Фрагмент Указа Императора Николая I от 7 марта 1838 г. об утверждении Положения о Корпусе гражданских топографов [3]

* Продолжение. Начало в «Геопрофи» № 5-2018, с. 4–8.

самом деле, это произошло в 1847 г. в результате межведомственной борьбы и «для сокращения издержек по межевой части».

11 апреля 1847 г. Императором Николаем I было утверждено Положение о Корпусе межевщиков Министерства государственных имуществ [4]. В примечании к положению было сказано:

«Распубликовано 15 Мая, при указах следующего содержания: Правительствующий Сенат слушали представление Министра Государственных Имуществ, что для сокращения издержек по межевой части вверенного ему Министерства, он Министр вносит на рассмотрение Государственного Совета проекты нового положения и штата о Корпусе Межевщиков, в отмену штатов и положения ныне существующего Корпуса Гражданских Топографов, Государь Император, в 11 день Апреля сего года, Высочайше повелеть соизволил: проекты сии привести в исполнение на следующих основаниях: 1) Устройство Корпуса Межевщиков, по издаваемому ныне положению, вводить постепенно по мере приуготовления межевщиков, которыми и замещать определенных по нынешнему штату неклассных топографов; и 2) состоящих ныне в сем Корпусе, по прежнему штату: а) классных чинов распределить сообразно занимаемым ими ныне местам, их способностям и опытности, на места, положенные по новому штату Корпуса Межевщиков; и б) неклассных топографов оставить, впредь до минования в них надобности, на присвоенных им прежним положением правах и окладах содержания, которое и относить на счет остатков от некомплекта межевщиков; а по минова-

нии надобности и в сих топографах, разместить их сообразно способностям на службу вообще, по ведомству Министерства Государственных Имуществ, преимущественно же по межевой части. О таком Высочайшем повелении, он, Министр Государственных Имуществ, донося Правительствующему Сенату, представил при том копии со списков с Высочайше утвержденных проектов положения и штата о Корпусе Межевщиков, с тем, не угодно ли будет дать по оным надлежащее, кому следует, предписание. Приказали: Означенных Высочайше утвержденных положений о Корпусе Межевщиков ведомства Министерства Государственных Имуществ и штата оному, напечатать потребное количество экземпляров, препроводить для учинения распоряжения о надлежащем исполнении к Министру Государственных Имуществ, для сведения и в чем следует исполнения, во все Палаты Государственных Имуществ, и для приведения повсеместно в известность, в Губернские Правления при указах».

Это была далеко не последняя реформа государственной картографо-геодезической службы [5, 6].

▼ План губернского города Нижнего Новгорода Нижегородской губернии

В крупных губернских городах существовали службы, занятые съемками для учета и оценки земель. Труды гражданских топографов и землемеров менее известны, так как не связаны с громкими победами и поражениями, кроме того, большая часть инструкций, наставлений, карт и планов городов сохранились лишь в рукописях, в виде служебных документов Межевой канцелярии, Министерства государ-

ственных имуществ, губернских департаментов.

Примером такой работы является план губернского города Нижнего Новгорода Нижегородской губернии. Оригинал плана создавался в период, когда в России были впервые введены «Условные знаки для употребления на топографических, географических и квартирных картах и военных планах», «Правила для надписания карт и планов» и «Инструкция для съемки земель ведомства Министерства государственных имуществ», в которых были изложены новые правила изображения рельефа путем замены отмычки рельефа на его изображение штрихами [22–26].

План Нижнего Новгорода в масштабе 1:4200 (50 саженей в дюйме) был снят, вычерчен и иллюминирован (раскрашен) в 1848–1853 гг. классными топографами Лебедевым, Хорошавиным и запасным землемером И. Медведевым. Он состоял из 6 листов, в верхней части которых размещался номер листа и надпись «НИЖЕГОРОДСКОЙ ГУБЕРНИИ ЧАСТЬ СЕЛИДЕБНОЙ ЗЕМЛИ НИЖНЯГО НОВГОРОДА». На листе № 1 приведена надпись «ПЛАНЪ ГУБЕРНСКАГО ГОРОДА НИЖНЯГО НОВГОРОДА НИЖЕГОРОДСКОЙ ГУБЕРНИИ. СНЯТЬ Запаснымъ Землемлѣ-меромъ Медведевымъ и Класснымъ Топографомъ Лебедевнымъ». На листе № 4 указано «ПЛАНЪ СЛОБОДЫ КУНАВИНСКОЙ ПРИНАДЛЕЖАЩЕЙ ГУБЕРНСКОМУ ГОРОДУ НИЖНЕМУ НОВГОРОДУ. СНЯТЫЙ ВЪ 1853 ГОДУ Класснымъ топографомъ Хорошавинымъ» (рис. 4).

Для специалистов представляют значительный интерес служебные надписи на старинных листах (брульонах), относящиеся ко времени их создания. Не является ис-



Рис. 4

Верхняя часть листа № 4 плана губернского города Нижнего Новгорода Нижегородской губернии [27]

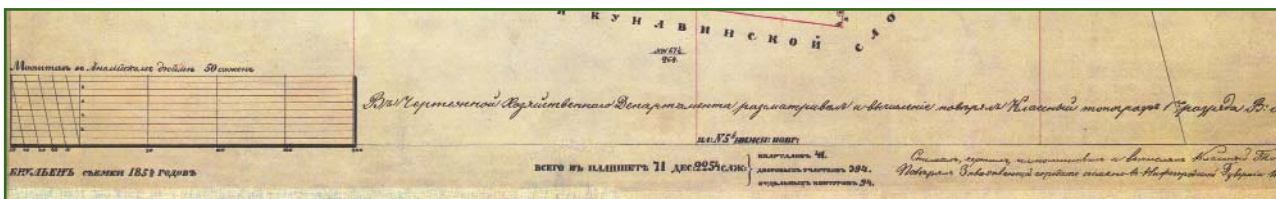


Рис. 5

Нижняя часть листа № 4 плана губернского города Нижнего Новгорода Нижегородской губернии [27]

ключением и план Нижнего Новгорода. По надписям на листах и за рамками картографического изображения удалось воссоздать историю создания плана.

На каждом листе указан масштаб плана «Масштабъ въ Англійскомъ дюймѣ 50 сажень» и приведено изображение масштабной линейки. За рамками изображения, в нижней части листа, размещены надписи: «БРУЛЬЕНЬ съемки» с указанием года выполнения съемки каждого листа, «Снималь, чертилъ и иллюминаваль» с указанием чина и фамилии исполнителя, «Поверяль Начальникъ городской съемки» (листы № 1, № 5 и № 6) и «Поверяль Завѣ-

дывающій городской съемкою» (листы № 2 и № 3) и даже «Поверяль Завѣдывающій городской съемкою въ Нижегородской губерніи» (лист № 4) с указанием чина и фамилии проверяющего (рис. 5). Каждый лист имеет «штамп ОТК» — «Въ Чертежной Хозяйственномъ Департамента разсматриваль и вычисленіе поверяль Классный топографъ 1-го разряда В. Гарцевичъ». А на листе № 1 помещен «акт приемки работы» — «Планъ города Нижняго Новгорода, состоящій изъ планшетовъ за №№ 1, 2, 3, 4, 5 и 6, въ Чертежной Хоз. Д^{мо} разсмотрѣнь. Начальникъ Чертежной Хабаров, 29 января 1859 г.».

В работах по проверке и окончательному оформлению плана (до 1859 г.) принимали участие: классный топограф 1-го разряда В. Гарцевич, начальник городской съемки коллежский секретарь Терекин и начальник чертежной Хозяйственного Департамента Хабаров. Фамилии Терекин и Хабаров могут быть другими, так как их подписи на оригинале плана неразборчивы. Следует отметить, что в процессе выполнения работ запасной землемер И. Медведев получил повышение — в 1853 г. его должность называлась «завѣдывающій городской съемкою въ Нижегородской губерніи».

Топографические и кадастровые метаданные всех листов плана губернского города Нижнего Новгорода Нижегородской губернии						Таблица 1
№ листа	1	2	3	4	5	6
Год съемки листа	1851	1852–1853	1852–1853	1852–1853	1848–1849	1848–1849
<i>Всего на листе в пределах городской черты</i>						
Десятин / Сажень	62 / 1514	265 / 410	40 / 58	71 / 2254	144 / 70	157 / 722
Кварталов	25	—	—	41	—	—
Дворовых участков	249	729	95	394	548	311
Контуров	63	385	24	94	78	54

По границе съемки на листах обозначены территории, смежные с городской, и масштаб, в котором они были сняты (25-саженный и 100-саженный):

— «ЗЕМЛЯ НИЖЕГОРОДСКАГО ЯРМАРОЧНАГО ГОСТИННАГО ДВОРА»;

— «ВЫГОННАЯ ЗЕМЛЯ НИЖНЯГО НОВГОРОДА»;

— «ЗЕМЛЯ БАЛАХНИНСКАГО УЪЗДА СЕЛА ГОРДЪЕВКИ ВЛАДЪНИЕ КНЯЗЯ БУТЕРО-РАДАЛИ ГРАФА И ГРАФИНИ СТРОГОНО-

ВЫХЪ Г.Г. ВСЕВОЛОЖСКАГО И ДВУХ БРАТЬЕВ ЛАЗАРЕВЫХЪ» (рис. 6).

Одна из главных задач плана состояла в фиксировании землевладений. К плану прилагались специальные кадастровые списки, в которых указывалось, кому какой земельный участок или постройка, будь то каменный особняк или деревянный сарай, принадлежит. На каждом листе размещались «кадастровые метаданные» —

общая площадь съемки в десятинах и саженьях, количество кварталов, дворовых участков и отдельных контуров с указанием их кадастровых номеров (табл. 1).

На плане можно прочесть названия улиц, монастырей, кладбищ, церквей и наиболее важных административных и общественных зданий. Условные обозначения, используемые на плане, помогают не только определить точное расположение улиц, домов, оврагов, прудов, но и характеристики других объектов. С их помощью можно отличить каменные постройки от деревянных, жилое помещение от нежилого, мощеную улицу от не мощеной, огород от фруктового сада; узнать, где находились колодцы, фонтаны, питьевые заведения и даже фонарные столбы.

Условные обозначения (ИЗЪЯСНЕНИЕ ЗНАКОВЪ) приведены на листе № 3 и в сокращенном виде на листе № 4 (рис. 7).

План губернского города Нижнего Новгорода Нижегородской губернии был восстановлен по оригинальной технологии Верхневолжским территориальным геодезическим центром Московского аэрогеодезического предприятия (с 1992 г. — Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие) в 1991–1992 гг. Основную работу выполнили картограф С.М. Шленская и редактор М.Ф. Оболенская. Восстановленный план был подготовлен к изданию Верхневолжским аэрогеодезическим предприятием в 1992–1993 гг. Картограф Т.А. Никитина, текст А.Р. Шиян, художник Н.Р. Акчурин.

Первое издание представляло собой 6 листов факсимильного издания размером 60х60 см, вложенных в папку. На обложке папки была разме-



Рис. 6

Фрагмент листа № 4 плана губернского города Нижнего Новгорода Нижегородской губернии [27]

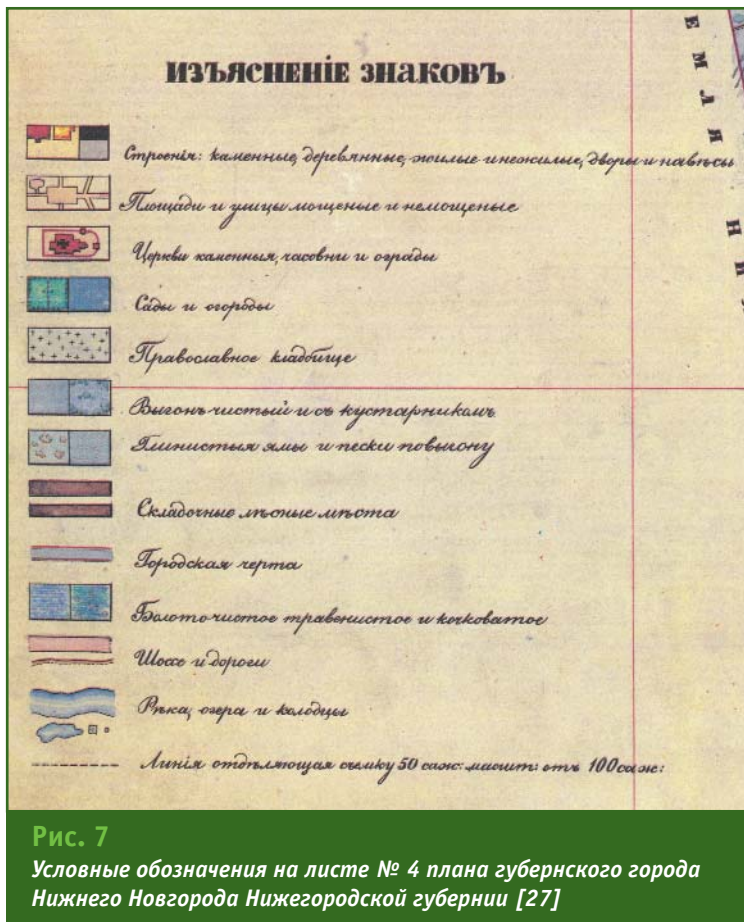


Рис. 7

Условные обозначения на листе № 4 плана губернского города Нижнего Новгорода Нижегородской губернии [27]

щена копия одной из работ нижегородского фотографа XIX–XX вв. М.П. Дмитриева, титульный лист с текстом, фрагмент плана Нижнего Новгорода 1991 г., инструкция по созданию настенного варианта плана размером 175x100 см [28–30].

Второе издание, переработанное и дополненное, включало 6 листов факсимильного издания, сфальцованных до формата А4 (20x30 см), 1 лист фрагмента плана города Нижнего Новгорода 2017 г., описание плана и истории его реставрации, вложенных в папку [27, 31].

▼ О государственной координации геодезических и картографических работ

Необходимость государственной координации геодезических и картографических работ неоднократно обсуждалась геодезической обще-

ственностью. В конце XIX века, когда силы Корпуса военных топографов были сосредоточены на съемке пограничных районов страны, активные деятели Императорского русского географического общества (в настоящее время — Русское географическое общество) министр путей сообщения генерал К.Н. Посыет и начальник Кавказского военно-топографического отдела, член-корреспондент Императорской Санкт-Петербургской Академии наук генерал И.И. Стебницкий поставили вопрос об объединении топографо-геодезических работ с целью достижения большего эффекта в картографировании России. По их мнению, необходимо было создать комиссию из представителей заинтересованных министерств и ведомств, которая бы занялась вопросами объединения всех астрономических, гео-

дезических, съемочных и нивелирных работ, производимых в России разными ведомствами, а также разработкой способов их проведения.

В 1884 г. такая комиссия была создана под руководством вице-председателя Императорского русского географического общества П.П. Семенова, и в 1886 г. комиссия разработала «Проект положения о Геодезическом Совете», с целью установления связи геодезических работ и возможного однообразия в приемах их проведения разными министерствами. Несмотря на активную поддержку идеи объединения топографо-геодезических работ и создания Геодезического Совета виднейшими геодезистами и картографами, проект Положения о Геодезическом Совете не получил одобрения в соответствующих министерствах. В последующем вопрос об улучшении организации и проведении топографо-геодезических работ поднимался Императорской Санкт-Петербургской Академией наук в 1898 г., Военно-топографическим отделом Генерального штаба в 1911 г., на Геологическом съезде в 1912 г., на съезде маркшейдеров в 1913 г.

В 1916 г. на общем собрании Императорской Санкт-Петербургской Академии наук с докладом «Об организации топографической съемки России» выступил академик В.И. Вернадский, который констатировал, что «современное состояние картографии России заслуживает серьезнейшего внимания. Несмотря на огромные средства, истраченные в последние 20 лет различными учреждениями и ведомствами для составления топографических карт нашей страны, в общем, это дело первой государственной важности».

сти стоит очень неудовлетворительно. Большие суммы на картографическую работу тратились без общего плана, по случайным, спешным, нередко важным или казавшимся такими обстоятельствам, без всякой согласованности. Исполненная каким-нибудь ведомством или учреждением работа по ее опубликованию или по окончании карты в дальнейшем не охранялась, и мы знаем случаи, когда оригиналы карт или определяющий их материал бесследно исчезали и в то же время на местах не сохранились важные точно определенные астрономические точки, послужившие основой карты» [32].

И в наши дни справедливо его утверждение «при быстром росте науки карта, изъятая из ведения ученых специалистов, чрезвычайно быстро отстает от общего международного уровня. Поэтому высокий уровень нашей государственной карты может быть поддерживаем на научной высоте, лишь при условии полной и широкой геодезической работы чисто научного характера. С другой стороны, энергичная помощь научным исследованиям, широкая постановка исследовательской работы является столь же важной и неизбежной функцией современного государства, какой является, например, его забота о народном образовании, об улучшении земледелия, об улучшении дорог или об организации войска. Мне кажется, что тяжелый опыт этих последних лет является достаточно убедительным в этом отношении» [32].

В связи с докладом В.И. Вернадского Академия наук совместно с Русским географическим обществом организовала Межведомственную геодезическую комиссию. Ко-

миссия состояла из представителей 15 ведомств в составе 50 человек. Вновь организованная комиссия провела ряд расширенных заседаний, на которых были заслушаны информационные доклады ведомств о топографо-геодезических и картографических работах, но никаких решений по существу вопросов принято не было.

▼ Декрет Совета Народных Комиссаров «Об учреждении Высшего Геодезического Управления»

События 1917 г. прервали работу Межведомственной геодезической комиссии. В 1918 г. по указанию В.И. Ленина в Российскую академию наук был направлен запрос о результатах работы комиссии. В ответе было сказано, что комиссия, по существу, ничего не сделала. После этого последовало распоряжение В.И. Ленина о ее роспуске и дано поручение управляющему Делами Совета Народных Комиссаров В.Д. Бонч-Бруевичу подготовить проект Декрета об образовании Центральной геодезической организации.

В феврале 1919 г. М.Д. Бонч-Бруевич совместно с инициативной группой в составе профессора С.М. Соловьева, инженеров М.И. Белова и В.А. Гайкина, а также представителей научной комиссии, разработали для внесения на утверждение Совета Народных Комиссаров проект Декрета об объединении всех геодезических работ в России путем создания Высшего геодезического управления при ВСНХ РСФСР [14, 12].

Современная история государственной картографо-геодезической службы началась 15 (23) марта 1919 г., когда Председатель Совета Народных Комиссаров Ульянов (Ленин), Председатель Высшего Совета Народного Хозяйства А.И. Ры-

ков, управляющий Делами Совета Народных Комиссаров В.Д. Бонч-Бруевич и секретарь Л.И. Фотиева подписали Декрет «Об учреждении Высшего Геодезического Управления». Декрет был опубликован в № 63 Известий Всероссийского Центрального Исполнительного Комитета Советов от 23 марта 1919 г. [1].

В соответствии с Декретом:

«I. Для изучения территории РСФСР в топографическом отношении, в целях поднятия и развития производительных сил страны, экономии технических сил и денежных средств и времени, при Научно-Техническом Отделе Высшего Совета Народного Хозяйства учреждается Высшее Геодезическое Управление.

II. Для осуществления названной цели Высшее Геодезическое Управление:

а) объединяет и согласует геодезическую деятельность всех комиссариатов и учреждений Республики;

б) производит и руководит в общегосударственном масштабе основные геодезические работы (тригонометрические, астрономические и по точному нивелированию);

в) производит сплошные систематические топографические съемки на всем пространстве Республики;

г) объединяет и направляет всякого рода съемочные работы, устраняя параллелизм, собирает и систематизирует результаты астрономических, геодезических и топографических работ отдельных комиссариатов и учреждений в целях составления и издания карт общегосударственного значения в различных масштабах и для различных целей ведения народного хозяйства;

д) разрабатывает и утверждает положения об организа-

ции работ и технические инструкции и правила, устанавливающие единство методов и приемов работ вычислений, изготовления и издания карт и планов для различных ведомств;

е) организует картографические работы и издает карты для отдельных ведомств, учреждений и лиц, используя существующие картографические учреждения и заведения;

ж) изготавливает и снабжает геодезическими инструментами и оптическими приборами ведомства, учреждения и лица, используя для сего существующие фабрики геодезических инструментов;

з) организует научные работы в области геодезии, астрономии, оптики, картографии, инструментоведения и вообще съёмочного дела и для подготовки молодых научных сил;

и) собирает, систематизирует и хранит карты и другие материалы съёмочных работ;

к) входит для согласования геодезической деятельности в международном отношении в сношения с геодезическими организациями иностранных государств» [1].

Организация и формирование Высшего геодезического управления (ВГУ) были поручены М.Д. Бонч-Бруевичу, который вносил все организационные мероприятия на коллегию ВГУ и проводил их в жизнь после их принятия.

Одним из первых решений коллегии стало учреждение на местах отелов ВГУ, вскоре переименованных в полевые округа: Центральный (Москва, 1920 г.), Северный (Петроград, 1920 г.), Уральский (Екатеринбург, 1920 г.), Приволжский (Саратов, 1920 г.), Северо-Кавказский (Краснодар, 1921 г.), Западно-Сибирский (Омск, 1922 г.), Западный (Гомель,

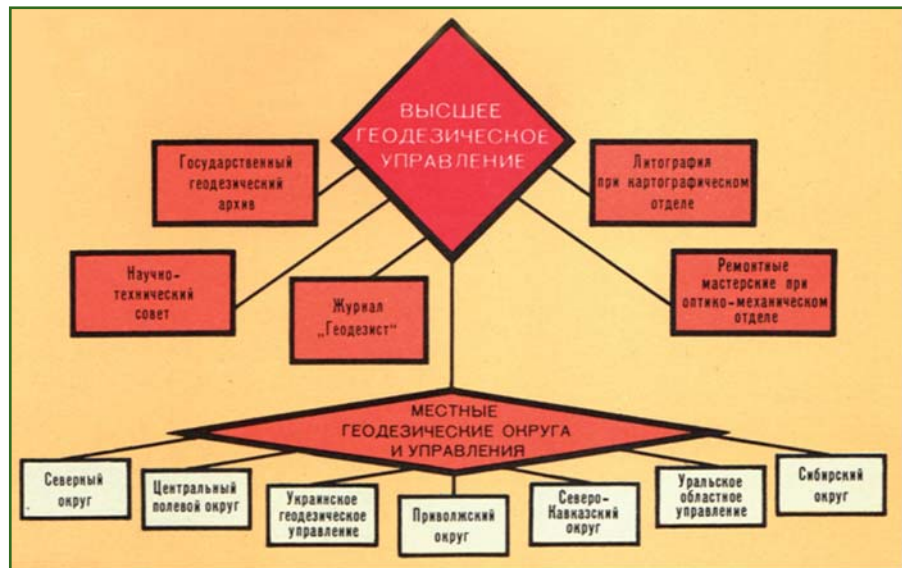


Рис. 8
Общая структура ВГУ ВСНХ СССР в 1925 г.

1923 г.). В 1924 г. в Харькове было организовано Украинское геодезическое управление. В дальнейшем предполагалось сформировать округа Закавказский, Восточно-Сибирский и Туркестанский [15, 22]. Образованные производственные структуры ВГУ неоднократно меняли названия.

В 1923 г. декрет, относившийся к РСФСР, был распространен на всю территорию СССР. Общая структура ВГУ ВСНХ СССР в 1925 г. приведена на рис. 8 [18, 33, 34].

Окончание следует

▼ Список литературы

1. Декрет Совета Народных Комиссаров «Об учреждении Высшего Геодезического Управления». 15 (23) марта 1919 г. Опубликовано в № 63 Известий Всероссийского Центрального Исполнительного Комитета Советов от 23 марта 1919 года. Собрание узаконений и распоряжений правительства за 1919 г. Управление делами Совнаркома СССР. — М., 1943. — С. 165–166.
2. Указ Президента Российской Федерации от 11 ноября 2000 г. № 1867 «О дне работников геодезии и картографии».
3. 11031. — Марта 7. Высочайше утвержденное положение о корпусе гражданских топографов.

Полное собрание законов Российской империи. Повелѣніем Государя Императора Николая Павловича составленное. Собрание второе. Том XIII. Отдѣленіе первое. 1838. Отъ № 10855-11376. — САНКТПЕТЕРБУРГЪ. Въ Типографіи II Отдѣленія Собственной Е. И. В. Канцеляріи. — 1839. — С. 156–160. — <http://www.runivers.ru/book-reader/book9883/#page/157/mode/1up>.

4. 21094. — Апрѣля 11. (*) Высочайше утвержденное положение о Корпусѣ Межевщиковъ въ домства Министерства Государственныхъ Имуществъ. Полное собрание законовъ Российской имперіи. Собрание второе. Том XXII. Отдѣленіе первое. 1847. Отъ № 20768-21843. — САНКТПЕТЕРБУРГЪ. Въ Типографіи II Отдѣленія Собственной Е. И. В. Канцеляріи. — 1848. — С. 297–299. — <https://www.runivers.ru/book-reader/book9903/#page/297/mode/1up>.

5. Побединский Г.Г., Шаяпов Р.Г. История российской службы геодезии и картографии. О создании корпуса гражданских топографов / Международный научно-промышленный форум «Великие реки — 2009». Труды конгресса. — Т. 1. — Нижний Новгород, ННГАСУ. — 2010. — С. 246–248.

6. Шаяпов Р.Г. Наша история. О создании корпуса гражданских топографов // Вестник геодезии и

- картографии. — 2009. — № 3 (99). — С. 2–3.
7. Указ Президента Российской Федерации от 25 декабря 2008 г. № 1847 «О Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии».
8. Чертежная книга Сибири, составленная тобольским сыном Семеном Ремезовым в 1701 году. В 2-х томах. — М.: ФГУП «ПКО «Картография», 2003.
9. Кусов В.С. Памятники отечественной картографии: Учебное пособие. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. — 146 с.
10. Атлас Российской империи, выпущенный Императорской академией наук в 1745 году. Ответственные проекта Карпенко Б.П., Егорчев Г.Н. Перевод текста Летова И.А. — Екатеринбург: ФГУП «Уралаэрогеодезия, 2007. — 62 с.
11. Капцюг В.Б. Два юбилея 2017 г.: книга Снеллиуса, дуга Струве // Геодезия и картография. — 2017. — № 3. — С. 57–64.
12. Кашин Л.А. Построение классической астрономо-геодезической сети России и СССР (1816–1991 гг.). Научно-технический и исторический обзор. — М.: Картгеоцентр — Геодезиздат, 1999. — 192 с.
13. Интернет-приложение к журналу «Геопрофи» — 2018/2. От градусных измерений к ГНСС. — <http://www.geoprofi.ru/issues/7027>.
14. Берк В. И. Краткий экскурс в историю картографо-геодезической службы и ее реформ // Геодезия и картография. — 2001. — № 1. — С. 20–22.
15. Государственная картографо-геодезическая служба. Книга 1 / Под общ. ред. А.В. Бородинко. — М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2004. — 184 с.
16. Хронология отечественной геодезии и картографии // Геодезия и картография. — 1994. — № 3. — С. 64–65.
17. 44043. — Декабря 24. Высочайше утвержденныя Положенія: I) о Корпусѣ Военныхъ Топографовъ, II) о Военно-Топографическомъ Училищѣ и III) о военныхъ художникахъ по граверной и фотографической частямъ. Полное собраніе законовъ Россійской имперіи. Собраніе второе. Томъ ХLI. Отдѣленіе второе. 1866. Отъ № 43603–44077. — САНКТПЕТЕРБУРГЪ. Въ Типографіи II Отдѣленія Собственной Е. И. В. Канцеляріи. — 1868. — с. 496 — 507. — <http://www.runivers.ru/bookreader/book9948/#page/507/mode/1up>.
18. Ленинский декрет в действии. 60 лет советской геодезии и картографии. Альбом / Председатель редколлегии Кутузов И.А. — М.: ГУГК при СМ СССР, 1979. — 75 с.
19. Ленинский декрет в действии. 1919–1989. Альбом / Председатель редколлегии Яценко В.Р. — М.: ГУГК при СМ СССР, 1989. — 77 с.
20. Алябьев А.А., Обиденко В.И., Побединский Г.Г. Они создавали карту страны. Фотолетопись «Картографо-геодезической отрасли — 100 лет» // Геодезия и картография. — 2017. — Спецвыпуск «Они создавали карту страны». — С. 2–11.
21. 20767. Декабря 31. Высочайше утвержденное положеніе Комитета Министровъ, объявленное Министромъ Государственныхъ Имуществъ. — О мѣрахъ взысканія съ чиновъ Корпуса Гражданскихъ Топографовъ, за нерадѣніе въ службѣ и дурное поведеніе. Полное собраніе законовъ Россійской имперіи. Собраніе второе. Томъ XXI. Отдѣленіе второе. 1846. Отъ № 20187–20767. — САНКТПЕТЕРБУРГЪ. Въ Типографіи II Отдѣленія Собственной Е. И. В. Канцеляріи. — 1847. — С. 738–739. — <http://www.runivers.ru/bookreader/book9901/#page/739/mode/1up>.
22. Кашин Л.А. Топографическое изучение России. — М.: Картгеоцентр-Геодезиздат, 2001. — 116 с.
23. Кусов В.С. Чертежи земли Русской. — М.: Русский мир, 1993. — 378 с.
24. Папковский П.П. Из истории геодезии, топографии и картографии в России. — М.: Наука, 1983. — 111 с.
25. Постников А.В. Развитие картографии и вопросы использования старых карт. — М.: Наука, 1985. — 216 с.
26. Постников А.В. Состояние и перспективы исследований по истории картографии в СССР // Геодезия и картография. — 1989. — № 3. — С. 57–62.
27. План губернского города Нижнего Новгорода середины XIX в. на шести листах. Изд. 2-е, переработанное и дополненное / Под общей редакцией Е.Г. Ивановой, Г.Г. Побединского. — Нижний Новгород: АО «ВАГП», 2017. — 31 с.
28. План губернского города Нижнего Новгорода середины XIX в. на шести листах / Картографы С.М. Шленская, Т.А. Никитина, текст А.Р. Шиян, художник Н.Р. Акчурин. — Нижний Новгород: Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие, 1993. — 8 с.
29. Побединский Г.Г., Шкидина Т.И., Тимкина О.В. Нижегородский кремль и другие памятники архитектуры на исторических картах. Нижегородский кремль. К 500-летию памятника архитектуры XVI века: Материалы второй областной научно-практической конференции 5–6 декабря 2001 г. — Нижний Новгород: Комитет по делам архивов Администрации Губернатора Нижегородской области, 2002. — С. 71–76.
30. Побединский Г.Г., Шкидина Т.И., Тимкина О.В. План города Нижнего Новгорода середины XIX века. Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. — Т. 1. — М.: Академия наук о Земле, 2002. — С. 51–54.
31. Бази́на М.А., Егорова Н.В., Еруков С.В., Побединский Г.Г., Христова О.В. План губернского города Нижнего Новгорода середины XIX века. К 25-летию Верхневолжского аэрогеодезического предприятия // Геодезия и картография. — 2017. — № 4. — С. 58–64.
32. Вернадский В.И. Об организации топографической съемки России // Изв. Академии наук. — 1917. — Т. 11. — № 11. — С. 843–849.
33. Ленинский декрет в действии. 60 лет советской геодезии и картографии. Альбом / Председатель редколлегии Кутузов И.А. — М.: ГУГК при СМ СССР, 1979. — 75 с.
34. Драйнюк А.А. Руководители государственной картографо-геодезической службы. Лица и судьбы: 1919–2007 гг.: Справочник. — М.: Картгеоцентр. — 2007. — 84 с., ил.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ГОРОДА МОСКВЫ ПО ДАННЫМ ОТ СЕТИ МОБИЛЬНЫХ ГЕОСЕНСОРОВ*

А.А. Майоров (МИИГАиК)

В 1981 г. окончил факультет оптического приборостроения Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК) по специальности «оптические приборы и спектроскопия». С 1979 г. работает в МИИГАиК, в настоящее время — заведующий кафедрой информационно-измерительных систем. Доктор технических наук, профессор.

А.В. Матерухин (МИИГАиК)

В 1994 г. окончил факультет вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «прикладная математика» с квалификацией «математик». В 1999–2004 гг. — глава российского представительства акционерной компании Transcity Trade Invest Limited, в 2005–2011 гг. — независимый разработчик программного обеспечения, в 2011–2014 гг. — старший специалист отдела исследований и разработок ООО «Декарт». С 2014 г. работает в Московском государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК), в настоящее время — доцент кафедры информационно-измерительных систем. Кандидат технических наук.

И.Н. Бондарев (МИИГАиК)

Студент IV курса факультета оптико-информационных систем и технологий Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК).

А.М. Домнина (МИИГАиК)

Студентка IV курса факультета оптико-информационных систем и технологий Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК).

Различного рода пространственные модели давно используются в экологических исследованиях в качестве инструментов оценки и прогноза. Как правило, для создания подобных моделей применяется либо информация, получаемая от немногих и, обычно, довольно далеко расположенных друг от друга станций регулярного экологического мониторинга, либо, которая была

получена в результате дорогостоящих краткосрочных полевых исследований. Иными словами, информация, используемая для создания таких моделей, может быть охарактеризована как данные, имеющие либо низкое пространственное разрешение, либо существенно ограниченный временной охват. С другой стороны, за два последних десятилетия был достигнут беспрецедентный

прогресс в разработке мало-размерных сенсорных устройств с добавленными возможностями определения своего местоположения — геосенсоров. Пространственно-распределенные мобильные геосенсоры позволяют наблюдать за окружающей средой с нужной степенью пространственного и временного разрешения и автоматически передавать данные через сетевую

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и РГО в рамках научного проекта № 17-05-41156.



Рис. 1
Общий вид геосенсора для измерения уровня диоксида азота и монооксида углерода в атмосферном воздухе

инфраструктуру в системы обработки и анализа. Полезность такого источника информации увеличивается с увеличением количества используемых геосенсоров, поэтому имеет смысл говорить о технологиях сбора пространственно-временных данных не с помощью геосенсоров, а с помощью сетей геосенсоров. Сеть геосенсоров может быть определена как распределенная сенсорная сеть, предназначенная для получения данных о событиях, для которых пространственный аспект имеет существенное значение. Термин «распределенная сенсорная сеть» в настоящее время является уже вполне устоявшимся, обозначающим сеть из датчиков с поддержкой сетевых коммуникационных протоколов.

В настоящее время на кафедре информационно-измерительных систем Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) ведется разработка геоинформационной технологии создания информационно-измерительных систем на базе распределенных сетей интеллектуальных геосенсоров [1, 2]. Такие информационно-измерительные системы, в частности, могут быть эффективно использованы для построения детализированной пространственной модели загрязнения воздуха в условиях крупного города. Чем большее количество геосенсоров используется информационно-измерительной системой и чем интенсивнее потоки данных, поступающих от каждого геосенсора, тем выше пространственно-временная детализация получаемых данных. Однако при увеличении объема и скорости поступления пространственно-временных данных возникает и приобретает все большее значение требование непрерывности их обработки, поскольку они используются для мониторинга непрерывных явлений в режиме реального времени. Под непрерывностью процессов обработки пространственно-временных данных в геоинформационных системах (ГИС) понимается такое общее свойство как возможность выдачи информации об изменениях пространственных отношений между объектами геосистемы сразу после

поступления пространственно-временных данных от системы сбора. В работе [3] показано, что современные требования к непрерывности обработки пространственно-временной информации высокой интенсивности в ГИС не могут быть удовлетворены в рамках традиционного подхода с использованием реляционных баз данных и модели «обработка после обязательного сохранения», что переводит потоки пространственно-временных данных выше определенной интенсивности в класс больших пространственных данных.

В статье [4] был описан разработанный коллективом кафедры прототип системы сбора данных о загрязнении воздуха на значительной по площади урбанизированной территории, включающий геосенсоры (рис. 1). Для создания геосенсора были использованы следующие устройства:

- калиброванные газовые сенсоры 9376-NA (high accuracy NO2) Libelium и 9371 (for high concentrations CO) Libelium;
- плата WGASPRO Libelium для интеграции сенсорных датчиков;
- плата WA-4G-EU/BR Libelium с приемником GPS и радиомодулем 4G Waspote 4G EU/BR;
- модуль Waspote LoRa SMA 4,5 dBi — 868 Libelium с разъемом SMA;
- шлюз Waspote Gateway LoRa SMA 868 Libelium с разъемом SMA;

```
1 2018-05-08-16-58-00.634219 ##g:1:2;L:2194;T:8591503,0,461,587,590,723,1203,2427,9267,64182,64204,64236;BAT:71;ACC:257,1636,429;4G:0,-81,3;GPS:0,55,768284,37,647995,165,200000,4,2,7000,188,3,1,4000,080518,132042;TEMP:27,2831;CO:2,0427;NO2:0,0107
2 2018-05-08-16-58-04.269540 ##g:1:2;L:2195;T:8595316,0,461,586,589,722,1207,2425,2429,3768,3790,3813;BAT:66;ACC:-143,1169,166;4G:0,-69,3;GPS:0,55,768284,37,647995,165,200000,4,2,7000,188,3,1,4000,080518,132042;TEMP:27,2240;CO:2,1438;NO2:0,0168
3 2018-05-08-16-58-06.868513 ##g:1:2;L:2196;T:8598160,0,462,586,590,723,1204,2421,2427,2798,2820,2844;BAT:75;ACC:35,833,277;4G:0,-69,3;GPS:0,55,768284,37,647995,165,200000,4,2,7000,188,3,1,4000,080518,132042;TEMP:27,2240;CO:2,3258;NO2:0,0178
4 2018-05-08-16-58-09.359208 ##g:1:2;L:2197;T:8601011,0,463,587,591,724,1205,2420,2423,2793,2815,2851;BAT:73;ACC:55,819,190;4G:0,-69,3;GPS:0,55,768284,37,647995,165,200000,4,2,7000,188,3,1,4000,080518,132042;TEMP:27,2240;CO:2,1236;NO2:0,0184
5 2018-05-08-16-58-12.251717 ##g:1:2;L:2198;T:8603848,0,463,588,592,725,1206,2423,2422,2792,2814,2837;BAT:77;ACC:256,860,-58;4G:0,-69,3;GPS:0,55,768284,37,647995,165,200000,4,2,7000,188,3,1,4000,080518,132042;TEMP:27,2240;CO:2,2719;NO2:0,0162
```

Рис. 2
Исходные данные, поступающие от геосенсора

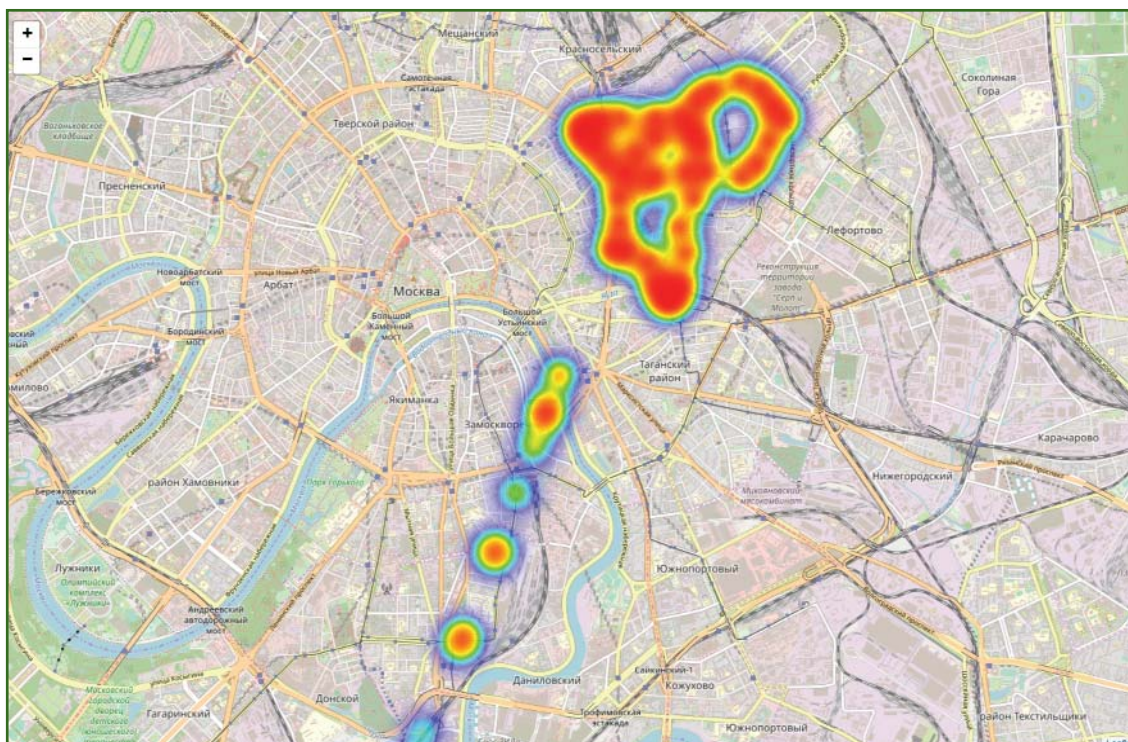


Рис. 3

«Мгновенный снимок» пространственного распределения уровня концентрации монооксида углерода в воздухе, рассчитанный на основании данных, получаемых от мобильных геосенсоров

— перезаряжаемая батарея емкостью 6600 мАч;

— защищенная солнечная панель Rigid solar panel 7,4V Libelium;

— плата расширения радиointерфейсов WEXP Expansion Radio Board Libelium.

Данные от мобильных геосенсоров поступают в централизованную систему обработки с периодом в несколько секунд в виде, показанном на рис. 2. Система содержит: дату и время проведения измерения, сведения об идентификаторе устройства ($g1$), номер выполняемого цикла (L), время с начала цикла (T), заряд аккумулятора (BAT), уровень сигнала сотовой связи 4G (ACC), данные от датчика определения местоположения с помощью глобальной навигационной спутниковой системы (GPS), показатели датчика температуры ($TEMP$), показатели датчика оксида углерода (CO) и показате-

тели датчика диоксида азота (NO_2).

Для проверки разработанной технологии с октября 2017 г. по октябрь 2018 г. проводились полевые испытания на территории города Москвы. Во время испытаний использовалось различное количество мобильных геосенсоров, но не больше пяти одновременно. Размер полученного финансирования, к сожалению, не позволил применить их большее количество. Мобильность сбора данных обеспечивалась двумя вариантами — перемещение геосенсоров осуществляли пешеходы и велосипедисты. В этом помогали студенты МИИГАиК, участвовавшие в тестировании.

Данные от каждого перемещающегося геосенсора с помощью радиомодуля 4G передавались в центральную систему обработки и анализа с периодичностью, примерно, один раз

в 2 секунды. Дополнительно проверялась возможность передачи данных с помощью протокола LoRa, но тесты показали неустойчивость такого способа.

Поступающая от геосенсоров информация непрерывно обрабатывалась в режиме реального времени в программной среде, разработанной в рамках научного проекта № 17-05-41156, поддержанного РФФИ и РФО. В результате определялось текущее пространственное распределение уровня концентрации загрязнения воздуха, которое может быть визуализировано в виде тепловой карты, как показано на рис. 3.

В ходе испытаний была обнаружена чрезвычайно высокая степень пространственной неоднородности уровня загрязнений воздуха в Москве — уровень содержания монооксида углерода в воздухе

мог отличаться в два раза при расположении мест измерения на расстоянии менее 100 м друг от друга. Таким образом, полученные результаты показали возможность получения данных о загрязнении воздуха в городе Москве с пространственным распределением, который ранее никогда не достигался (примерно 30–40 м). Такая детализация данных о распределении загрязнения воздуха в городе Москве дает возможность очень точной пространственной локализации источников выбросов вредных веществ в режиме реального времени.

В ближайших планах — разработка и тестирование методики мониторинга источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в режиме реального времени с помощью сетей

мобильных геосенсоров для оценки соблюдения установленных нормативов предельно допустимых выбросов (в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 14.07.2017 г. № 841).

Мы надеемся, что как уже полученные, так и будущие результаты, будут способствовать формированию в России общества, активно использующего информацию, получаемую от электронных устройств, для создания и распространения новых знаний, в том числе и окружающей среде.

▼ Список литературы

1. Майоров А.А., Матерухин А.В. Геоинформационные аспекты разработки информационно-измерительных систем на базе распределенных сетей интеллектуальных геосенсоров // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2017. — № 6. — С. 106–109.

2. Майоров А.А., Матерухин А.В., Гвоздев О.Г. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка геоинформационной технологии создания информационно-измерительных систем на базе распределенных сетей интеллектуальных геосенсоров» по этапу «Разработка математической модели процессов обработки потоков пространственно-временных данных от распределенных сетей интеллектуальных геосенсоров — концептуальной модели информационно-измерительной системы на базе распределенных сетей интеллектуальных геосенсоров» (рег. номер АААА-Б18-218011990066-3 в ЕГИСУ НИОКТР).

3. Матерухин А.В. Проблематика создания ГИС на основе систем управления потоками данных // Геодезия и картография. — 2017. — № 4. — С. 44–47.

4. Савиных В.П., Майоров А.А., Матерухин А.В. Построение пространственной модели загрязнения воздуха на основе использования потоков данных от сетей геосенсоров // Геодезия и картография. — 2017. — № 12. — С. 39–43.



gisinfo.ru

 **КБ ПАНОРАМА**
Геоинформационные технологии

ГИС

**Разработка и внедрение
геоинформационных систем
и технологий**

АО КБ «Панорама»
Россия, г. Москва, Пыжевский пер., д.5, стр.3.
тел.: +7 (495) 739-0245, факс: +7 (495) 739-0244
panorama@gisinfo.ru

АНАЛИЗ И ПОДГОТОВКА ДАННЫХ ДЗЗ ИЗ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ ДЛЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

И.Е. Родин (КБ «Панорама»)

В 2017 г. окончил факультет прикладной космонавтики и фотограмметрии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) по специальности «геоинформационные системы». После окончания университета работает в КБ «Панорама», в настоящее время — программист.

Точное земледелие (precision agriculture) — это система управления продуктивностью посевов сельскохозяйственных угодий, основанная на комплексном использовании систем глобального позиционирования, данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, технологий оценки урожайности и геоинформационных систем (ГИС).

Построение и использование информационных систем точного земледелия требует большого количества регулярно обновляемой пространственной информации, получаемой средствами ДЗЗ [1]. Для использования в системах точного земледелия эти данные должны обладать высоким пространственным разрешением из-за небольшого размера исследуемых объектов и значительной повторяемостью (периодичностью) съемки одной и той же территории при мониторинге состояния земель, а спектральные диапазоны каналов приема съемочных систем ДЗЗ — быть пригодными для изучения состояния почвы и биомассы (напрямую или с помощью различных вегетационных индексов).

Пространственная информация, получаемая с помощью съемочных систем ДЗЗ из космоса, поставляется коммерческими организациями или находится в открытых источниках научных миссий. В первом случае данные

могут быть заказаны с большого числа космических аппаратов (КА) ДЗЗ гражданского назначения, с заданным уровнем обработки, геопространственной привязкой и в необходимой проекции. Самостоятельный анализ и подготовка данных из открытых источников требует дополнительных затрат по времени, но увеличивает экономическую эффективность систем точного земледелия, что в некоторых случаях может иметь решающее значение.

В данной статье рассматриваются пространственные данные ДЗЗ из космоса, доступные из открытых источников, и необходимые процедуры их автоматизированной обработки для использования в информационных системах точного земледелия.

▼ Научные программы мониторинга Земли из космоса

Существует несколько глобальных научных программ наблюдения Земли из космоса, предоставляющих открытый доступ к своим данным. Остановимся на некоторых из них.

Программа Copernicus с семейством КА дистанционного зондирования Земли Европейского космического агентства (ESA) — Sentinel-1, Sentinel-2 и Sentinel-3 — создана в рамках проекта глобального мониторинга в интересах охраны окружающей среды и безопасности (GMES).

Наиболее продолжительным проектом по получению космических снимков Земли является программа Landsat Национального управления океанических и атмосферных исследований (NOAA) Министерства торговли США. Первый КА — Landsat 1 был запущен в 1972 г., а последний — Landsat 8 в 2013 г. Данные со всех КА миссии находятся в открытом доступе.

В 1999 г. Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства США (NASA) по программе системы наблюдения Земли EOS на солнечно-синхронную орбиту вокруг Земли был запущен транснациональный научно-исследовательский КА EOS-AM1 (Terra), включающий пять съемочных систем. Для решения задач точного земледелия представляют интерес две из них: ASTER для гиперспектральной съемки (14 каналов в диапазоне 0,52–11,65 мкм) и стереосъемки (в диапазоне 0,76–0,86 мкм) и MODIS для гиперспектральной съемки (36 каналов в диапазоне 0,45–14,36 мкм).

Целям точного земледелия соответствуют только данные, получаемые с действующих съемочных оптико-электронных систем космических аппаратов Sentinel-2, Landsat-7, Landsat-8 и EOS AM-1, основные характеристики которых приведены в табл. 1.

Данные предоставляются в открытых форматах, но не все форматы полностью свободны от патентов (например, JPEG2000). Работа с растрами в формате TIFF поддерживается всеми современными ГИС, в то время как форматы HDF и JPEG2000 менее распространены и для работы с ними может потребоваться конвертация, импорт во внутренний формат (ERDAS Imagine) или обновление библиотек нижнего уровня (GDAL в QGIS). Для конвертации и перепроецирования растров в формате HDF NASA предоставляет бесплатный инструмент с режимом работы через командную строку — HDF-EOS To GIS Conversion Tool (HEG).

Все поставщики предоставляют доступ к данным по протоколу HTTP, что обеспечивает простоту и удобство их встраивания в информационные системы. Для доступа к некоторым источникам требуется бесплатная регистрация.

▼ **Подготовка данных ДЗЗ из космоса**

Пространственное разрешение снимков с КА Landsat может быть увеличено до 15 м с помо-

щью слияния с панхроматическим (PAN) каналом. В некоторых приложениях, например, при расчете вегетационных индексов, слияние с PAN-каналом используется для увеличения количества пространственной информации [2].

Для определения уровня обработки данных ДЗЗ существует общепринятая модель, описанная NASA во время работы над программой EOS [3]. В этой модели все процедуры радиометрической и геометрической коррекции распределяются по нескольким уровням обработки данных со съемочных систем: с уровня 0 для необработанных («сырых») изображений до уровня 3–4 для скорректированных и ортотрансформированных снимков в заданной проекции. На практике поставщики данных часто отходят от этой модели и используют собственные уровни обработки.

Данные ДЗЗ из различных источников должны быть приведены к единому, более высокому уровню обработки. Для этого может потребоваться пересчет значений снимков к альбедо земной поверхности (Surface Reflectance, SR) с выполнением атмосферной коррекции, опре-

деление областей, покрытых облаками, и поиск теней от них. Возможные уровни обработки данных, получаемых с помощью рассматриваемых съемочных систем, приведены в табл. 2.

Данные с КА Landsat 7 и Landsat 8 предоставляются в виде цифровых значений съемочных систем (Digital Number, DN) с выполненной радиометрической коррекцией (устранение искажений съемочной системы на основе регулярных рекалибровок) и геометрической коррекцией (устранение искажений перспективы и неровностей рельефа с использованием наземных контрольных точек (GCP) и цифровой модели рельефа (DEM)) [4]. Данные второго уровня в виде альбедо земной поверхности с коррекцией на угол солнца и влияние атмосферы доступны только по запросу, но могут быть рассчитаны по формулам на основе метаданных из других снимков того же места съемки (Ibid.) с применением любого подходящего алгоритма атмосферной коррекции.

Для данных AST_L1T требуется конвертация к отражающей способности атмосферы (предоставляется скрипт на языках

Основные характеристики данных с космических аппаратов из открытых источников

Таблица 1

Космический аппарат	Съемочная система	Данные	Пространственное разрешение, м	Периодичность съемки, дней	Временной охват	Формат данных	Поставщик
EOS AM-1	MODIS	MOD13Q1	250	16	18.02.2000 г. — н. в.	HDF	LP DAAC Data Pool, Amazon Web Services (MOD09GQ)
		MOD09GQ	250	1	24.02.2000 г. — н. в.		
	ASTER	AST_L1T	15	16	04.03.2000 г. — н. в.		
Landsat 7	ETM+	L1TP, L1GT, L1GS	30 (15)	16	01.04.1999 г. — н. в.	TIF	Google Cloud Platform, Amazon Web Services
Landsat 8	OLI+ TIRS	L1TP, L1GT, L1GS	30 (15)	16	01.07.2013 г. — н. в.	TIF	Google Cloud Platform, Amazon Web Services
Sentinel-2	MSI	L1C, L2A	10	5	30.07.2015 г. — н. в.	JP2	Google Cloud Platform, Amazon Web Services, Copernicus Open Access Hub (API)

Уровни обработки исходных данных ДЗЗ из космоса

Таблица 2

Съемочная система	Данные	Тип данных	Атмосферная коррекция	Маска облачности	Маска тени облаков
MODIS	MOD13Q1 MOD09GQ	VI SR	Не требуется Не требуется	Есть в VI Quality канале Есть в QC канале	
ETM+	L1TP, L1GT, L1GS	DN	DOS, FLAASH, 6S	Есть в QA канале	FMask
OLI+TIRS	L1TP, L1GT, L1GS	DN	DOS, FLAASH, 6S	Есть в QA канале	FMask
MSI	L1C, L2A	TOA	DOS, FLAASH, 6S, S2AC	В L1C есть маска облаков Scene Classification Map (SCM) Quality Indicators (QI)	
ASTER	AST_L1T	At-sensor radiance	DOS, FLAASH, 6S	ACCAA NACMA	NACMA

Python или R, позволяющий автоматизировать обработку) [5] и выполнение атмосферной коррекции.

Существует несколько «простых» способов коррекции влияния атмосферы, не требующих дополнительной информации о состоянии атмосферы в момент съемки. Например, методы эмпирической линии (Empirical Line) [6] и различные варианты вычитания темной области (Dark Object Subtraction, DOS) [7]. Выбор конкретного метода зависит от типа прикладных задач и предполагаемого содержания сцен.

После радиометрической коррекции до отражающей способности поверхности данные, получаемые с помощью различных съемочных систем, можно рассматривать как схожие [8], но остаются различия, вызванные отличиями диапазонов каналов. В задачах расчета вегетационных индексов имеются

методы коррекции значений расчетов различных съемочных систем [9].

Данные съемочной системы MSI с КА Sentinel-2 предоставляются с уровнем обработки L1C в виде альбедо на верхней границе атмосферы (Top-Of-Atmosphere Reflectance, TOA) с выполненной радиометрической и геометрической коррекцией. Обработка этих данных до уровня L2A возможна с помощью бесплатной программы SEN2COR. Утилита позволяет выполнить атмосферную коррекцию на основе модели переноса излучения LIBRADTRAN, получить маски различных типов облаков и каналы оценки качества (рис. 1).

Данные съемочной системы MODIS имеют высокий уровень обработки и предоставляются сразу с коррекцией влияния атмосферы, поэтому не требуют дополнительной обработки [10].

Следующий этап подготовки данных — исключение областей,

покрытых облаками. В метаданных снимков с КА Landsat 7 и Landsat 8 имеется специальный канал оценки качества с маской облаков. Для данных с КА Sentinel-2 маска облаков автоматически создается при обработке в программе SEN2COR. С данными, получаемыми с помощью съемочной системы ASTER, маска облаков не предоставляется, но существует несколько алгоритмов ее создания: «классический» алгоритм ACCAA [11] и его улучшенная версия NACMA [12]. Данные со съемочной системы MODIS с уровнем обработки MOD09GQ содержат маску облаков в специальном канале, а с уровнем обработки MOD13Q1 — значение индекса NDVI на основе наблюдений за 16 дней и не нуждаются в коррекциях.

Организация спутникового мониторинга сельскохозяйственных угодий сопряжена с получением вегетационных индексов, характеризующих раз-



Рис. 1

Снимок Sentinel-2 MSI в естественных цветах до (слева) и после (в центре) атмосферной коррекции, маска облачности и тени от облаков после классификации утилитой SEN2COR (справа)

вите растений с учетом локальных особенностей контура пашни. Использование открытых источников для получения мультиспектральных изображений с различных космических аппаратов позволяет обеспечивать системы точного земледелия актуальными данными ДЗЗ с пространственным разрешением до 10 м и частотой съемки в 1–16 дней.

Таким образом, использование пространственных данных ДЗЗ из космоса, доступных из открытых источников, позволяет уменьшить стоимость поддержания систем спутникового мониторинга в актуальном состоянии, но увеличивает сложность их разработки за счет дополнительных временных затрат. Итоговое решение о выборе типа источни-

ков данных следует принимать индивидуально для каждого проекта.

Для удобства сельхозпроизводителей в программах КБ «Панорама»: GIS WebServer AGRO, «Панорама АГРО», «АРМ агронома» реализованы функции спутникового мониторинга. За счет интеграции с внешним сервисом Geosys имеется возможность получения значений вегетационных индексов с пространственной привязкой, построения карт зонирования и дифференцированного внесения удобрений (рис. 2, 3).

▼ Список литературы

1. Щербаков С.И. Основные этапы реализации системы точного земледелия в современном сельском хозяйстве // Вестник ФГОУ ВО МГАУ. — 2008. — № 4. — С. 56–59.

2. Johnson B. Effects of Pansharping on Vegetation Indices // ISPRS Int. J. Geo-Inf. — 2014. — 3. — P. 507–522.

3. Parkinson C.L., Ward A., King (Eds.) M.D. Earth Science Reference Handbook — A Guide to NASA’s Earth Science Program and Earth Observing Satellite Missions, National Aeronautics and Space Administration Washington, D. C. (2006).

4. Young N.E., Anderson R.S., Chignell S.M., Vorster A.G., Lawrence R., Evangelista P.H. A survival guide to Landsat preprocessing // Ecology. — 2017. — 98 (4). — P. 920-932.

5. Krehbiel C. How to Convert ASTER L1T Radiance to Top of Atmosphere Reflectance. — https://lpdaac.usgs.gov/user_resources/e_learning/how_convert_aster_l1t_radiance_top_atmosphere_reflectance.

6. Karpouzli E., Malthus T. The empirical line method for the atmospheric correction of IKONOS imagery // International Journal of Remote Sensing. — 2010. — 24 (5). — P. 1143–1150.

7. Chavez, Jr. Pat. Image-Based Atmospheric Corrections — Revisited and Improved // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. — 1996. — 62. — P. 1025–1036.

8. Stevena M.D., Malthus T.J., Barett F., Xud H., Chopping M.J. Intercalibration of vegetation indices from different sensor systems // Remote Sensing of Environment. — 2003. — 88. — P. 412–422.

9. Yao X., Yao X., Jia W., Tian Y., Ni J., Cao W., Zhu Y. Comparison and Intercalibration of Vegetation Indices from Different Sensors for Monitoring Above-Ground Plant Nitrogen Uptake in Winter Wheat // Sensors. — 2013. — 13 (3). — P. 3109–3130.

10. Vermote, E., Kotchenova, S.Y., Ray, J.P. MODIS Surface Reflectance User's Guide. Version 1. — 2008. — P. 1–40.

11. Lang H., Welch R. Algorithm Theoretical Basis Document for ASTER Digital Elevation Models (Standart Product AST14). Version 3. ATDB-AST-08, NASA Jet Propulsion Laboratory. Pasadena, 1999.

12. Hulley G. A new methodology for cloud detection and classification with ASTER data // Geophysical research letters. — 2008. — 35 (16). — P. 1–6.

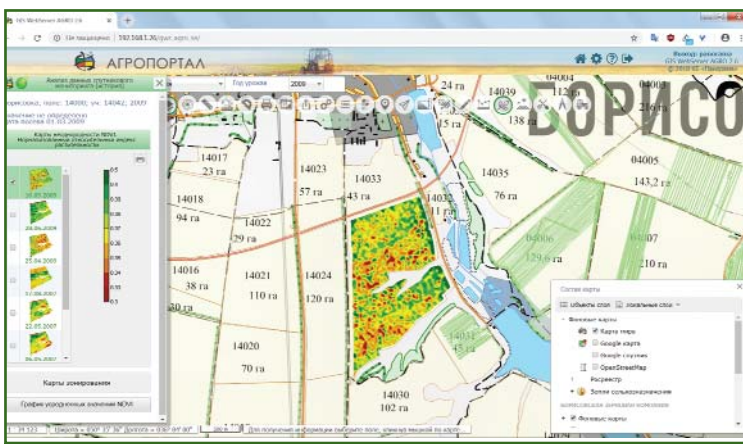


Рис. 2 GIS WebServer AGRO с функциями спутникового мониторинга

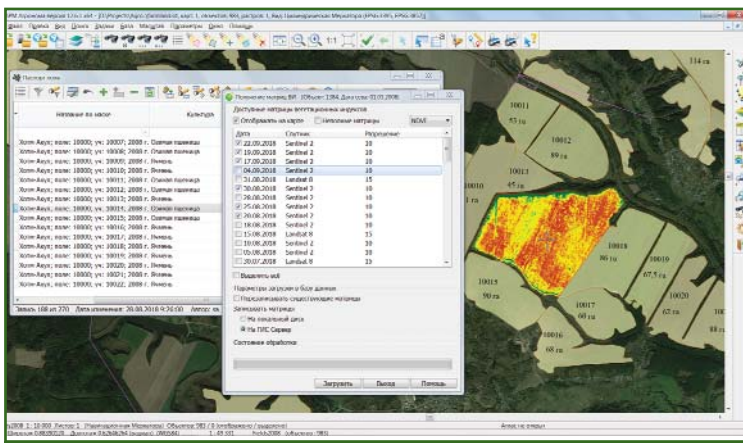


Рис. 3 Получение матриц вегетационных индексов по заданному контуру в «АРМ агронома»

МАЛОВЫСОТНАЯ АЭРОМАГНИТНАЯ СЪЕМКА С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ КВАДРОКОПТЕРА В АРХЕОЛОГИИ

Д.А. Гоглев (ГК «Геоскан»)

В 2009 г. окончил геологоразведочный факультет Санкт-Петербургского горного университета по специальности «горный инженер». С 2010 г. работал в ЗАО НПФ «Геодизонд». С 2018 г. работает в ГК «Геоскан», в настоящее время — руководитель проекта по аэромагнитной съемке с БПЛА.

Геофизические методы, в частности, магниторазведка, более полувека успешно применяются в археологических исследованиях. Железо является наиболее чутким индикатором практически любого вида человеческой деятельности. Повседневная деятельность людей приводит к превращениям немагнитных окислов железа в магнитные и сильномагнитные.

Для поиска погребенных исторических памятников необходимо провести измерения магнитного поля земной поверхности с очень маленьким шагом и при минимальной высоте расположения магнитометра.

Привлечение к таким исследованиям беспилотных воздушных систем (БВС) на базе квадрокоптера позволяет существенно повысить производительность и качество исследований. БВС такого типа могут летать на разных высотах, в том числе и на предельно малых, огибая рельеф, поддерживая оптимальную для требуемой частоты отсчетов скорость, проводя детальную съемку там, где наземная съемка затруднена или невозможна из-за особенностей ландшафта.

При наземном методе в день можно выполнить магнитную съемку с межпрофильным расстоянием в 1 м на территории размером 400х40 м (площадью 0,016 км²), что соответствует 16 погонным км профилей. Аналогичный объем работ аэромагнитный комплекс «Геоскан 401 Геофизика», созданный на базе квадрокоптера «Геоскан 401» и квантового магнитометра «Геоскан КМ-Р6» с рубидиевым магниточувствительным датчиком (рис. 1), позволяет осуществлять за один полет (40 минут). Также при проведении работ при помощи БВС исключаются ошибки, связанные с человеческим фактором, а магнитометр всегда будет находиться на одинаковом удалении от земной поверхности и двигаться с постоянной скоростью. Это позволит точно определять пространственное положение полученных аномалий.

В августе 2018 г. на археологическом объекте — поселении XVI–XVIII веков «Ананьино-I» в Тарском районе Омской области специалисты ГК «Геоскан» выполнили маловысотные аэромагнитные измерения с применением аэромагнитного комплекса «Геоскан 401 Геофизика» на участке размером 600х80 м.

После проведения рекогносцировочного полета и создания точной карты высот с помощью наземной станции управления БВС были рассчитаны и созданы полетные задания. Из-за сложных погодных условий, связанных с сильным ветром (10–14 м/с), работы проводились либо рано утром, либо поздно вечером. Несмотря на ограничения, вызванные погодными условиями, производительность БВС позволила выполнить работы в полном объеме.

В качестве наземной магнитовариационной станции использовался оверхаузеровский

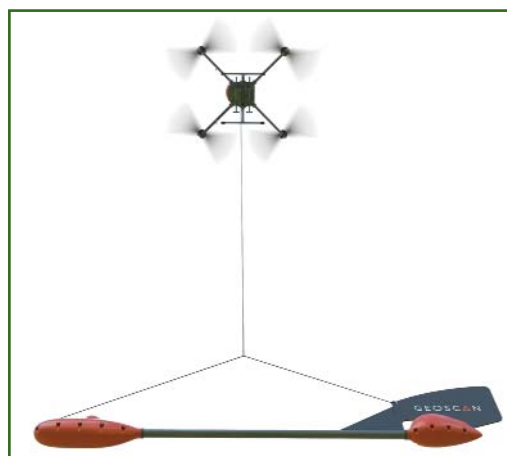


Рис. 1
Аэромагнитный комплекс «Геоскан 401 Геофизика»



Рис. 2
Границы участков аэромагнитной съемки: с высоты 1,5–2 м — контур красного цвета, с высоты 5–5,5 м — контур зеленого цвета

магнитометр ММРОС-1. Наблюдения за внешним полем Земли осуществлялись с частотой 0,2 Гц. Время магнитовариационной станции синхронизировалось со временем GPS-приемника, установленного на магнитометре «Геоскан КМ-Рб».

Съемка проводилась отдельными маршрутами (профилями), расстояние между которыми составляло 1 м. Из-за особенностей ландшафта (наличие кустарников и стогов сена) измерения были выполнены на двух высотах: в северной части участка на высоте 1,5–2 м над поверхностью земли, а в южной — на высоте 5–5,5 м (рис. 2). Среднее расстояние между точками измерения на каждом профиле составило около 50 см.

Первичные данные прошли стандартную обработку, выполняемую при аэромагнитной съемке. Из измеренных значений были исключены суточные вариации геомагнитного поля Земли (значения магнитного поля, полученные магнитовариационной станцией) и среднее глобальное магнитное поле Земли (модель IGRF — International Geomagnetic Reference Field, международное геомагнитное аналитическое поле).

По полученным на маршрутах значениям аномалий магнитно-

го поля была сформирована двумерная матричная модель поля ΔT_a с размером ячейки 0,5x0,5 м. На рис. 3 отчетливо видно уменьшение интенсивности аномалий магнитного поля с увеличением высоты полета. Изменение магнитного поля на 3 нТл (наноТесла) при увеличении высоты полета на 4 м косвенно указывает на небольшую

глубину залегания (несколько метров) источника магнитных аномалий. Для более контрастного выделения приповерхностных аномалий была применена специальная обработка.

На рис. 4 прекрасно видно, что, несмотря на разную высоту полета при аэромагнитной съемке, оси линейных магнитных аномалий, расположенных в северо-восточной части участка, прослеживаются на всю его площадь в северо-западном направлении. Скорее всего, эти аномалии отражают пликативные неоднородности осадочного чехла, хотя нельзя исключать, что они могут быть порождены линейными объектами культурного происхождения.

На наш взгляд, в первую очередь, стоит обратить внимание на аномалии с нетипичной для геологических структур формой, например, прямоугольной. Данные объекты могут быть связаны с погребенными основаниями жилищ. Также нельзя оставлять без внимания отдельные локальные аномалии, кото-

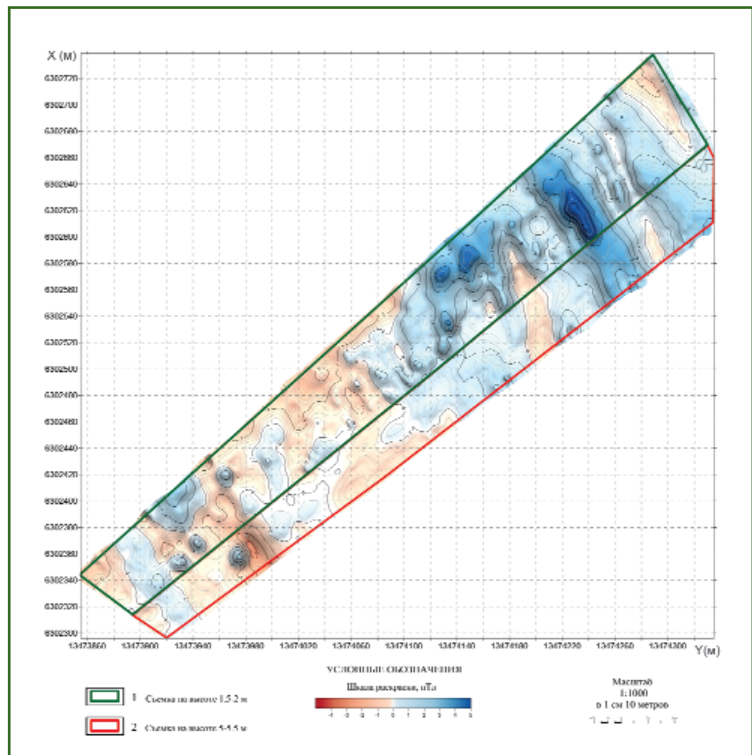


Рис. 3
Карта аномального магнитного поля

рые могут быть порождены наличием в культурном слое памятника металлических предметов, созданных человеком.

Таким образом, полученные материалы указывают на необходимость определения природы образования полученных аномалий. Выявленные линейные объекты, как и локальные, необходимо заверять дополнительными геофизическими исследованиями, параллельно подтверждая археологическими работами. Обнаруженные аномалии, частично перекрытые предыдущими раскопами, могут свидетельствовать о повышенной намагниченности породы, находящейся в непосредственной близости от изъятых полезных археологических ценностей. Все аномалии, представляющие интерес для археологии, должны иметь отличные от окружающей их породы характеристики по плотности. Фрагменты обожженной глины, остатки деревянных жилищ, навалы мусора можно опреде-

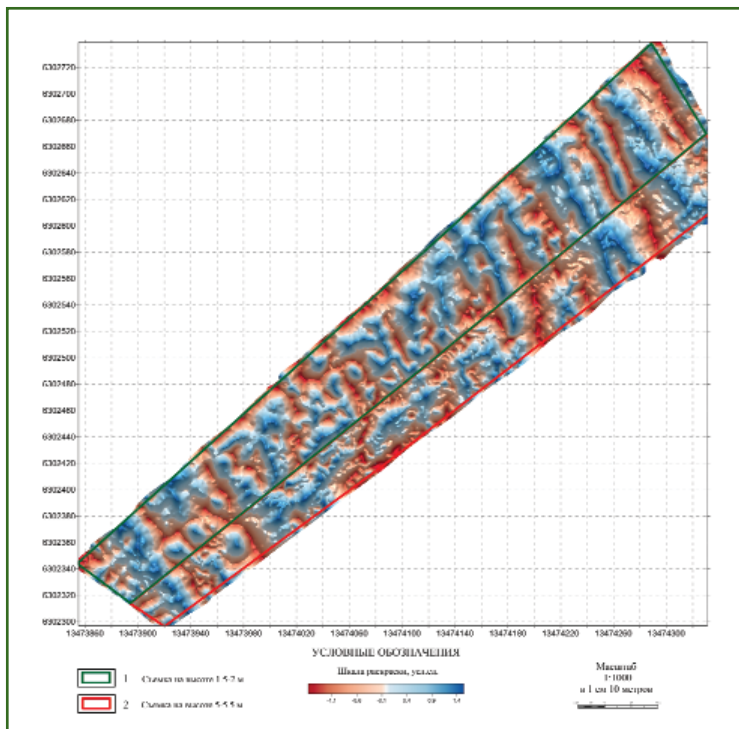


Рис. 4
Карта аномального магнитного поля после обработки (с повышенной контрастностью аномалий)

лить с помощью георадарной разведки и сопоставления полу-

ченных данных с результатами проведенной магниторазведки. Это поможет уточнить пространственные границы истинных аномалий, а также выявить наиболее яркие из них с точки зрения археологии (рис. 5).

Полученные данные будут использованы археологами при планировании раскопов в следующем полевом сезоне.

Будущие археологические раскопы по аномалиям, выявленным в результате магнитометрической съемки с применением аэромагнитного комплекса «Геоскан 401 Геофизика» с высоты полета от 1,5 до 5,5 м, позволят создать банк данных о принадлежности магнитных аномалий к реальным археологическим объектам.

▼ **Список литературы**

1. Инструкция по магниторазведке. — Л.: Недра, 1981. — 263 с.
2. Бессонова Е.А, Ивлиев А.Л. Результаты применения магниторазведки в исследованиях Краскинского городища // Вестник ДВО РАН. — 2007. — № 5. — С. 46–56.

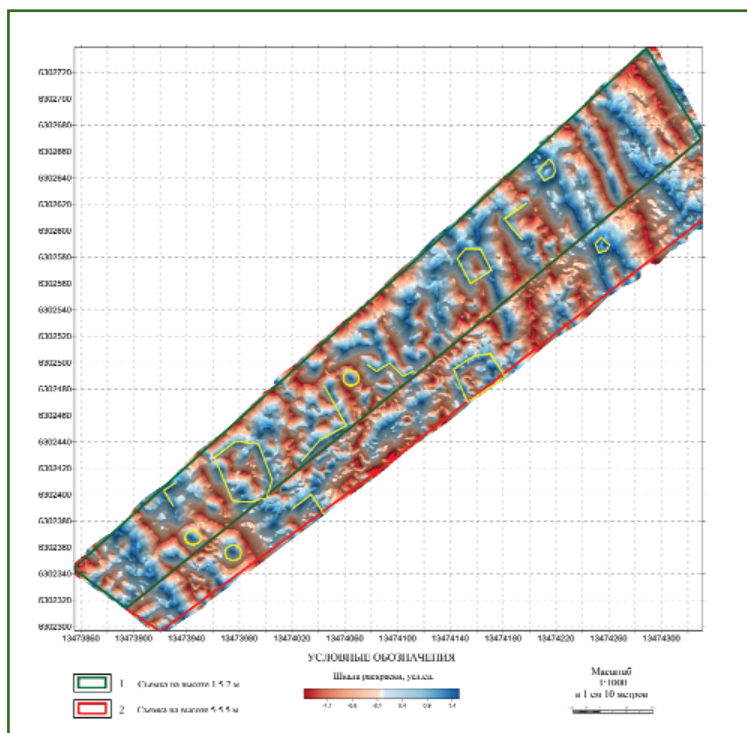


Рис. 5
Выявленные по результатам аэромагнитной съемки с БВС участки, которые могут представлять интерес для детальных археологических исследований



БУДУЩЕЕ ЦИФРОВЫХ ГОРОДОВ*

15–18 октября 2018 г. в Лондоне (Великобритания) состоялась конференция «Год в инфраструктуре 2018» (Year in Infrastructure), организованная компанией Bentley Systems. Традиционно на мероприятии были представлены лучшие инфраструктурные проекты года, передовые технологии работы с данными, сделан следующий шаг в развитии моделирования реальности и будущего цифровых городов.

На конференции активно обсуждалась тема цифровых двойников, в том числе на примере городов, которые позволяют проектировать, эксплуатировать и развивать городские территории проще и дешевле. С этой целью Bentley Systems недавно приобрела компанию Agency9, а ее разработка OpenCities Planner стала прекрасным инструментом для построения «умных городов». Эффективность решений, заложенных в OpenCities Planner, уже доказана на примере Скандинавии: почти у половины крупных городов в Швеции имеются цифровые двойники с облачными сервисами для городского планирования и 3D-визуализации объектов. Это целая взаимосвязанная цифровая сеть с важной информацией об инфраструктуре, новых зданиях и устройстве города в целом. Причем доступ к этим данным в режиме реального времени есть не только у муниципалитетов и администрации города, но и у обычных жителей.

Agency9 — это компания из Швеции, главный офис которой расположен в Стокгольме. Специалисты компании разработали облачное программное решение для городского планирования, упрощающее управление данными. Это API, программный интер-

фейс, на базе которого можно создавать свои приложения. То есть, по сути, OpenCities Planner является платформой для построения цифрового двойника города.

Приобретение Agency9 — часть OpenCities-стратегии компании Bentley Systems. Она также включает в себя программное обеспечение, которое раньше было известно как Bentley Map, а после ребрендинга будет называться OpenCities Map. Это программное обеспечение тоже станет важной составной частью для создания так называемых «открытых городов» на основе цифровых двойников городской инфраструктуры.

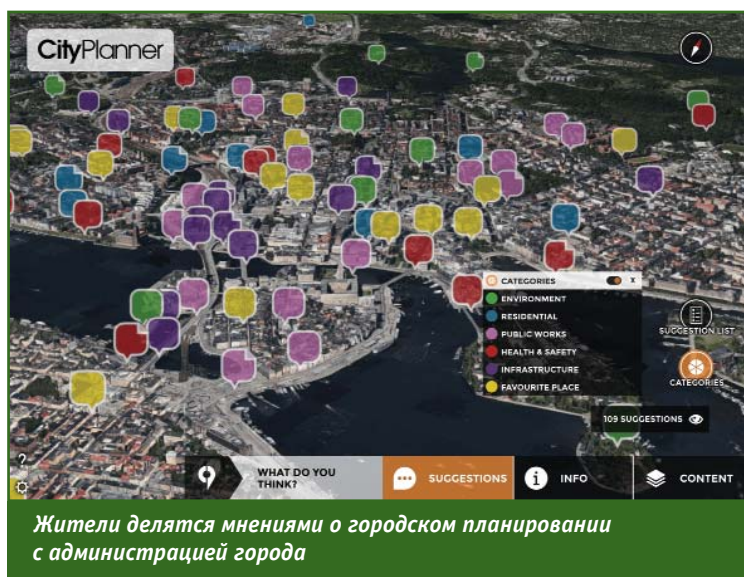
В ближайший год Bentley Systems планирует помочь компании Agency9 выйти за пределы скандинавского региона и начать создавать «умные города» по всему миру. Цель компании — распространить решение OpenCities Planner глобально.

Помимо этого, на конференции «Год в инфраструктуре» Bentley Systems объявила о выпуске OpenSite Designer — пользовательского приложения для проектирования и обеспече-

ния строительства объектов городской инфраструктуры. Приложение обеспечивает быстрое моделирование и анализ строящихся объектов, оптимизацию и количественную оценку земляных работ, прокладку дренажных систем и подземных коммуникаций, а также автоматизированное формирование проектной документации. OpenSite Designer поддерживает полноценный рабочий процесс разработки проекта от моделирования ландшафта до создания рабочих чертежей различных геотехнических сооружений и их визуализации.

OpenSite Designer оптимизирует результаты проектирования с помощью междисциплинарного моделирования и анализа информации. Благодаря взаимодействию с PLAXIS — геотехническим инженерным решением, недавно приобретенным Bentley Systems, планы объектов могут быть дополнены новой информацией об активных свойствах грунта, включая их несущую способность, напряжение и смещение.

На конференции имелась возможность пообщаться со спе-



Жители делятся мнениями о городском планировании с администрацией города

* Статья подготовлена пресс-службой компании Bentley Systems.

циалистами компании Bentley Systems, которые стоят в авангарде перехода на цифровые технологии на уровне городов: Робертом Манковски (Robert Mankowski), вице-президентом по управлению цифровой продукцией, и Терезой Эллиот (Teresa Elliott), директором по маркетингу городского и коммунального хозяйства.

По мнению спикеров, понятия «умный город» или «умная инфраструктура», в первую очередь, связаны с информацией о том, как проектировать, строить, а затем управлять конкретным городом или его инфраструктурой. Например, можно более эффективно собирать данные и передавать их инженерным и эксплуатирующим организациям, чтобы они могли в нужный момент принимать правильные решения. Это часть IT/OT/ET-конвергенции, когда взаимосвязанные системы информационных, операционных и инженерных технологий работают сообща. Иными словами, «умный город» — это объединение инженерных моделей, информационных систем сбора данных и систем управления для создания цифрового двойника города.

Цифровая модель помогает принимать взвешенные решения относительно всего жизненного цикла городских объектов, начиная с планирования и строительства и заканчивая организационными и эксплуатационными вопросами. Благодаря этим дан-



ным, можно прогнозировать и оценивать последствия любых изменений до того, как они произойдут в реальности, например, смоделировать наводнение и понять, к каким последствиям оно может привести. Такие модели городов называются «показательными цифровыми двойниками», поскольку они имеют актуальные данные. Информация собирается, обрабатывается и анализируется в режиме реального времени.

Особенно перспективными в использовании цифровые модели городов делают технологии искусственного интеллекта и машинного обучения. С помощью алгоритмов машинного обучения можно находить информацию в огромных массивах данных, глубже понимать, как функционируют системы городской инфраструктуры в

различных условиях, и, в конечном итоге, принимать более эффективные и продуманные решения на протяжении всего их жизненного цикла. Так рождаются лучшие решения в планировании, строительстве и управлении.

С этой целью Bentley Systems планирует запустить специальную программу для первых пользователей, которая называется Context Insights. Это программа основана на применении облачных технологий и машинного обучения для того, чтобы идентифицировать объекты с помощью реалистичных моделей.

Например, перед компанией SiteSee (Австралия) стояла задача провести инспекцию антенн и другого оборудования на телекоммуникационных вышках. Она использовала изображения, полученные с беспилотных летательных аппаратов, для создания облака точек и построения высокоточных реалистичных 3D моделей вышек. На основе этой модели с помощью алгоритмов машинного обучения была проведена идентификация антенн для сравнения с данными, имеющимися у заказчика. Таким образом, удалось распознать 98% всего установленного оборудования, а также выявить их повреждения, в частности коррозию металла. Программа Context Insights будет решать аналогичные задачи.



Высокоточная реалистичная 3D модель телекоммуникационной вышки

Финалисты и победители конкурса «Год в инфраструктуре»

Показательно, что в 2018 г. 49 из 62 финалистов и победителей конкурса применяли различные цифровые рабочие процессы в своих успешных проектах.

Победителем в номинации «Цифровой город» стал проект строительства новой муниципальной дороги в рамках проекта муниципального строительства коммунальных сооружений нового экологичного города Гуанду (Китай) компании Yunnan Yunling Engineering Cost Consultation Co., Ltd. Лучшим в номинации «Моделирование реальности» признан проект строительства зоны контроля на базе машинного обучения для кампуса Брансвик Мельбурнского королевского технологического института (Австралия) компании Skand Pty Ltd.

Россия и страны СНГ представили на суд жюри три проекта. Компания «АтомПроект» выступила с проектом атомной электростанции Ханхикиви-1 в Финляндии в номинации «Цифровые инновации» в категории «Производство электроэнергии».

Трехкратный финалист конкурса — компания «Волгограднефтепроект» — показала проект реализации объекта и введения в эксплуатацию цифровой инженерной модели морской буровой платформы на нефтегазовом месторождении имени В. Филановского, строительство которой ведется в настоящее время. Проект стал финалистом в номинации «Цифровые инновации» в категории «Управление промышленными объектами и объектами коммунального хозяйства».

Проектно-строительная группа AAEngineering Group представила проект модернизации и повышения производительности золотоизвлекательной фабрики «Пустынное» Фаза II в Казахстане, который вышел в финал в номинации «Цифровые инновации» в категории «Строительство». По результатам выбора экспертного жюри проект компании AAEngineering Group стал победителем конкурса в номинации «Строительство».



Помимо этого, можно автоматически определять, какую часть реалистичной модели городской территории занимают крыши,

CCCC Water Transportation Planning and Design Institute Co., Ltd

Виды городской инфраструктуры технологического и научного парка Чжунгуаньцунь в Пекине

какую — фасады, сколько имеется деревьев и растительности, сколько — газонов, а сколько — дорог и др. Более того, проводится ряд экспериментов по вычислению, например, количества людей в машинах и общественных транспортных средствах. Все это полностью автоматизировано на основе алгоритмов машинного обучения.

«Еще одним особенным для меня проектом из области моделирования реальности и цифровых городов является технологический и научный парк Чжунгуаньцунь в Пекине — «китайская Кремниевая долина», — добавляет Роберт Манковски. — Грандиозный проект включает все мыслимые виды городской инфраструктуры — от дорог, мостов и туннелей до ливневых стоков, канализации, телекоммуникаций и газопроводов. Все, что можно себе представить, там спланировано и построено с использованием BIM-технологий. Причем созданные цифровые модели научно-технологического центра будут применяться при его эксплуатации и операционном обслуживании. Этот проект впечатляет не только масштабностью, но и стройным видением того, как использовать цифровые данные после проектирования и строительства. Учтено все — состояние окружающей среды, экономические условия, ограничения на использование земель, — чтобы спрогнозировать эффект, который проект окажет на район Хайдянь, где находится центр Чжунгуаньцунь.

По сути, разработчик проекта China Communications Construction Company использовал иммерсивные технологии при планировании и тестировании объектов и сделал цифровую модель стержнем жизнедеятельности объектов инфраструктуры, думая не только о сиюминутной эффективности, но и о будущем. Это фантастика».

СОБЫТИЯ

▼ **18-я Международная научно-техническая конференция «От снимка к цифровой реальности: дистанционное зондирование Земли и фотограмметрия» (Крит, Греция, 24–27 сентября 2018 г.)**

На этот раз местом проведения конференции был выбран греческий остров Крит. Пожалуй, в мире нет более загадочного места, чем Крит. С этим островом связаны сотни легенд, тысячи преданий, рождение и исход цивилизаций. История Крита — это история гения человеческой мысли. Именно здесь впервые появились многоэтажные здания, искусственное освещение, водопровод и канализация, вентиляция, отопление, мощные дороги. В этом году организаторы конференции поставили задачу соединить историю, запечатленную на картах Птолемея, в лабиринтах Кносского дворца и на снимках Гаспара Турнасона с современными системами цифровой реальности, построенными на основе фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования Земли.

Организаторами конференции стали АО «Ракурс» и Янис Янирис, многолетний партнер АО «Ракурс» в Греции. Партнерами выступили Афинский национальный технический универси-

тет (NTUA) и Ассоциация инженеров-землеустроителей Греции (HARSE).

Конференция собрала более 60 специалистов, представляющих 40 организаций из 10 стран мира. Научная программа была представлена 28 докладами. Их сделали представители Белоруссии, Германии, Греции, Израиля, Испании, Казахстана, Китая, России и США.

Открыл конференцию В. Адоров, генеральный директор АО «Ракурс», пожелав участникам установления новых деловых связей и плодотворной работы. С приветственными словами выступили: М. Калогианакис, президент Ассоциации инженеров-землеустроителей Греции, и Я. Янирис.

Секция «Инновационные производственные решения» была посвящена опыту внедрения новейших фотограмметрических технологий в России и Греции. А. Прохоренко представил направления технологического развития АО «Роскартография» на современном этапе, а И. Кавадас рассказал о текущих проектах Национального агентства кадастра и картографии Греции. Доклады А. Войтенко («Кадастрсъемка», Иркутск) и Е. Кобзевой («УСГИК», Екатеринбург) раскрывали возможности современных геопространственных технологий для повышения

эффективности муниципального управления.

На секции «Новые тенденции и технологии в фотограмметрии» А. Георгополусом (Афинский национальный технический университет, Греция) были представлены результаты документирования объектов культурного наследия по данным плотных облаков точек. А. Сечин поделился новыми достижениями АО «Ракурс» в реализации фотограмметрических технологий PHOTOMOD на основе облачных сервисов. Ю. Райзман (GeoCloud, Израиль) продемонстрировал возможности облачного сервиса geocloud.work и первые результаты его работы. О новом стереомониторе PluraView рассказал Й. Шнайдер (Schneider Digital, Германия).

Секция «Аэрофотосъемка и БПЛА» началась с доклада Ю. Райзмана, подробно характеризующего новую серию аэрокамер Phase One iXM, предназначенных для проведения профессиональных аэрофотосъемочных работ. Практическим опытом использования камеры Phase One 190MP в России поделился П. Анашкин («Уралгеоинформ», Екатеринбург). Тему использования беспилотных съемочных систем в своих докладах подняли Я. Янирис и А. Смирнов («Ракурс»).

История компании «Ракурс», бессменного организатора кон-



ференции, в этом году перешла 25-летний рубеж. На секции «От идеи до международного признания — «Ракурсу» четверть века» В. Адров рассказал об истории компании и планах на будущее. Успехами технологий PHOTOMOD в Китае поделился Ш. Мингсе, возглавляющий компанию SmartSpatio — многолетнего партнера компании «Ракурс». Текущие пользовательские задачи и новые возможности PHOTOMOD версии 6.4 представили А. Бобылев («Уралмаркшейдерия», Челябинск) и Д. Кочергин («Ракурс»).

Секция «Космические ДДЗЗ и их обработка» была посвящена системам дистанционного зондирования Земли и практическому использованию космических снимков. А. Юдаков («РКЦ «Прогресс», Самара) продемонстрировал возможности спутника «Аист-2Д». В. Мороз («СТТ групп») представил комплекс автоматизированного анализа

качества целевой информации КА «Метеор-М». Обзорный доклад о состоянии и перспективах белорусской космической системы ДЗЗ сделал И. Страшко («Геоинформационные системы», Минск). Особенности обработки космических изображений, полученных оптико-электронными сканерными съемочными системами, раскрыл С. Потапов («НИИ ТП»).

Во второй части секции были затронуты вопросы прикладного использования данных ДЗЗ. Х. Наварро из Испании представил опыт Центра телекоммуникационных технологий Каталонии по обнаружению зон активной деформации по снимкам Sentinel-1. С. Белов («СТТ групп») рассказал о возможности автоматического детектирования и идентификации объектов на снимках морской поверхности. В. Лавров («Иннотер») поделился опытом использования ЦФС PHOTOMOD в геологических про-

ектах. К. Бактыбеков продемонстрировал проекты по мониторингу сельскохозяйственных ресурсов Республики Казахстан, выполняемых НК «Казахстан Гарыш Сапары».

В заключение прозвучали два доклада представителей Digital-Globe (США). Д. Бершер рассказал о новой технологии HD, а И. Юдин — о преимуществах гигабайтной тарификации в картографическом сервисе EarthWatch.

Научная часть конференции завершилась двумя внепрограммными выступлениями: В. Архипова («Леспроект», Санкт-Петербург), рассказавшего о состоянии лесоустройства в России, и международного журналиста Эрика ванн Рееса, анонсировавшего книгу «Обучение геопространственному анализу с помощью Python».

Большое количество информации, не всегда однозначной, требует осмысления и обсужде-

The image features the PHOTOMOD logo at the top center in large, blue, stylized letters. Below the logo is a circular diagram with five nodes, each containing a different type of geospatial data visualization and a label in Russian:

- Top-left: A circular image showing a 3D terrain model with a color gradient from green to yellow, labeled "цифровые модели рельефа" (Digital terrain models).
- Top-right: A circular image showing a 3D vector map with red lines, labeled "2D и 3D векторизация, картографирование" (2D and 3D vectorization, cartography).
- Bottom-left: A circular image showing a mosaic of satellite images, labeled "фотограмметрия" (Photogrammetry).
- Bottom-center: A circular image showing a 3D model of a city or urban area, labeled "3D-моделирование" (3D modeling).
- Bottom-right: A circular image showing a 3D model of a city or urban area, labeled "ортофотоформирование и создание мозаик" (Orthophoto formation and mosaic creation).

At the bottom right of the image is the RAKURC logo, which consists of a stylized 'R' inside a square, followed by the text "РАКУРС". Below the logo is the contact information: "Тел.: (495) 720-51-27, info@racurs.ru, www.racurs.ru".

ния в кругу профессионалов. Ставшие уже традиционными заседания в формате «круглого стола» в этом году были посвящены облачным технологиям и виртуальной реальности.

Круглый стол «Геоинформатика в облаках. Pro et contra для поставщиков и пользователей услуг» отразил точку зрения многих участников, что пришло время обсуждать юридическую и коммерческую сторону облачных сервисов. Было определено, что при работе с государственными заказчиками возникают правовые вопросы использования удаленных серверов, зачастую не располагающихся на территории России. Также не до конца понятна процедура проведения закупок таких услуг. В отличие от государственных, коммерческие организации достаточно позитивно оценивают возможности облачных сервисов, отмечая их стабильность, доступность и коммерческую вариативность.

Вопросам новых технологий был посвящен круглый стол «Фотограмметрия и технологии виртуальной реальности». Достижения виртуального представления пространственных данных уже не воспринимаются в диковинку, а рассматриваются как системы коллективной работы при решении задач проектирования и управления городской средой. На заседании участники поделились идеями применения фотограмметрических моделей пространства в системах виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности. Были подняты вопросы сопоставления данных из CAD и ГИС, отмечены положительные стороны от эффекта погружения в виртуальную среду. Помимо теоретических аспектов использования систем виртуальной реальности, участники конференции могли испытать на себе VR-оборудование, попав в виртуальный Екатеринбург — совместный проект компании «Ракурс» и VR Concept, по инте-

рации фотограмметрических и CAD-моделей.

Главной темой мастер-классов по системе PHOTOMOD стал выход новой версии 6.4. Пользователям теперь доступны функции построения 3D-моделей по космическим снимкам, эффективный фильтр DSM-DTM, существенное ускорение выравнивания космических снимков и многое другое.

Культурная программа конференции включала спортивные состязания и увлекательный джиппинг по горной части Крита. Во время приветственного ужина состоялся традиционный розыгрыш ЦФС PHOTOMOD. Фортуна в этот раз улыбнулась П. Анашкину и А. Ивановсу из компании Parnas (Латвия).

По информации компании «Ракурс»

▼ КРЕДО на Международном дне ГИС в Белорусском государственном университете

14 ноября 2018 г. отмечался Международный день ГИС. В этот день более чем в 80 странах разработчики и пользователи ГИС провели публичные мероприятия.

Поддержал этот почин и Белорусский государственный университет — на географическом факультете вуза прошел Республиканский научно-практический семинар студентов и молодых ученых. На пленарном заседании семинара выступила И. Рак, руководитель направления КРЕДО ВУЗ компании «Кредо-Диалог». Она поздравила специалистов в области ГИС с праздником и вручила факультету обновленный пакет лицензионного ПО КРЕДО. Инженеры компании «Кредо-Диалог» Л. Тенюго и Е. Василенок представили доклад «Обработка данных современных инженерных изысканий, применяемых в ГИС», в котором подробно рассказали о программе КРЕДО 3D СКАН и ее функциональных возможностях.

В программу семинара был включен конкурс ГИС-проектов,



выполненных студентами и аспирантами БГУ. Лауреаты конкурса получили подарки от компании «Кредо-Диалог».

По информации компании «Кредо-Диалог»

▼ Вебинары КРЕДО

В октябре 2018 г. состоялся осенний выпуск новой версии 2.1 систем на платформе КРЕДО III и новой версии программы КРЕДО ДАТ 5.0. С целью информирования специалистов о новинках КРЕДО, на различных мероприятиях и выставках проводились презентации обновленных программ. Кроме того, сотрудники компании «Кредо-Диалог» провели обучающие вебинары по отдельным направлениям комплекса КРЕДО.

Так, 20 ноября состоялся вебинар «Новое в создании ЦММ для версии 2.1 КРЕДО ТОПОПЛАН и КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ», на котором слушателям были представлены изменения, произошедшие в системах КРЕДО ТОПОПЛАН 2.1 и КРЕДО ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ 2.1. В частности, были рассмотрены команды создания и редактирования линейных и площадных объектов в проектах генеральных планов и чертежной модели. Эти функциональные возможности были перенесены из функционала системы КРЕДО ТОПОГРАФ.

22 ноября на вебинаре «Новое в геологической линейке КРЕДО версии 2.1» были рассмотрены возможности систем версии 2.1 геологического направления КРЕДО. В новой

версии произошли следующие изменения:

- полностью переработан и дополнен механизм определения физико-механических свойств грунтов;

- модернизированы механизмы импорта и экспорта данных;

- добавлены новые возможности при создании чертежей геологических колонок;

- упрощены построения геологических колонок, оптимизированы процессы ввода данных.

Участники вебинаров могли задать интересующие их вопросы и сразу получить на них ответы.

Записи вебинаров доступны для просмотра всем желающим на YouTube-канале компании «Кредо-Диалог».

По информации компании «Кредо-Диалог»

▼ Компания «Ракурс» приняла участие в 1-ом Всемирном конгрессе по геопространственной информации ООН

United Nations World Geospatial Information Congress — 1-й Всемирный конгресс по геопространственной информации Организации Объединенных Наций — состоялся 19–21 ноября 2018 г. в Китае, в городе Декинг провинции Чжэцзян.

Несколько лет назад правительство Китая решило сделать город Декинг столицей геоинформационных технологий и подошло к вопросу с истинно китайским размахом. В кратчай-

шие сроки, буквально за 2 года, был построен современный конгресс-центр, два выставочных павильона, модернизирована городская инфраструктура. Все это говорит о большом значении геоинформатики для Китая.

Поддержка правительства Китая помогла собрать более десяти тысяч участников конгресса из 100 стран мира. О масштабе и уровне организации конгресса говорит хотя бы тот факт, что на транспортное обслуживание гостей суперсовременными электрокарами и электробусами было потрачено около 3 млн долларов США, а для идентификации участников использовалась система распознавания лиц.

Программа конгресса состояла из пленарных и секционных заседаний, а также выставки, в которой приняли участие 100 экспонентов, включая такие известные компании, как Huawei, Alibaba, Bentley Systems, Autodesk, Hexagon, DigitalGlobe, SIIS и многие другие.

Российские геоинформационные технологии на конгрессе представляли АО «Ракурс» и АО «КБ Панорама» на совместном стенде с китайскими партнерами — компаниями SmartSpatio и Jingyao IT. Помимо фотограмметрических решений, компания «Ракурс», как дистрибьютор АО «РКС» и АО РКЦ «Прогресс», представила информацию о снимках с космических аппаратов «Ресурс-П», «Канопус-В» и «Аист-2Д».

В рамках организованного оргкомитетом конгресса семинара, посвященного представлению новых технологий, руководитель отдела технической поддержки «Ракурса» выступил с презентацией о новой версии PHOTOMOD 6.4.

В ходе деловых встреч китайская сторона выразила заинтересованность в сотрудничестве с компаниями из России в области внедрения геоинформационных технологий, в частности, было подписано соглашение о намерениях между АО «Ракурс» и правительством провинции Чжэцзян.

К сожалению, не все желающие смогли посетить выставку. Во-первых, доступ на конгресс был сильно ограничен по соображениям безопасности (планировался визит премьер-министра Китая). Кроме того, это было связано с тем, что небольшой, по китайским меркам, шестимиллионный Декинг не располагает необходимым количеством мест в отелях. Тем не менее, количество посетителей было достаточным, чтобы говорить о большом интересе компаний из Китая к геоинформационным, в том числе фотограмметрическим технологиям и данным ДЗЗ.

Вторым пунктом программы визита компаний из России в Китай был однодневный семинар «От изображений к цифровой реальности: цифровой Китай и фотограмметрия» в г. Нанкин провинции Цзянсу, организованный компаниями SmartSpatio и Jingyao IT на базе частной картографической компании Xingyuejingyao cloud computing sci-tech Ltd. Он включал в себя презентации, посвященные фотограмметрическим технологиям PHOTOMOD и геоинформационным технологиям КБ «Панорама». По результатам семинара и демонстрации ЦФС PHOTOMOD компания Xingyuejingyao приняла решение о приобретении сетевой лицензии PHOTOMOD на



3 рабочих места, пополнив ряды пользователей системы в Китае.

Посещение Китая, как всегда, оставило сильное впечатление динамичным развитием экономики, бурным строительством, небоскребами, активным внедрением высоких технологий, дружелюбием и гостеприимством местных жителей.

По информации компании «Ракурс»

▼ **«Технологии CREDO без границ» (Астана, Казахстан, 29 ноября 2018 г.)**

Осенью 2018 г. прошла серия конференций «Технологии CREDO без границ», уже ставших традиционными. Так, 24 октября состоялось мероприятие в Уфе, а 1 ноября технологии КРЕДО встречали специалисты Екатеринбург и Уральского федерального округа. Затем эстафету приняла Астана (Казахстан), где 29 ноября, в рамках выставки «Казавтотор — Kaztraffic 2018», сотрудники компании «Кредо-Диалог» С. Коледа, И. Кукареко и В. Каредин провели серию семинаров для специалистов в области инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации объектов промышленного и дорожного строительства.

На мероприятиях были рассмотрены наиболее актуальные методики сбора и обработки материалов инженерных изысканий и информационного моделирования, представлены возможности информационных технологий для различных разделов автоматизированного проектирования, применения BIM-технологий на всех стадиях жизненного цикла объектов строительства и технологий «умных городов» на основе цифровых платформ КРЕДО третьего поколения.

Темы презентаций семинаров были подобраны с учетом интересов специалистов различных производственных организаций, а также территориальных и



отраслевых органов управления и контроля.

Так, на семинаре для специалистов органов управления обсуждались вопросы оценки единообразия подходов к автоматизации топографо-геодезической информации, ведения полноценного дежурного плана территории на основе трехмерной цифровой модели местности, формирования единой информационной модели территории.

Инженерам-геодезистам и топографам были представлены:

- полный комплекс обработки геодезических измерений;

- новое в обработке данных лазерного сканирования;

- обработка данных ГНСС-приемников в автоматическом или ручном режимах;

- преобразование координат, установление параметров связи различных систем координат и ключей местных систем координат;

- комплексная обработка растровых изображений с их последующей векторизацией для дальнейшего создания ЦММ;

- создание ЦММ, трассирование линейных сооружений, создание продольных и поперечных профилей трасс линейных сооружений;

- технологии обработки полевых измерений при создании ЦММ.

Инженеров-геологов ознакомили с единой средой обработки инженерно-геологических изысканий и подготовкой объемной геологической модели в КРЕДО

для использования в дальнейшей работе. На семинаре были рассмотрены вопросы определения физико-механических и химических свойств грунтов, подготовки трехмерной геологической модели для проектирования объектов строительства, использования геологических моделей при проектировании.

Для инженеров-проектировщиков были представлены возможности комплекса КРЕДО для проектирования генеральных планов площадных объектов, карьеров и инженерных коммуникаций, а также расширенные возможности проектирования мероприятий по ремонту и реконструкции автомобильных дорог. Огромный интерес вызвала тема о работе с данными лазерного сканирования и создания проектов ремонта непосредственно в облаках точек, а также 3D-моделирование ЦМ Местности, ЦМ Геологии, ЦМ Проектных решений с учетом 3D-моделей подземного пространства и инженерных коммуникаций. На семинаре также рассматривались вопросы создания чертежей-схем расстановки технических средств организации дорожного движения.

Все участники конференции могли воспользоваться специальными бонусами — приобрести любую систему КРЕДО со скидкой 30% и обновить «устаревшие» версии программ до актуальных по цене услуги «Подписка».

По информации компании «Кредо-Диалог»

▼ **Совещание руководителей дочерних и зависимых обществ АО «Роскартография» (Санкт-Петербург, 11–12 декабря 2018 г.)**

В совещании руководителей дочерних и зависимых обществ (ДЗО) АО «Роскартография» в качестве приглашенных гостей приняли участие М.О. Волков, советник руководителя Росреестра, и А.В. Ребрий, директор ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД». На совещании обсуждались итоги 2018 г., рассматривались планы на будущее и вопросы оптимизации деятельности группы компаний АО «Роскартография».



Повесткой первого дня было подведение итогов производственной и финансово-хозяйственной деятельности группы компаний в 2018 г. Совещание открыл Д.М. Красников, генеральный директор АО «Роскартография». Основной темой его доклада стала долгосрочная программа развития АО «Роскартография», разработанная группой экспертов Министерства экономического развития РФ и одобренная Правительством РФ. В программе представлено несколько экономических моделей развития АО «Роскартография» без привлечения внешних источников финансирования, программа реорганизации структуры компании и обозначены пути достижения устойчивых финансовых показателей к 2021 г. «Чтобы выйти на новый экономический уровень, мы должны научиться

зарабатывать на создании новых сервисов по распространению пространственных данных, освоить новые сегменты, обозначенные в «Цифровой экономике», — подчеркнул Д.М. Красников. — Это участие в создании цифровых городов, обработка и инновационное, технологичное представление данных ДЗЗ. Нас ждет много новой работы, и мы должны быть к этому готовы».

О выполнении геодезических и картографических работ по государственному контрактам за 2018 г. отчитался А.Е. Прохоренко, заместитель генерального директора АО «Роскартография» по производству. Он рассказал о проблемах, связанных с поздней контрактацией, — сокращением сроков выполнения работ, отсутствием времени для качественной проверки выходных материалов из ДЗО отделом технического контроля. По итогам доклада было решено направить в Росреестр просьбу о более оперативном подписании госконтрактов на 2019 год и предложение о заключении двухгодичных контрактов.

Направления и перспективы инновационного развития группы компаний АО «Роскартография» были представлены в докладе С.В. Серебрякова, заместителя генерального директора АО «Роскартография» по инновационной деятельности. Стратегическими направлениями инновационного развития АО «Роскартография» были определены: повышение эффективно-

сти производственных процессов, вывод на рынок новых видов продукции и услуг, организационные инновации. Была подчеркнута важность тесного взаимодействия с региональными органами государственной власти и органами местного самоуправления в области обеспечения регионов геопространственными данными и сервисами на их основе.

А.В. Анисимов, заместитель генерального директора по экономике и финансам, представил анализ финансово-хозяйственной деятельности группы компаний за 2018 г., рассказал о казначейском сопровождении исполнения госконтрактов и выдвинул предложения по оптимизации расходов. М.Ю. Мустафин, директор по правовому обеспечению, представил результаты работы по правовой деятельности группы компаний АО «Роскартография», обозначил проблемы, связанные с иницированием процедуры банкротства в нескольких ДЗО, представил статистику выполнения договорных обязательств по государственным контрактам. В.С. Татаренкова, директор по корпоративному управлению и собственности, ознакомила участников совещания с программой реализации непрофильных активов и высказала предложения по организации работы с ДЗО в следующем году.

Большой интерес вызвал доклад В.В. Зайцева, ведущего специалиста отдела аэрофото-съемочных работ АО «Роскарто-



графия». В докладе был освещен опыт организации и выполнения аэрофотосъемочных работ на территории Республики Татарстан в 2017–2018 гг. Аэрофотосъемка проводилась по всей территории Республики Татарстана на площади 67 805 км² с разрешением 15 см, было выполнено воздушное лазерное сканирование городов Альметьевск, Зеленодольск и Нижнекамск, созданы цифровые ортофотопланы масштаба 1:2000 на населенные пункты общей площадью 1976 км². В проекте было задействовано несколько самолетов и аэрофотокамер, и в настоящий момент выполняется анализ фактической производительности и экономической эффективности использования разных типов носителей и камер.

Для участия в совещании были приглашены партнеры из компании Hexagon Geosystems. Так, М.И. Петухов, руководитель направления геопространственных технологий, рассказал о новых технологиях и сервисах для обеспечения пространственными данными, представил анализ мировых тенденций в обла-

сти сбора, хранения и интерпретации геопространственной информации.

На второй день к совещанию присоединились М.О. Волков и А.В. Ребрий. В своей вступительной речи Д.М. Красников подчеркнул, что *«успешное завершение работ по госконтрактам в 2018 г. было достигнуто только благодаря тому, что было налажено очень тесное и плодотворное взаимодействие со службами Росреестра, главным образом, с Управлением геодезии, картографии, землеустройства и кадастровых работ и с ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД».*

Обсуждение проходило в формате «круглого стола», и все желающие могли задавать вопросы руководству АО «Роскартография» и приглашенным гостям. Обсуждалась программа долгосрочного развития АО «Роскартография». Дебаты вызвали вопрос о завышенных требованиях, предъявляемых к качеству продукции. Суть проблемы в том, что большинство нормативно-правовых и технических документов, особенно касающихся про-

ведения аэросъемочных работ, устарело несколько десятилетий назад, — отметили выступающие. Должен быть найден баланс между практикой и методологией, должна быть разработана новая нормативная база, и главная роль в этом процессе должна принадлежать ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД».

Подводя итоги совещания, Д.М. Красников отметил продуктивность подобных встреч с предприятиями группы компаний АО «Роскартография» и обратился к М.О. Волкову с предложением создать постоянно действующую коммуникационную площадку для оперативного решения вопросов с Росреестром. *«Многие вопросы мы можем решить только сообща, — прокомментировал он. — Сейчас самое время сформировать единое информационное пространство и активно принимать участие в реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и других государственных проектах».*

**По информации
АО «Роскартография»**

ОБОРУДОВАНИЕ

Новинки Trimble на INTERGEO 2018

Компания Trimble представила два полевых контроллера Trimble TSC7 и Trimble Nomad 5, базовый ГНСС-приемник Trimble Alloy и обновленную модель приемника Trimble R10 Model 2. Также демонстрировалась высокопроизводительная система мобильной съемки Trimble MX9.

Комбинация сенсорного дисплея высокого разрешения, современного многоядерного процессора, большого объема памяти, мобильных средств связи и батарей высокой емко-

сти позволят контроллерам Trimble TSC7 и Trimble Nomad 5 работать с большими массивами геопространственной информации (включая облака точек и картографические подложки) и мгновенно обмениваться данными с офисом. Еще одна важная особенность контроллеров — наличие дополнительного слота для установки различных модулей расширения Trimble EMPOWER. На текущий момент существуют следующие модули: радиомодем, GNSS RTX приемник, считыватели штрихкодов и радиометок. Контрол-





леры Trimble могут работать в сложных полевых условиях при температурах до -30°C и имеют степень защиты от воды и пыли, соответствующую стандарту IP68.

Контроллер TSC7 с 7-дюймовым дисплеем оснащен ОС Windows 10 Pro и работает с программами Trimble Access и SP Survey Pro. Контролер Nomad 5 поставляется с ОС Android 8.1 и работает с программами Trimble TerraFlex и Trimble Penmap. TSC7 имеет полную клавиатуру с подсветкой и 12 функциональных клавиш, набор портов USB/RS и два отсека EMPOWER для батарей электропитания с возможностью их горячей замены. Nomad 5 имеет шесть управляющих клавиш, три из которых используются системой Android, один порт USB 3 и один отсек EMPOWER для съемной батареи, позволяющей работать непрерывно до 8 часов.

ГНСС-приемники Alloy и R10 Model 2 созданы на современном чипсете Maxwell 7 с 672 каналами. Благодаря новому процессору энергопотребление



систем снижено на 30%. Оба приемника принимают спутниковые сигналы систем NavIC (L5) и BeiDou третьего поколения (B1C на частотах 1575,42 МГц и B2A на 1176,45 МГц).

Trimble Alloy — это базовая станция, имеющая большой и яркий дисплей с 32 символами в каждой строке и возможностью поворота текста на 180° , две съемные батареи, порты различных типов и интерфейс для Wi-Fi. Встроенная функция Spectrum Analyzer позволяет выявить наличие помех в используемых частотных диапазонах, а режим Trimble Sentry следит за стабильностью положения спутниковой антенны в пространстве.

Trimble MX9 состоит из высококачественной GNSS/IMU системы Applanix AP60, двух скоростных лазерных сканеров с дальностью до 235 м, панорамной камеры нового поколения LadyBug 5 Plus и трех наклонных камер с узким полем зрения. Помимо базового блока для установки на крышу автомобиля массой 37 кг, в комплект входит устройство управления (планшет или ноутбук с Wi-Fi) и блок питания с напряжением 12 В. Комплект может быть расширен второй антенной (GAMS) и одометром (DMI). Для обработки данных сканирования можно использовать ПО Trimble Business Center с дополнительными модулями TBC Mobile Mapping и TBC MX9 Laser Correction.

На стенде Spectra Precision (в настоящее время это подразделение Trimble называется Spectra Geospatial) был представлен интегрированный ГНСС-приемник SP20 в виде портативного контролера, совмещенного со встроенной ГНСС-антенной и смартфоном на платформе Android 6 в едином корпусе. Приемник имеет 240 каналов и способен отслеживать L1/L2 сигналы от созвездий GPS,

ГЛОНАСС, BeiDou, Galileo, QZSS и SBAS. Также есть возможность приема RTX-поправок, передаваемых со спутников на частоте L-Band или через Интернет. Имея в своем арсенале весь необходимый набор для точного спутникового позиционирования, приемник обладает возможностью получать фиксированное RTK-решение. SP20 обеспечивает работу не только в режиме «Только GPS», но и в режимах «Только ГЛОНАСС» или «Только BeiDou». Дополнительно к SP20 может быть подсоединена внешняя ГНСС-антенна.



SP20 имеет две фотокамеры (13 и 4 Мпикселей), Bluetooth, Wi-Fi, NFC, LTE GSM модем. Время автономной работы ГНСС-приемника составляет более 8 часов. Степень защиты от воды и пыли соответствует стандарту IP67. Ударопрочный дисплей размером 5,3 дюйма позволяет работать даже при ярком солнечном свете. SP20 имеет массу 850 г, прочный корпус, эргономичный и инновационный дизайн. Он предназначен для выполнения кадастровых работ, топографических и исполнительных съемок.

**По информации
компании Trimble**

SOKKIA

НОВИНКА

Серия iM

Новые электронные тахеометры



Мощный дальномер ❖
(до 1000 м, без отражателя)

Высокая точность измерений ❖
(1.5 мм + 2 ррт на призму,
2.0 мм + 2 ррт без отражателя)

Лёгкий компактный корпус ❖

Наивысший класс ❖
защиты IP66

GCX3

Идеальный ровер от SOKKIA

Приём сигналов со всех ❖
спутниковых систем

226 спутниковых каналов ❖

Антенна, выполненная ❖
по технологии POST2™
(для работы в самых тяжелых
условиях съемки)

Компактный, ❖
ультралёгкий,
беспроводной



Генеральный дистрибьютор TOPCON и SOKKIA в России. www.gsi.ru +7(495) 921-22-08



На правах рекламы

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ДУГА СТРУВЕ И КАФЕДРА ГЕОДЕЗИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА ИМЕНИ АДМИРАЛА С.О. МАКАРОВА

Г.В. Макаров (23.11.1943–23.10.2018)

В 1967 г. окончил арктический факультет Ленинградского высшего инженерного морского училища имени адмирала С.О. Макарова (в настоящее время — Государственный университет морского и речного флота (ГУМРФ) имени адмирала С.О. Макарова) по специальности «гидрография». После окончания училища работал на Предприятии № 10 ГУК СССР (Санкт-Петербург), а с 1969 г. занимался преподавательской деятельностью. С 1986 г. по 2018 г. возглавлял кафедру геодезии ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова. Доктор технических наук, профессор, академик Российской академии транспорта, Заслуженный работник высшей школы.

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

В 1968 г. окончил Ленинградский электротехнический институт (в настоящее время — Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет) по специальности «гироподобные 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 компании «Геодезические приборы», в настоящее время — заместитель генерального директора. Заведует кафедрой геоинформационных технологий (на базе ООО «Геодезические приборы») Института землеустройства и строительства Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, профессор. Преподаватель дополнительной образовательной программы СПб ГБОУ СПО «Петровский колледж».

Е.В. Андреева (ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, Санкт-Петербург)

В 2016 г. окончила арктический факультет Государственного университета морского и речного флота (ГУМРФ) имени адмирала С.О. Макарова, бакалавр по направлению «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства». С 2017 г. по настоящее время — ассистент кафедры геодезии ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова.

▼ Всероссийский урок «От Геодезической дуги Струве к системе ГЛОНАСС»

Знаменательным событием для нашей страны стало принятое в 2016 г. в Таллинне (Эстония) на конференции Международного Координационного комитета по управлению памятником ЮНЕСКО «Геодезическая дуга Струве» (далее — Координационный комитет) решение о проведе-

нии очередного заседания Координационного комитета в Санкт-Петербурге. В этом городе расположена Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория, где в течение 19 лет трудился знаменитый астроном Василий Яковлевич Струве, ее первый директор (рис. 1).

С 12 по 14 сентября 2018 г. на базе штаб-квартиры Русского географического общества (РГО) в Санкт-Петербурге весьма успешно прошла 8-я

конференция Координационного комитета [1]. Следует отметить, что год проведения данного мероприятия совпал с несколькими знаменательными датами, а именно, с 225-летием со дня рождения В.Я. Струве (15 апреля) и 235-летием со дня рождения К.И. Теннера (22 июня). Под руководством этих выдающихся ученых и геодезистов было осуществлено градусное измерение составляющих дуги меридиана, протя-

нувшейся от побережья Северного Ледовитого океана до устья реки Дунай.

На этапе подготовки конференции — события, важного для российской геодезической общественности, — редакция журнала «Геопрофи» обратилась в Координационный комитет с предложением о проведении в сентябре 2018 г. Всероссийского урока «От Геодезической дуги Струве к системе ГЛОНАСС», который стал бы новой формой популяризации памятника ЮНЕСКО «Геодезическая дуга Струве» (далее — ГДС).

Инициативу редакции журнала поддержали Координационный комитет и Санкт-Петербургская ассоциация геодезии и картографии, для которой ГДС является одним из основных проектов [2], тем более, что она уделяет большое внимание работе с учебными заведениями. В связи с этим авторами данной статьи было принято решение провести урок на предложенную редакцией журнала тему. 19 сентября 2018 г. урок прошел в рамках лекционного занятия по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» на кафедре геодезии для студентов II курса арктического факультета Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова (рис. 2). Студенты узнали об истории уникального измерения и его научном значении для метрологической геодезии, познакомились с видео материалами, подготовленными Санкт-Петербургской ассоциацией геодезии и картографии специально для 8-й конференции Координационного комитета. Информация об уникальном памятнике ЮНЕСКО, который связан с историей геодезии, вызвала у аудитории большой интерес.

История университета

Ведя речь об истории геодезии, о вкладе в эту науку отечественных ученых и специалистов, нельзя обойти молчанием и вклад кафедры геодезии университета, носящего имя адмирала Степана Осиповича Макарова. История кафедры восходит к 1935 г. и связана с именем полярного исследователя контр-адмирала И.Д. Папанина, который был одним из инициаторов профессиональной подготовки судоводителей, судомехаников, радиоинженеров, гидрологов и метеорологов [3].

В 1935 г. в Ленинграде был открыт Гидрографический институт Главного управления Северного морского пути при СНК Союза ССР (Главсевморпуть). В институте были созданы кафедры геодезии, астрономии, кораблестроения. Крупнейшие специалисты соответствующего профиля принимали участие в составлении учебных планов и программ. В августе 1941 г., в связи с началом Великой Отечественной войны 1941–1945 гг., Гидрографический институт был закрыт.

Занятия в институте возобновились в октябре 1944 г., а с 1 июля 1945 г. приказом, под-



Рис. 1

Мемориальная доска на здании Главной (Пулковской) обсерватории



Рис. 2

Урок «От геодезической дуги Струве к системе ГЛОНАСС» на кафедре геодезии Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

писанным И.Д. Папаниным, институт был преобразован в Высшее арктическое морское училище (ВАМУ) Главсевморпути, выпускающее штурманов, инженеров-гидрографов и инженеров-гидрологов.

В 1949 г., в связи с 50-летием первого в мире ледокола арктического класса «Ермак», входящего в состав российского императорского, а затем советского флота, ВАМУ было присвоено имя адмирала С.О. Макарова, по проекту и под руководством которого было построено судно. В 1954 г. ВАМУ было объединено с Ленинградским высшим мореходным училищем. Объединенное учебное заведение получило название Ленинградское высшее инженерное морское училище имени адмирала С.О. Макарова (ЛВИМУ), а в 1990 г. училище было реорганизовано в Государственную морскую академию имени адмирала С.О. Макарова. В 2012 г. был образован Государственный университет морского и речного флота (ГУМРФ) имени адмирала С.О. Макарова, в соответствии с приказом Министра транспорта РФ о реорганизации в форме присоединения Государственной морской академии имени адмирала С.О. Макарова к Санкт-Петербургскому государственному университету водных коммуникаций.

В настоящее время ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова реализует основные образовательные программы высшего образования по 5 специальностям, 17 направлениям бакалавриата и 6 направлениям магистратуры. В университете обучается более 13 000 студентов и курсантов.

▼ История кафедры геодезии

Созданная в Гидрографическом институте Главсевморпути кафедра вначале называлась кафедрой геодезии и картогра-

фии, а с 1940 г. — кафедрой геодезии. Начальником кафедры был назначен инженер-капитан 1 ранга, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор военно-морских наук, профессор А.П. Ющенко (1895–1968) — основатель современной школы математической навигации. В 1917 г. он окончил физико-математический факультет Петроградского университета, а в 1918 г. — класс гидрографов. Пройдя стажировку в Пулковской обсерватории и получив квалификацию гидрографа-геодезиста, участвовал во многих экспедициях, в том числе в гидрографических экспедициях на Новую Землю и на северо-восточное побережье Кольского полуострова. Его именем названы несколько географических объектов и учебное судно.

В 1944 г. кафедру возглавлял доктор технических наук, профессор О.Г. Дитц (1876–1957), высокообразованный военный геодезист, окончивший училище кондукторов путей сообщения в г. Вышний Волочек, Военно-топографическое училище в г. Санкт-Петербурге, геодезическое отделение Императорской Николаевской военной академии, курсы при Пулковской обсерватории. С 1945 г. начальником кафедры вновь стал А.П. Ющенко, которого в 1949 г. на этой должности сменил доктор технических наук, профессор Б.И. Никифоров (1908–1987).

Б.И. Никифоров являлся ведущим специалистом в области геодезии и картографии, участником разработки принципиально нового направления в маркшейдерии и геодезии — гироскопического ориентирования. Лауреат Государственной премии СССР, полученной за разработку первого в СССР маркшейдерского гирокомпыаса. Б.И. Никифоров в 1930 г. окончил геодезическо-маркшейдер-

ский факультет Ленинградского горного института. Еще будучи студентом, участвовал в топографо-геодезических работах. С 1932 г. по 1935 г. Б.И. Никифоров работал главным инженером Горно-технического маркшейдерского треста. Организовывал геодезические экспедиции на Северном и Южном Урале, в Западной Сибири, в Казахстане и республиках Средней Азии, а также принимал в них активное участие. В эти же годы работал по совместительству во Всесоюзном научно-исследовательском маркшейдерском институте, в котором стал заместителем директора. Практическую деятельность Б.И. Никифоров совмещал с преподаванием в Ленинградском горном институте (1931–1941 гг.) и с 1937 г. — на кафедре геодезии в Гидрографическом институте. С 1941 г. по 1943 г. Б.И. Никифоров участвовал в боевых действиях на Западном и Воронежском фронтах, при обороне Москвы, в Курско-Белгородской битве. С августа 1945 г. снова стал преподавать в ВАМУ. В дальнейшем Б.И. Никифоров возглавил кафедру геодезии и руководил ею на протяжении 37 лет, с 1949 г. по 1986 г. Будучи талантливым ученым, обладая острым аналитическим умом, он глубоко понимал фундаментальные основы геодезической науки и внес существенный вклад в развитие теории и практики математической обработки геодезических измерений, создал научную школу, основу которой составляют подготовленные им доктора и кандидаты наук, стал инициатором и вдохновителем новых направлений в практической геодезии.

Более подробные материалы о деятельности Б.И. Никифорова можно найти в статье [4].

▼ Памяти Г.В. Макарова

Данная статья была задумана и готовилась авторами совместно с Геннадием Васильевичем Макаровым, но жизнь распорядилась так, что доктор технических наук, профессор, академик Российской академии транспорта, Заслуженный работник высшей школы Г.В. Макаров 23 октября 2018 г. неожиданно ушел из жизни. В память о нем его коллегами подготовлена завершающая часть статьи.

В 1986 г. кафедру геодезии «Макаровки» (так с давних пор в Санкт-Петербурге уважительно называют это высшее учебное заведение) возглавил Г.В. Макаров. Ленинградец, 1943 года рождения, он закончил арктический факультет ЛВИМУ имени адмирала С.О. Макарова в 1967 г., несколько лет работал в полярных геодезических и гидрографических экспедициях, а с 1969 г. — преподавал (рис. 3). Г.В. Макаров являлся одним из лучших учеников Б.И. Никифорова и руководил кафедрой геодезии 32 года.

Областью его научных интересов являлась разработка теории математической обработки измерений, в которой он, по сути, был руководителем научной школы, основанной профессорами А.П. Юценко и Б.И. Никифоровым. Научные работы Г.В. Макарова последних лет в основном были направлены на разработку математического обеспечения алгоритмов выявления грубоошибочных измерений в прикладной геодезии. Работе со студентами он отдавался полностью, при этом стремился сохранять лучшие традиции ЛВИМУ и своих учителей.

Как и Б.И. Никифоров, Г.В. Макаров был членом ученого совета Санкт-Петербургского горного университета, сотрудничал с Петер-



Рис. 3

Практические занятия по геодезии. Ведет профессор Г.В. Макаров

бургским государственным университетом путей сообщения Императора Александра I, с Санкт-Петербургским государственным университетом, а также с одной из ведущих компаний в Санкт-Петербурге — ООО «Геодезические приборы».

Нельзя не отметить человеческие качества Геннадия Васильевича. Он привлекал к себе внимание окружающих и коллег эрудицией, тонким юмором и доброжелательным отношением к людям. Друзьям и коллегам его будет долго не хватать. В дальнейшем, безусловно, будут опубликованы подробные воспоминания о Г.В. Макарове, выполнен более глубокий анализ его научных трудов и дана оценка их значе-

ния для развития геодезии как науки.

▼ Список литературы

1. От геодезической дуги Струве к системе ГЛОНАСС // Геопрофи. — 2018. — № 3. — С. 1.
2. Богданов А.С. Геодезическая дуга Струве — один из основных проектов Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии // Геопрофи. — 2018. — № 4. — С. 4–7.
3. Андреева Е.В. Роль И.Д. Папанина в создании Арктического факультета ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова // Материалы международной молодежной научной конференции: «Папанинские чтения» / Сев. (Арктич.) федер. ун-т. — Архангельск: Изд-во САФУ, 2017. — С. 389–395.
4. Макаров Г.В., Глейзер В.И. К 100-летию Б.И. Никифорова // Геопрофи. — 2008. — № 3. — С. 65–67.

 **ТОРСОН**

НОВИНКА

Серия GM

Новые электронные тахеометры

Мощный дальномер ❖
(до 1000 м, без отражателя)

Высокая точность измерений ❖
(1.5 мм + 2 ррт на призму,
2.0 мм + 2 ррт без отражателя)

Лёгкий компактный корпус ❖

Наивысший класс ❖
защиты IP66

Hyper HR

Высокопроизводительный ГНСС приемник

Приём сигналов со всех ❖
спутниковых систем

452 универсальных канала ❖

Система компенсации ❖
угла наклона (TILT™)

Компактный, прочный, ❖
беспроводной



Официальный представитель **Topcon** и **Sokkia** на Северо-Западе России
ООО «Геодезические приборы» www.geopribori.ru +7 (812) 363-43-23

ОПЫТ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СКАНИРОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГНСС-АППАРАТУРОЙ ПРИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ

С.О. Шевчук («Аэрогеофизическая разведка», Новосибирск)

В 2010 г. окончил Институт дистанционного зондирования и природопользования Сибирской государственной геодезической академии (в настоящее время — Сибирский государственный университет геосистем и технологий) по специальности «аэрофотогеодезия». С 2009 г. работал в АО «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья». С 2017 г. работает в ЗАО «Аэрогеофизическая разведка», в настоящее время — старший научный сотрудник. Кандидат технических наук.

К.В. Киселев («Аэрогеофизическая разведка», Новосибирск)

В 2010 г. окончил геолого-геофизический факультет Новосибирского государственного университета по специальности «геофизик». В 2007-2010 гг. работал в Институте нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, с 2011 г. — в компании Philips. С 2014 г. работает в ЗАО «Аэрогеофизическая разведка», в настоящее время — ведущий инженер-геофизик.

Д.А. Прохоров («Эффективные технологии Центр»)

В 2013 г. окончил Алтайскую государственную академию образования имени В.М. Шукшина по специальности «специалист в сфере сервиса и туризма». С 2012 г. работал в ООО «УГТ-Новосибирск», с 2014 г. — в ООО «Компания «ГМЦ». С 2017 г. работает в компании «Эффективные технологии Центр», в настоящее время — руководитель регионального представительства.

Электромагнитное сканирование (ЭМС) — это разновидность геофизических исследований, широко применяемая при инженерных, изыскательских и археологических работах. ЭМС осуществляется специальными измерительными комплексами. Измерения выполняются, как правило, методом становления электромагнитного поля в ближней зоне (ЗСБ) [1].

В зависимости от масштаба съемки, глубины исследования и детальности сканирования, при проведении ЭМС используются генераторно-измерительные комплексы различные

по размеру и форме контуров, перемещение которых осуществляется как буксированием (с использованием вездеходного транспорта), так и переносом вручную исполнителями работ (при малых габаритах съемочной аппаратуры). Примеры установок для проведения ЭМС различных габаритов приведены на рис. 1.

На рис. 1 показан буксируемый генераторно-измерительный комплекс, размером 2x10 м, закрепленный на пневматическом надувном каркасе, применяемый при электромагнитных съемках вплоть до масштаба 1:5000, а также переносной

комплекс ЭМС размером 2x4 м для детального сканирования в масштабе 1:2000 и крупнее.

Топографо-геодезическое обеспечение данных работ заключается в ряде мероприятий по сбору картографических материалов, закреплению на местности точек геологоразведочных наблюдений, определению плано-высотного положения измеряемых пунктов. Последнее включает определение координат точек траектории геофизических наблюдений с необходимой точностью, что в настоящее время выполняется посредством пользовательской аппаратуры глобаль-



Рис. 1

Примеры генераторно-измерительных комплексов ЭМС: буксируемая конструкция (слева); переносная платформа (справа)

ных навигационных спутниковых систем (ГНСС) различного класса точности.

Так, для ЭМС в масштабе мельче 1:10 000 с опорным горизонтом глубже 500 м используются, как правило, навигационные ГНСС-приемники, имеющие среднюю квадратическую погрешность (СКП) 5 м в плане и 10 м по высоте. Для детального ЭМС в масштабе 1:10 000 и крупнее должна применяться фазовая аппаратура ГНСС геодезического класса точности, заявленная точность которой при относительном методе измерений составляет несколько сантиметров [2].

▼ Проблемы топографо-геодезического и навигационного обеспечения ЭМС

В последние годы значительно повысилась детальность ЭМС, вследствие чего ужесточились и требования к точности определения координат точек траектории движения комплекса. В отсутствии регламентов электромагнитная съемка масштабов крупнее 1:50 000 в действующей инструкции [3] данные требования определяются, исходя из технического задания.

Применяемая при ЭМС фазовая ГНСС-аппаратура, как правило, позволяет достигнуть требуемых точностных характеристик для разных масштабов съемки вплоть до 1:1000 и крупнее, если обеспечивается бес-

препятственный прием сигналов ГНСС.

Однако ЭМС зачастую выполняется в залесенной местности или на просеках, а также в условиях «городских каньонов», что влечет значительное понижение точности из-за наличия переломленных сигналов (явление многопутности) и заглушенных сигналов (как следствие — уменьшение количества используемых спутников и ухудшение геометрического фактора) [4]. Аппаратура геодезического класса точности более чувствительна к данным явлениям из-за необходимости постоянного слежения за фазой несущей частоты принимаемого сигнала навигационного спутника.

Достижение необходимой точности также усложняется и тем, что измерения проводятся в кинематическом режиме (чаще всего, с постобработкой).

Указанные проблемы могут быть решены за счет применения многосистемной спутниковой аппаратуры (по крайней мере, принимающей сигналы ГЛОНАСС и GPS) и программного обеспечения для обработки измерений, имеющих различные программно-аппаратные решения для борьбы с многопутностью и затуханием сигналов ГНСС.

Кроме того, при выполнении ЭМС необходимо проводить редукцию полученных координат к центрам антенн измери-

тельных комплексов, что вызвано невозможностью их совмещения с антеннами ГНСС-приемников.

▼ Проведение ЭМС с использованием ГНСС-приемников EFT M2 GNSS

В мае 2018 г. был проведен эксперимент с целью оценки возможности применения отечественной ГНСС-аппаратуры геодезического класса точности для ЭМС масштаба 1:2000 и крупнее.

Измерения выполнялись в окрестностях города Новосибирска (Красноярское шоссе) на тестовой площадке, в пределах которой залегал газовый трубопровод на глубине нескольких метров.

Предварительно на местности с помощью рулетки на участке размером 50x50 м были разбиты маршруты с интервалом 10 м (рис. 2). Площадка располагалась на просеке, на пути следования присутствовали отдельно стоящие деревья и кустарники. Высота деревьев по краям просеки составляла 15–20 м. Границы площадки находились на удалении не более 5–10 м от кромки леса.

Для геодезической привязки измерений при ЭМС была выбрана аппаратура EFT M2 GNSS компании ООО «Эффективные технологии», произведенная в Российской Федерации. Указанное оборудование использовалось в каче-



Рис. 2

Проектные маршруты на тестовой площадке

стве мобильного (подвижного) приемника и базовой станции (рис. 3). Часть технических характеристик аппаратуры приведена в табл. 1, подробное описание доступно на сайте производителя [5].

Мобильный ГНСС-приемник монтировался на переносной платформе на удалении 2 м от центра антенны генераторно-измерительного комплекса для минимизации помех, возникающих при электромагнитном сканировании. Съёмка проводилась на скорости не более 1–2 км/ч. При этом ГНСС-измерения выполнялись с высокой частотой (5 Гц), а результаты

записывались в память приемника для дальнейшей постобработки. Кроме того, предварительно были выполнены измерения на крайних (узловых) точках маршрутов для дальнейшего анализа кинематической траектории маршрута, полученной в режиме «кинематика в реальном времени» (RTK).

Процесс электромагнитной съёмки показан на рис. 4.

Прием спутниковых сигналов ГНСС-аппаратурой осложнялся следующими факторами:

- нахождение тестового участка на просеке, наличие кустарников и отдельно стоящих деревьев;

- низкое расположение антенны над поверхностью земли (не выше 1 м);

- частичное закрытие радиогоризонта исполнителями работ при перемещении генераторно-измерительного комплекса вручную.

Файлы «сырых» измерений обрабатывались в программе Magnet Office Tools относительным методом с использованием данных, полученных от близлежащих пунктов сети постоянно действующих базовых станций Новосибирской области [6]. Для сравнения также была проведена обработка данных методом Precise Point Positioning (PPP) посредством online-сервиса CSRS-PPP [7].

Анализ качества результатов выполнялся несколькими методами:

- контроль по проектным межмаршрутным расстояниям, измеренным при разбивке участка, и по координатам крайних точек маршрутов, предварительно полученным в режиме RTK;

- взаимное сравнение данных различными методами;

- стандартные методы оценки погрешности в программе обработки ГНСС-измерений.



Рис. 3

Установка ГНСС-приемников EFT M2 GNSS: в качестве базовой станции (слева); в качестве мобильного приемника на генераторно-измерительном комплексе (справа)

Технические характеристики ГНСС-приемников EFT M2 GNSS

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Количество каналов	555
Принимаемые сигналы и частоты	GPS: L1 C/A, L1C, L2C, L2P, L5 ГЛОНАСС: L1 C/A, L2C, L2P, L3, L5 Galileo: E1, E5A, E5B, E5 AltBOC, E6 Beidou: B1, B2, B3 QZSS: L1 C/A, L1C, L2C, L5, L6 SBAS: L1, L5 IRNSS: L5
<i>Точность (СКП)</i>	
Статика и быстрая статика	В плане: 2,5 мм + 0,5 мм/км; по высоте: 5 мм + 0,5 мм/км
Кинематика с постобработкой	В плане: 8 мм + 1 мм/км; по высоте: 15 мм + 1 мм/км
Кинематика в реальном времени (RTK)	В плане: 8 мм + 1 мм/км; по высоте: 15 мм + 1 мм/км
Дифференциальные кодовые измерения (DGPS)	В плане: 25 мм + 1 мм/км; по высоте: 50 мм + 1 мм/км
Протоколы обмена данных	CMR, CMR+, sCMRx, RTCM 2.1, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2, NMEA
Размеры (Ш x В)	15,3x8,3 см
Вес	950 г (с учетом аккумулятора и УКВ-модема)
Питание	Встроенный Li-Ion аккумулятор, 5000 мАч, 7,4 В; возможность подключения внешнего аккумулятора 6~36 В
Пыле-влагозащитенность	IP68
Рабочая температура	От -45°C до +65°C
Температура хранения	От -55°C до +85°C
Память	Встроенная память 16 Гбайт, поддержка microSD до 32 Гбайт
Дополнительные возможности	Датчик наклона, электронный уровень, датчик ориентации

▼ **Результаты экспериментальных работ**

На рис. 5 приведены траектории после обработки в программе Magnet Office Tools и с помощью сервиса CSRS-PPP.

В текстовых отчетах программы Magnet Office Tools и сервиса CSRS-PPP использовались различные величины, характеризующие погрешность измерений: в первом случае СКП (RMS) в плане и по высоте, а во втором

— стандартные отклонения StDev по осям x (N), y (E), h (U). В обоих случаях указанные оценки не превышали 0,05 м в плане и 0,07 м по высоте. Однако, как правило, программы обработки ГНСС-измерений



Рис. 4

Процесс выполнения электромагнитной съемки на тестовой площадке

дают чрезмерно оптимистичные оценки показателей точности, поэтому их стоит применять только для предварительного анализа результатов [2].

Более красноречив показатель доли измерений, имевших решения по фазе, — около 87% в обоих случаях.

Главным способом оценки точности полученных траекторий являлось определение значений межмаршрутных расстояний и их сравнение с предварительно измеренными проектными значениями. Наиболее достоверные результаты получились на крайних точках маршрутов, так как они не были искажены погрешностями выдерживания направления траектории заданного пути (табл. 2).

На точность приведенных в табл. 2 межмаршрутных расстояний помимо СКП аппаратуры оказывали влияние также погрешности выдерживания траектории и установки платформы непосредственно над исследуемым объектом (газовым трубопроводом).

Тот же показатель для навигационного приемника, встроенного в аппаратуру измерительного комплекса ЭМС, находился на уровне 3 м (СКП) с

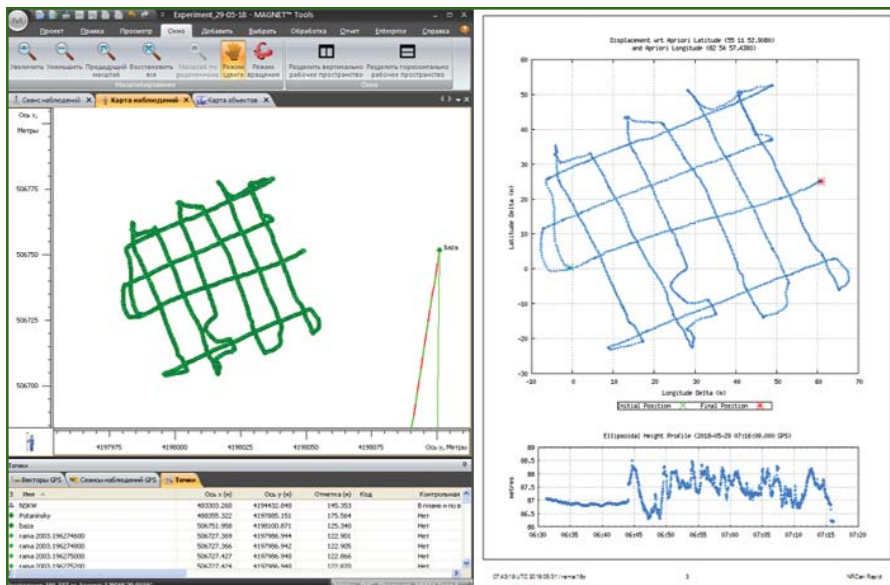


Рис. 5 Карты-схемы с траекториями после обработки: в окне программы Magnet Office Tools (слева); в отчете сервиса CSRS-PPP (справа)

предельными погрешностями до 6 м.

При сравнении траектории маршрута, полученного по координатам крайних точек, измеренных в режиме RTK, с точками кинематической траектории боковые уклонения не превышали 0,10–0,15 м.

То есть можно сделать вывод о погрешностях определения точек в плане не хуже 0,3–0,4 м и точнее, что для кинематических измерений в сложных

ландшафтных условиях является хорошим результатом, и, при условии корректной редукиции, позволяет обеспечить детальное ЭМС при съемке в масштабе до 1:1000 и крупнее.

Кроме того, проводилось сравнение точек траекторий, полученных относительным методом и методом PPP в плане и по высоте (рис. 6).

На графиках прослеживается очевидный систематический сдвиг траекторий, полученных

Результаты сравнения значений проектных и полученных межмаршрутных расстояний				Таблица 2
№ маршрута	Начало / Конец	Разности, м		Крайние точки (RTK)
		Кинематическая траектория	Относительный метод CSRS-PPP	
1-2	Начало	0,48	0,32	0,02
	Конец	-0,04	-0,40	-0,23
2-3	Начало	-0,04	0,02	0,02
	Конец	-0,35	-0,25	-0,2
3-4	Начало	0,32	0,28	0,19
	Конец	-0,15	0,02	0
4-5	Начало	0,00	0,12	0,02
	Конец	0,07	0,31	0,04
5-6	Начало	0,20	0,10	0,01
	Конец	-0,40	-0,13	-0,15
	СКП	0,24	0,21	0,11

различными методами. Общая СКП, вычисленная по разностям траекторий (если взять за истинную траекторию, полученную относительным методом) составила 0,9 м в плане и 4 м по высоте, что объясняется несоответствием параметров пересчета из WGS-84 в СК-95 по ГОСТ 32453-2013 (Глобальная навигационная спутниковая система. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек). При использовании локальных параметров данный систематический сдвиг также полностью устраняется.

Вычитание среднего сдвига в плане и по высоте уменьшает погрешности до 0,2 м в плане и 0,25 м по высоте.

На основе полученных координат была выполнена обработка геофизических измерений, которая показала, что местоположение залегающего газового

трубопровода определено с точностью, соответствующей точности съемки при ЭМС в масштабе 1:1000.

Таким образом, указанные технологии позволяют выполнять детальное ЭМС, в том числе, в сложных ландшафтных условиях.

Обобщая результаты проведенных исследований, можно отметить следующее:

— современная фазовая ГНСС-аппаратура позволяет обеспечить детальное ЭМС с необходимой точностью, в том числе в сложных ландшафтных условиях (в частности, на просеках);

— СКП определения координат и высот точек траектории кинематической съемки в сложных ландшафтных условиях находится на уровне нескольких дециметров;

— метод PPP также позволяет получить координаты и высоты с

точностью в несколько дециметров при условии надежных параметров пересчета (как правило, получаемых при локализации по трем и более пунктам с известными координатами).

Можно констатировать наличие отечественной ГНСС-аппаратуры, обеспечивающей получение надежных результатов при проведении измерений в сложных условиях приема спутниковых сигналов. Стоит однако оговориться, что используемая в ГНСС-приемниках элементная база (в первую очередь, чипсеты) по-прежнему производится преимущественно за рубежом. Ее замена на отечественные аналоги может быть следующим перспективным шагом развития гражданской аппаратуры пользователя ГНСС в России.

▼ Список литературы

1. Transient Geo-Electromagnetics / F.M. Kamenetsky, E.H. Stettler, G.M. Trigubovich. — Ludwig-Maximilian-University of Munich. Dept. of the Earth and Environmental Sciences. Section Geophysics. — Munich, 2010. — 296 p.
2. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии в 2 т. — Т. 2. — М.: Картогеоцентр, 2006. — 360 с.
3. Инструкция по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ. — Новосибирск: СНИИГГиМС, 1997. — 106 с.
4. Михайлов С.В. Влияние многолучевости распространения радиоволн от навигационного космического аппарата на точность определения координат GPS-приемником // Беспроводные технологии. — 2006. — № 2. — С. 60–71.
5. EFT Group. — <http://eft-survey.ru>.
6. Государственное бюджетное учреждение «Центр навигационных и геоинформационных технологий Новосибирской области». — <http://cngt.nso.ru>.
7. National Resources Canada. Precise Point Positioning. — <https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-utills/ppp.php>.

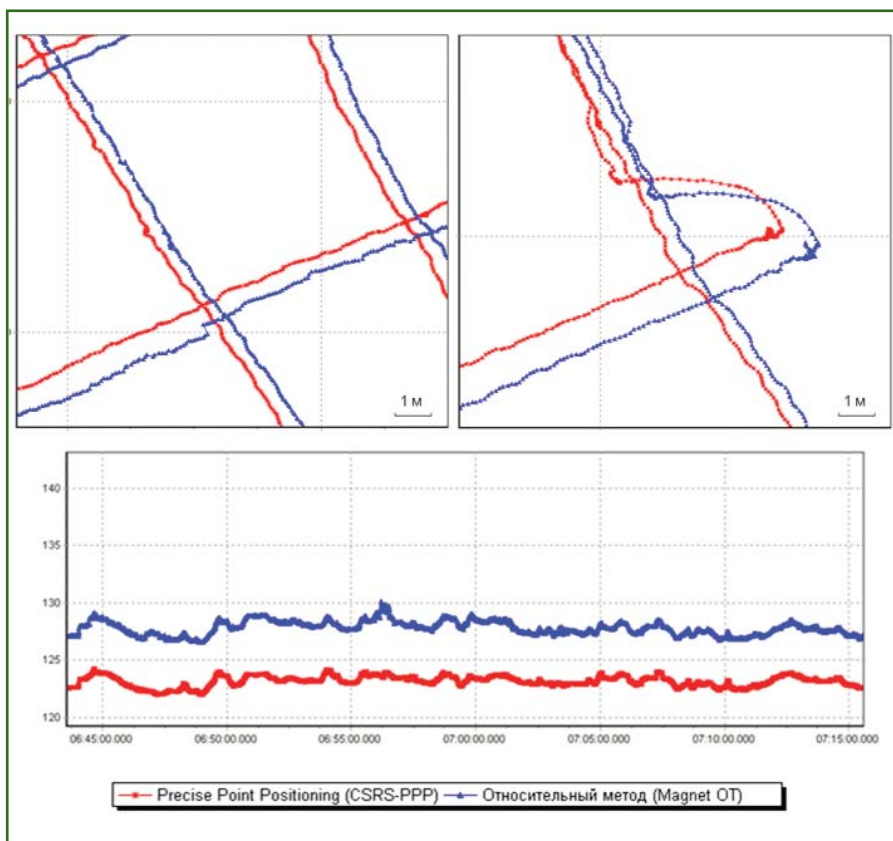


Рис. 6

Фрагменты положения траекторий, полученных различными методами обработки, в плане и по высоте

ОПЫТ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТОВ СЕТИ ПДБС НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ В ГСК–2011

Н.К. Шендрик (Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск)

В 1971 г. окончил аэрофотогеодезический факультет Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (НИИГАиК, в настоящее время — Сибирский государственный университет геосистем и технологий, СГУГиТ) по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института работал на Предприятии № 8 ГУГК при СМ СССР. С 1979 г. работал в НИС кафедры астрономии и гравиметрии НИИГАиК, с 1993 г. — заведующий лабораторией космической геодезии кафедры астрономии и гравиметрии. С 2013 г. по настоящее время — заведующий лабораторией кафедры космической и физической геодезии СГУГиТ.

П.К. Шитиков (АО «ПО Инжгеодезия», Новосибирск)

В 1972 г. окончил аэрофотогеодезический факультет Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (в настоящее время — Сибирский государственный университет геосистем и технологий) по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института до 1991 г. работал на Предприятии № 8 ГУГК при СМ СССР. С 2018 г. работает в АО «ПО Инжгеодезия», в настоящее время — главный технолог.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 24.11.2016 г. № 1240 [1] в России вводится государственная система координат при выполнении геодезических и картографических работ — геодезическая система координат 2011 года (ГСК–2011), устанавливаемая и распространяемая с использованием государственной геодезической сети. В ГСК–2011, в отличие от предшествовавших ей референцных геодезических систем координат СК–42 и СК–95, в качестве отсчетного эллипсоида принят общеземной эллипсоид, ось вращения которого совпадает с осью Z геодезической системы координат, а началом системы координат является центр масс Земли. Точность ГСК–2011 сопоставима с точностью всемирной геоцентрической системы координат WGS–84 и Международной общеземной пространственной отсчетной основы

ITRF (International Terrestrial Reference Frame). В этой связи актуальным становится апробирование методик и практической реализации определения координат геодезических пунктов в ГСК–2011 [2]. В настоящее время данная система координат закреплена на территории РФ пунктами ФАГС, ВГС и СГС–1.

Целью исследований, представленных в данной статье, является отработка методики определения положения пунктов сети постоянно действующих базовых станций Новосибирской области (ПДБС НСО) в ГСК–2011 от постоянно действующих пунктов ФАГС с помощью программного обеспечения Trimble Business Center.

На первом этапе была выполнена геодезическая привязка семи пунктов, расположенных по периферии и в центральной части первой очереди сети ПДБС НСО, состоящей из 19 пунктов [3]. Положение каждо-

го пункта определялось от трех пунктов ФАГС — ЕКТР (Екатеринбург), NOYA (Ноябрьск) и NSK1 (Новосибирск) — независимо друг от друга, по однотипной схеме, показанной на рис. 1.

Для определений были использованы суточные GPS-измерения на интервале с 1 по 5 января 2011 г. (эпоха 2011.0),

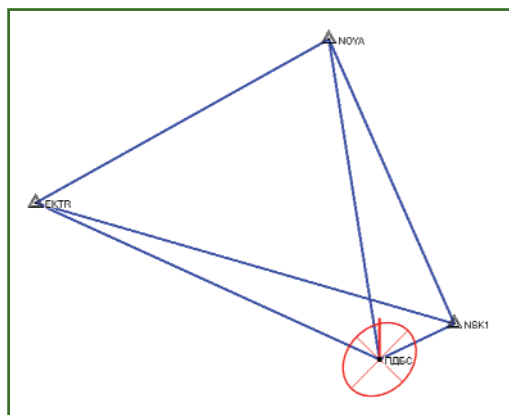


Рис. 1
Типовая схема геодезической привязки для семи пунктов сети ПДБС НСО

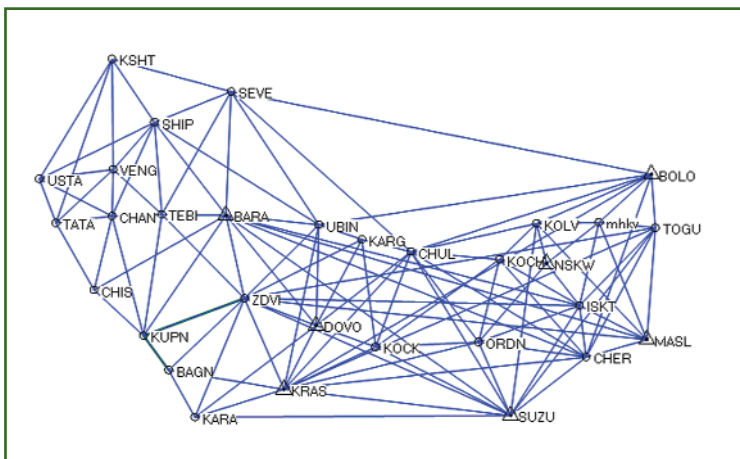


Рис. 2
Схема объединенной сети пунктов ПДБС НСО

как на пунктах ФАГС, так и на семи пунктах сети ПДБС НСО. Данный период был выбран с учетом того, что он характеризуется спокойным состоянием магнитного поля Земли. Каждая базовая линия тщательно редактировалась для исключения прерываний и обеспечения синхронности измерений по обеим частотам L1 и L2 практически по всем прохождениям спутников над горизонтом. Для вычисления базовых линий применялись точные эфемериды. Длины базовых линий между пунктами ФАГС и между пунктами ФАГС и сети ПДБС НСО варьируются в интервале 890–1500 км, а в пределах Новосибирской области от 9 до 300 км. В результате обработки были получены максимальные невязки в замкнутых фигурах (треугольниках), которые из совокупности для семи пунктов не превысили по модулю 26 мм в плане и 43 мм по высоте. Средние квадратические погрешности (СКП) определений координат каждого из семи пунктов из уравнивания по внутренней сходимости составили: в плане ± 1 мм, а по высоте ± 3 –4 мм.

На втором этапе выполнялось совместное уравнивание первой и второй очереди сети ПДБС НСО, включающей 31 пункт, для определения поло-

жения каждого пункта в ГСК–2011 [4]. Исходными пунктами для уравнивания служили семь пунктов, координаты которых были определены на первом этапе. Расположение исходных и определяемых пунктов в объединенной сети ПДБС НСО показано на рис. 2.

Исходными пунктами являлись: BOLO (Болотное), NSKW (Новосибирск), MASL (Маслянино), SUZU (Сузун), KRAS (Краснозерское), DOVO (Довольное) и VARA (Барабинск), а определяемыми — остальные. Объединенная сеть пунктов ПДБС НСО включала данные спутниковых измерений: для первой очереди за 2010 г., для второй очереди за 2013 г. и для связующих базовых линий за

2016 г. Максимальные невязки в треугольниках для объединенной сети не превышали в плане 11 мм, по высоте 19 мм. СКП пунктов из уравнивания по внутренней сходимости составили: в плане ± 1 –3 мм, по высоте ± 4 –9 мм. Таким образом, в результате были определены положения 31 пункта сети ПДБС НСО в ГСК–2011 на эпоху 2011.0 практически с субсантиметровой точностью.

С целью внешнего контроля положения пунктов сети ПДБС НСО в ГСК–2011 была создана совместная спутниковая сеть из 47 пунктов, включающая 17 исходных пунктов сети ПДБС НСО, 5 пунктов ВГС (в том числе пункт ТОРК (Топки) на территории Кемеровской области), 24 пункта СГС-1 и 1 вспомогательный пункт KOLV (Кольвань) из числа пунктов сети ПДБС НСО. Спутниковые измерения на пунктах ВГС и СГС-1 выполнялись сотрудниками АО «ПО Инжгеодезия» в ходе построения государственной спутниковой сети — на пунктах ВГС в разные годы, начиная с 2001 г., отдельными фрагментами и от разных пунктов ФАГС, а на пунктах СГС-1 — в 2016 г. Измерения на пунктах сети ПДБС НСО совместной спутниковой сети также относятся к 2016 г. Пункт KOLV отнесен к вспомогательному, поскольку не выяснена при-

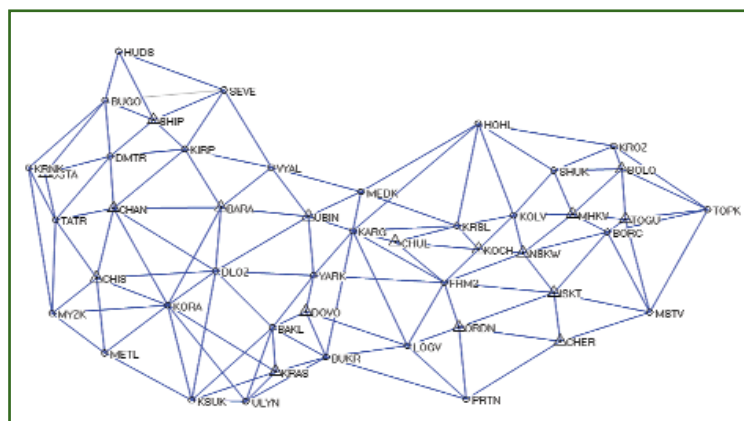


Рис. 3
Схема совместной спутниковой сети из пунктов ВГС, СГС-1 и сети ПДБС НСО

чина локального смещения его положения в системе плоских прямоугольных координат (+2,9 см и +1,5 см) и нормальных высот (–4,69 см) в 2013–2016 гг. Схема совместной спутниковой сети, включающей пункты ВГС, СГС-1 и исходные пункты ПДБС НСО, приведена на рис. 3.

Значения невязок в треугольниках не превысили как в плане, так и по высоте 22 мм. СКП положения пунктов из уравнивания по внутренней сходимости определены в интервале значений: в плане $\pm 2-4$ мм, по высоте $\pm 5-9$ мм. Полученные результаты, касающиеся точности положения пунктов как для объединенной сети пунктов ПДБС НСО, так и для совместной спутниковой сети, включающей пункты ВГС, СГС-1 и ПДБС НСО, для которых были использованы спутниковые измерения с 2010 г. по 2016 г., указывают на геологическую стабильность территории Новосибирской области в пределах данного временного интервала.

Контроль осуществлялся по пяти пунктам ВГС, координаты которых в ГСК–2011 были взяты из результатов предварительного уравнивания, выполненного в АО «ПО Инжгеодезия». Оценка точности проводилась по разностям прямоугольных пространственных координат ΔX , ΔY и ΔZ , по которым затем были вычислены средние квадратические погрешности для данной выборки пунктов. Из табл. 1 видно, что с учетом условий определения координат пунктов ВГС, выполненных в АО «ПО Инжгеодезия», разности координат для пяти пунктов ВГС показывают достаточно хорошее согласование результатов из независимых вариантов уравнивания в ГСК–2011, а средние квадратические погрешности находятся практически на уровне субсантиметровой точности.

Контрольные разности пространственных прямоугольных координат для пунктов ВГС Таблица 1

Название пункта	Разности координат, мм		
	ΔX	ΔY	ΔZ
KARG	–3	–36	–17
KSUK	–1	–35	–12
SEVE	–11	–18	–28
TATR	+1	–12	–4
TOPK	+1	–43	–3
СКП	± 5	± 13	± 10

По разностям или СКП невозможно объективно оценить точность положения пунктов ВГС, полученных из уравнивания по исходным пунктам сети ПДБС НСО и по данным из предварительного уравнивания в АО «ПО Инжгеодезия». Для решения была предложена методика сравнения результатов из трех вариантов уравнивания спутниковой сети:

— вариант 1 — полностью ограниченное уравнивание сети с пятью исходными пунктами ВГС, полученными от сети ПДБС НСО;

— вариант 2 — полностью ограниченное уравнивание сети с пятью исходными пунктами ВГС из предварительного уравнивания АО «ПО Инжгеодезия»;

— вариант 3 — минимально ограниченное уравнивание с одним исходным пунктом и осредненными для него значениями координат из вариантов 1 и 2.

В качестве исходного пункта для варианта 3 был принят пункт сети ПДБС НСО CHUL

(Чулым), находящийся вблизи геометрического центра сети. Результаты минимально ограниченного уравнивания позволяют наиболее корректно оценить качество спутниковых измерений и сети в целом и служат своеобразным эталоном для исследования влияния на точность исходных пунктов спутниковой сети, используемых в полностью ограниченном уравнивании [5]. Сравнительная оценка выполнялась по разностям координат между вариантами 3 и 1 (3-1) и между вариантами 3 и 2 (3-2) для всех пунктов совместной спутниковой сети. Анализ разностей координат, для удобства интерпретации результатов, проводился в проекции Гаусса-Крюгера в системе плоских прямоугольных координат (x , y) и высот (H). Для каждой выборки разностей Δx , Δy и ΔH по 47 пунктам сети были вычислены статистические характеристики — минимальные, максимальные, средние значения и СКП (табл. 2). По каждому из шести рядов разностей были построены

Статистические характеристики разностей координат и высот пунктов сети для 3-1 и 3-2 Таблица 2

Статистические характеристики разностей	3-1, мм			3-2, мм		
	Δx	Δy	ΔH	Δx	Δy	ΔH
Минимум	–15	–1	–3	–12	–7	–32
Максимум	–10	+3	+10	+23	+8	0
Среднее	–12	+1	+4	+7	–2	–15
СКП	± 1	± 1	± 4	± 9	± 3	± 6



Рис. 4
Графики разностей по оси абсцисс

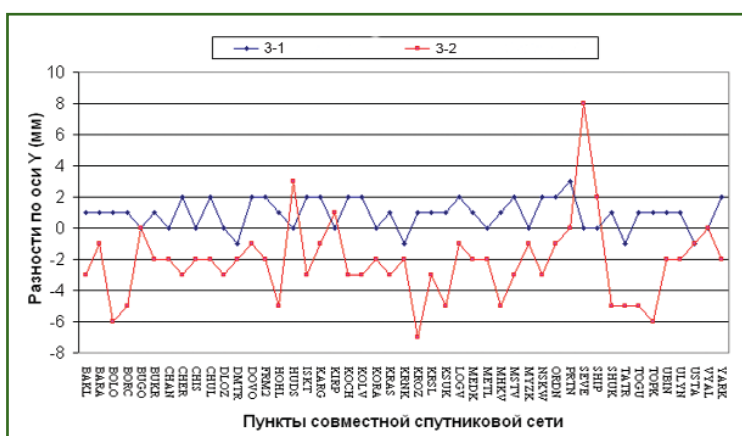


Рис. 5
Графики разностей по оси ординат

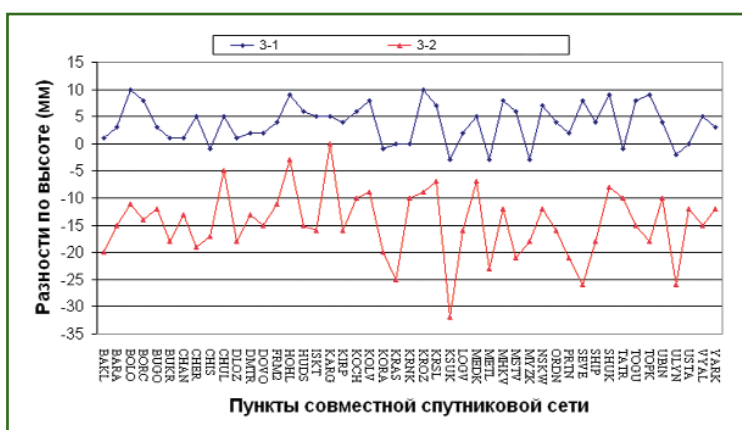


Рис. 6
Графики разностей по высоте

ны соответствующие графики, изображенные на рис. 4–6. Из данных, приведенных в табл. 2 и на рис. 4–6, видно, что амплитуда разностей по оси абсцисс для 3-1 в 7 раз меньше, чем для 3-2, по оси ординат — более,

чем в 3,5 раза меньше, а по высоте — в 2,5 раза меньше. На графиках заметно проявляется корреляционная зависимость для разностей по оси абсцисс (коэффициент корреляции $\rho = 0,90$), для разностей по

высоте ($\rho = 0,48$) и для разностей по оси ординат ($\rho = -0,18$).

Полученные результаты сравнительного анализа точности положения пунктов спутниковой сети для вариантов 1 и 2 относительно варианта 3 дают основания полагать, что более точным является вариант 1.

В заключение, можно сделать вывод, что опыт определения положения пунктов сети ПДБС НСО с использованием программного обеспечения Trimble Business Center оказался успешным. Точность геодезической привязки пунктов сети ПДБС НСО от пунктов ФАГС в ГСК–2011 может быть оценена на субсантиметровом уровне, что подтверждено результатами внешнего контроля с данными из предварительного уравнивания АО «ПО Инжгеодезия». Следует также отметить высокую точность взаимного положения использованных при исследованиях пунктов ФАГС в системе координат ГСК–2011.

▼ **Список литературы**

1. Постановление Правительства РФ от 24.11.2016 г. № 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы».
2. Лагутина Е.К. Аprobация методики включения сети постоянно действующих базовых станций Новосибирской области в государственную геодезическую сеть // Вестник СГУГиТ. — 2016. — Вып. 3 (35). — С. 35–40.
3. Шендик 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.
4. Шендик Н.К. О совместном уравнивании первой и второй очереди сети ПДБС Новосибирской области // Геопрофи. — 2018. — № 1. — С. 20–23.
5. Руководство пользователя программы уравнивания сетей Network Adjustment. Версия 1.00. № 39328-00. В-т А. Ноябрь 1999 // Trimble Navigation Ltd. U.S.A. — С. 18–48.



ГМА

геодезия
маркшейдерия
аэросъемка



На рубеже веков

X Международная научно-практическая конференция

14 - 15 февраля 2019 МОСКВА, НОВОТЕЛЬ

X Международная конференция
«Геодезия. Маркшейдерия. Аэросъёмка.
На рубеже веков»

ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Международная федерация геодезистов (FIG)
- Международный союз маркшейдеров (ISM)
- 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 геопрограммных данных
- Новейшие технологии обработки геопрограммных 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 геопрограммных данных
- Программы по подготовке и переподготовке специалистов по сбору и обработке геопрограммных данных

По всем вопросам, связанным с участием в конференции,
обращайтесь в оргкомитет: +7 495 232 2870, info@con-fig.com

Генеральные спонсоры

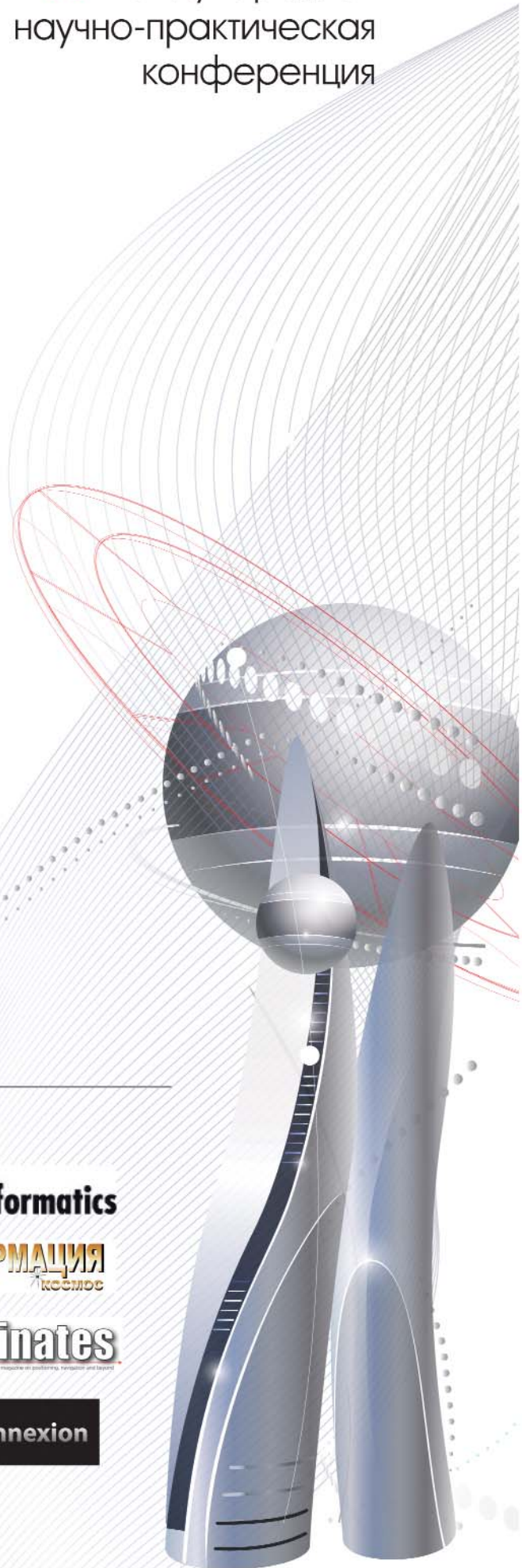


Jena Instrument

Спонсоры



Медиа партнеры



Trimble
www.trimble.com

Журнал «Геопрофи»
www.geoprofi.ru

JAVAD GNSS
www.javadgns.ru

«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»
www.gsi.ru

«УГТ-Холдинг»
www.ugt-holding.com

Вики — Фотограмметрия
www.racurs.ru/wiki

КГПК «Терра»
www.gisterra.ru

КБ «Панорама»
www.gisinfo.ru

«Геодезические приборы»
www.geopribori.ru

ГК «Госкан»
www.geoscan.aero

ГеоТор
www.geotop.ru

Конференция «Г.М.А.»
www.con-fig.com

ФЕВРАЛЬ

▼ Москва, 14–15*

X Международная научно-практическая конференция «Геодезия. Маркшейдерия. Аэросъемка. На рубеже веков»

Международная федерация геодезистов (FIG), Международный союз маркшейдеров (ISM), Ассоциация предприятий индустрии беспилотных авиационных систем, МИИГАиК
Тел: (495) 232-28-70
E-mail: info@con-fig.com
Интернет: www.con-fig.com

МАРТ

▼ Новосибирск, 27–29*

Международный форум «ГЕОСТРОЙ 2019»

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), Ассоциация строительных организаций Новосибирской области, «ЭкспоГЕО»
Тел: (913) 986-56-80
E-mail: v.seredovich@list.ru, geostroy-sib@mail.ru
Интернет: www.geostroy-sib.ru

АПРЕЛЬ

▼ Ханой (Вьетнам), 22–26

FIG Working Week 2019

International Federation of Surveyors (FIG), Vietnam Association of Geodesy — Cartography — Remote Sensing
E-mail: fig@fig.net
Интернет: www.fig.net/fig2019

▼ Москва, 23–26*

XIII Международный навигационный форум. 11-я Международная выставка НАВИТЕХ «ПрофКонференции», ЦВК «Экспоцентр»

Тел: (495) 641-57-17
E-mail: office@proconf.ru
Интернет:
www.glonass-forum.ru,
www.navitech-expo.ru

▼ Новосибирск, 24–26*

XV Международная выставка и научный конгресс «Интер-экспо ГЕО-Сибирь 2019»

Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ)
Тел: (383) 361-01-09, (913) 000-13-32
E-mail: geosib@ssga.ru
Интернет:
http://geosib.sgugit.ru

МАЙ

▼ Лондон (Великобритания), 21–22

Международная выставка и конференция в области геопространственной информации GEO Business 2019

Diversified Communications UK, The Association for Geographic Information (AGI), Chartered Institution of Civil Engineering Surveyors (ICES), The Institution of Civil Engineers (ICE), The Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), The Survey Association (TSA)
E-mail: chobden@divcom.co.uk
Интернет:
www.geobusinessshow.com

СЕНТЯБРЬ

▼ Казань, 2–4*

IX специализированная выставка «ГЕО-КАЗАНЬ: Геологоразведка. Геодезия. Картография». VIII Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы геодезии и геоинформационных систем»

Кабинет министров Республики Татарстан, Министерство

информатизации и связи Республики Татарстан, Казанский (Приволжский) федеральный университет, «Казанская ярмарка», ГУП «Центр информационных технологий Республики Татарстан»
Интернет: http://expokazan-osvm.timepad.ru/event/687868/

▼ Москва, 16–20*

IX Международная школа по спутниковой навигации

АО «Российские космические системы», Госкорпорация «РОСКОСМОС»
Тел: (495) 647-42-81, (916) 254-59-20
E-mail: info@gnss-school.com
Интернет: http://gnss-school.com

▼ Штутгарт (Германия), 17–19

Конгресс и выставка по геодезии, геоинформатике и управлению земельными ресурсами INTERGEO 2019

HINTE GmbH, DVW
E-mail: dkatzer@hinte-messe.de
Интернет: www.intergeo.de

▼ Иркутск, 26–30*

XVII Международный маркшейдерский конгресс

Международное общество маркшейдеров (ISM)
Тел: (964) 215-60-96, (908) 666-66-61
Email:
President@ism-minesurveying.org, info@baikalaction.ru
Интернет: http://ism2019.com

ОКТАБРЬ

▼ Сингапур, 21–24

Конференция «Год в Инфраструктуре» (Year in Infrastructure) 2019

Bentley Systems
Интернет:
http://yii.bentley.com

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

**2019**
НОВОСИБИРСК

ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ



УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Приглашаем Вас принять участие в работе Международного форума «ГЕОСТРОЙ 2019» - Геопространственное обеспечение проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений, который состоится 27-29 марта 2019 г. в Новосибирске.

ОРГАНИЗАТОРЫ ФОРУМА

- Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (НГАСУ (Сибстрин))
- Ассоциация строительных организаций Новосибирской области (СРО АСОНО)
- Выставочный оператор компания ООО «ЭкспоГЕО»

ЦЕЛЬ ФОРУМА

Интеграция геопространственных данных, полученных с использованием современных электронных методов и средств измерений, обработки и интерпретации данных с процессами проектирования, строительства и эксплуатации инженерных сооружений, позволяющих перейти на цифровые 3D и BIM технологии, осуществлять сплошной контроль качества, внедрять процесс «прозрачного» строительства, что станет важным этапом перехода на новый технологический уровень в строительной отрасли. Все эти меры направлены на повышение эффективности и качества строительства.

В программе форума проведение выставки, конференций, круглых столов, семинаров, с участием представителей федеральных органов исполнительной власти, проектных, строительных и эксплуатирующих организаций России и стран зарубежья по направлениям геодезического, геологического, геофизического и информационного обеспечения строительства

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРУМА

- Изыскания и проектирование инженерных сооружений с использованием 3D технологий.
- Геопространственное обеспечение строительства и эксплуатации инженерных сооружений, сплошной контроль геометрических параметров объектов.
- Архитектура, территориальное планирование, генеральные планы.
- Проектирование объектов капитального строительства и инженерных сооружений.
- Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.
- Строительство и эксплуатация автомобильных дорог.
- Инновации в строительстве: цифровое строительство, BIM технологии.

Общие вопросы организации форума:
Середович Владимир Адольфович,
моб.: +7-913-986-5680, эл. почта: v.seredovich@list.ru
Выставка: Цой Ирина, моб. +79132028979,
эл. почта i.tsoi8@mail.ru, geostroy-sib@mail.ru

Конгресс: Солнышкова Ольга Валентиновна,
моб. +79618717941, эл. почта o_sonen@mail.ru,
geostroy-sib@mail.ru
Международные контакты:
Новицкая Аргина Гайковна, моб. +79139360456,
эл.почта argina@mail.ru, geostroy.sib@gmail.com



НОВАЯ СЕРИЯ УЖЕ ЗДЕСЬ

Nikon XS и XF

- Легкие, компактные и простые в работе
- Высококачественная оптика Nikon с системой автоматической фокусировки
- Безотражательный дальномер до 800 м.
- Угловые точности 1", 2", 3", 5"

Создан для самых сложных условий

[autofocus]
powered by Nikon



Узнайте больше на www.spectraprecision.com