

#3
2023НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ
ТЕОДЕЗИИ
#123**ГСИ**®

Информационный партнер

ПАРАДИГМА ПОНЯТИЯ
«ГЕОДЕЗИЯ» ПРИ ПЕРЕХОДЕ
НА ТИМ И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ

ЕДИНАЯ 3D-СТЕРЕОМОДЕЛЬ –
ПЛАТФОРМА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ
ПОСЛЕДСТВИЙ ПРИ ЧС

ТИМ КРЕДО ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ
ИЗЫСКАНИЙ

ИСТИННЫЙ ОРТОФОТОПЛАН
ПО ПЛОТНОЙ ЦМП

РАЗВИТИЕ МАРКШЕЙДЕРСКИХ
СЕТЕЙ КУЗБАССА. ТЕОРИЯ
И ПРАКТИКА

О ТОЧНОСТИ ЦММ ПО ДАННЫМ
АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БВС

СВЕРХПРОЧНЫЕ ГНСС-АНТЕННЫ

НОВАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
«ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО» В МКГИК





РАКУРС



Роскартография



РОСКОСМОС



Росреестр

||| Совместная
международная научно-
техническая конференция

ЦИФРОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: КОСМИЧЕСКИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ, ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ

16–18 ОКТЯБРЯ 2023

<https://conf.racurs.ru>

8 (495) 720-51-27

conference@racurs.ru

СОЧИ

Журнал «Геопрофи» – официальный
медиа-партнёр конференции



Уважаемые коллеги!

Поводом для выбора темы редакционной статьи послужил доклад В.А. Середовича (СРО АСОНО), С.В. Середовича (СГУГиТ) и О.Р. Дмитриенко («Геоскан») «Задачи геодезического обеспечения строительства в период цифровой трансформации», сделанный на пленарном заседании XIX Международной выставки и научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь». Презентацию доклада по просьбе редакции предоставил В.А. Середович (приводимые далее цитаты взяты из текста презентации).

Авторы рассматривают понятие «геодезия» как *«широкий перечень направлений, к которым относятся топография, инженерная геодезия, физическая геодезия, астрономо-геодезия, картография, фотограмметрия, дистанционное зондирование Земли»*. Отмечается, что *«геодезия в последние десятилетия потеряла статусную роль в государстве»*, но *«на самом деле ее роль значительно шире, по уровню решаемых задач она вполне может претендовать на более высокий федеральный уровень»*.

«В действительности осталось много признаков того, что «геодезия» может вернуть себе прежнюю роль». Она *«сохранила научные направления, специальности, систему образования и подготовки кадров, в том числе высшей квалификации, а также свою роль во многих отраслях экономики РФ и является на государственном уровне (совместно с термином «картография») официальным термином в нормативно-технической и нормативно-правовой документации»*.

По уровню и широте решаемых задач геодезические методы оказывают опережающее влияние на экономику в целом и являются драйвером цифровой экономики. Искать замену слову «геодезия» в настоящее время нецелесообразно и опасно», иначе понятие «геодезия» может потерять свою идентичность».

Для того, чтобы оценить роль геодезии в современных условиях, авторы предлагают *«сформулировать парадигму понятия «геодезия» и, опираясь на нее, «искать место геодезии в ведущих отраслях экономики»*, причем эта работа должна быть составной частью *«фундаментальных исследований ведущих вузов и организаций, ученых и специалистов»*.

По мнению авторов, в первую очередь, это касается строительной отрасли, в которой место геодезии *«представлено во всех нормативных документах. Геодезические измерения при обеспечении строительства являются единственным законным видом измерений. Роль геодезических измерений возрастает в связи с возрастающими требованиями к геометрической точности возводимых зданий и сооружений, к обеспечению безопасности строительства и эксплуатации объектов, к сокращению сроков, повышению качества и снижению стоимости строительства. Геодезические измерения определены единственными в таких видах работ, как геотехнический мониторинг, строительный контроль, исполнительные съемки, разбивочные работы и т. п.»*.

Переход строительной отрасли на цифровые решения, такие как *«технология информационного моделирования (ТИМ/ВМ) и 3D, ставит новые задачи перед геодезией»* — получение цифровых пространственных данных, которые формируются по геодезическим измерениям. Авторы убеждены, что переход на 3D неизбежен. То есть геодезические измерения *«являются одним из основных видов измерений при цифровой трансформации строительства, именно по геодезическим данным формируется в качестве обязательной информационная модель на всех этапах строительства»*.

По мнению редакции, к таким решениям можно отнести единую 3D-стереомодель, об опыте применения которой рассказывается в статье УСГИК (с. 4), и ТИМ КРЕДО, представленную компанией «Кредо-Диалог» (с. 28).

Таким образом, получение пространственных данных геодезическими методами с учетом новых задач в строительстве *«позволит укрепить значимость геодезии не только в строительстве, но и в других отраслях экономики»*.

В выводах авторы отмечают, что *«геодезические данные должны стать составной частью цифровой платформы строительства, в том числе для интеграции разных этапов процесса строительства, а геодезия — драйвером перехода на 3D в строительстве. В связи с этим необходимо решить только одну задачу — убедить строителей в новых возможностях геодезии. И в этом состоит основная трудность»*.

У журнала «Геопрофи» главной задачей была и остается — объединить на его страницах опыт специалистов, владеющих знаниями в топографии, инженерной (прикладной) геодезии, астрономо-геодезии, картографии и фотограмметрии, но работающих в разных отраслях, и показать неограниченные возможности геодезии.

Ждем мнения читателей на вопрос: в чем парадигма понятия «геодезия» при переходе различных отраслей экономики России на цифровые технологии?

Редакция журнала



Роскартография

Соединяем пространство и решения



ГЕОДЕЗИЯ



КАРТОГРАФИЯ



СПУТНИКОВАЯ
СЪЁМКА



АЭРОФОТОСЪЁМКА



БЕСПИЛОТНЫЕ
ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ
АППАРАТЫ



ПРОИЗВОДСТВО
ОБОРУДОВАНИЯ



СОЗДАНИЕ
ЦИФРОВОЙ
МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА



ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ

Информация о сотрудничестве: +7 (499) 177 50 00 | info@roscartography.ru

 www.roscartography.ru

Редакция благодарит компании,
поддержавшие издание журнала:

«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»
(Информационный партнер),
АО «Роскартография»,
ГК «Геоскан», «Кредо-Диалог»,
АО «Урало-Сибирская
ГеоИнформационная Компания»,
ГБУ «Мосгоргеотрест», «УГТ-Холдинг»,
«ЭСТИ», ПК «ГЕО», GeoTop

Издатель
ИП Романчикова М.С.

Учредитель
В.В. Грошев

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
E-mail: info@geoprofi.ru

Интернет-версия
www.geoprofi.ru



https://vk.com/geoprofi_2003

https://t.me/geoprofi_2003

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 1000 экз. Цена свободная.

Номер подписан в печать 07.07.2023 г.

Печать Издательство «Проспект»

ОТ РЕДАКЦИИ

**ПАРАДИГМА ПОНЯТИЯ «ГЕОДЕЗИЯ» ПРИ ПЕРЕХОДЕ
СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ НА ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** 1

ТЕХНОЛОГИИ

А.В. Паклина, Е.А. Кобзева
**ПОЖАР В СОСЬВЕ: АЭРОФОТОСЪЕМКА С БВС
КАК ПЕРВЫЙ ШАГ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ** 4

Н.П. Акимова, С.А. Кадничанский
**ИСТИННЫЙ ОРТОФОТОПЛАН ПО ПЛОТНОЙ ЦМП —
ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ** 11

А.А. Шоломицкий, Б.И. Филипчук
**ПОДЗЕМНЫЕ МАРКШЕЙДЕРСКИЕ СЕТИ КУЗБАССА.
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА** 18

Р.С. Анисимов
**ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ЦММ, ПОЛУЧЕННОЙ
ПО МАТЕРИАЛАМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БВС** 23

С.А. Коледа
**ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
КРЕДО. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ** 28

**УЧАСТИЕ КОМПАНИИ «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»
В МЕРОПРИЯТИЯХ: ОТ КИТАЯ ДО НОВОКУЗНЕЦКА** 32

**СВЕРХПРОЧНЫЕ ГНСС-АНТЕННЫ. ХАРАКТЕРИСТИКИ
И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ** 36

«ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ 2023»: ИТОГИ 38

АНОНСЫ

**III СОВМЕСТНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ «ЦИФРОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ:
КОСМИЧЕСКИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ,
ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ»** 40

При оформлении первой страницы обложки использованы материалы
аэрофотосъемки жилой застройки поселка Сосьва до и после пожара.
Изображение предоставлено АО «УСГИК».



АО «Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания» (УСГИК) из Екатеринбурга с 2013 г. является многопрофильным предприятием и занимает особое место среди организаций, работающих в области геопространственной информации, в частности, высокоточных пространственных данных, создаваемых стереофотограмметрическим методом. Основным направлением деятельности компании является высокоточная фотограмметрия.

Компания оказывает широкий спектр услуг:

— проводит цифровую аэрофотосъемку с беспилотных и пилотируемых летательных аппаратов, выполняет полный комплекс геодезических и фотограмметрических работ для целей картографирования и кадастра;

— продолжает совершенствовать аппаратно-программный технологический комплекс (АПТК), использует его при фотограмметрической обработке материалов аэрофотосъемки и подготовке различной цифровой продукции — от цифровых моделей рельефа до крупномасштабных топографических планов, а также поставляет комплекс в органы государственной власти и коммерческие организации;

— разрабатывает стандарты, поставляет сертифицированное программное обеспечение собственной разработки и других компаний, проводит производственно-учебные семинары и обучение с выдачей сертификата установленного образца о повышении квалификации, оказывает консультации по профилю предприятия;

— является индустриальным партнером детского технопарка «Кванториум» при «Дворце молодежи» в Екатеринбурге и с 2019 г. проводит занятия с детьми в творческой лаборатории по направлению «Геоквантум».

АПТК, созданный сотрудниками УСГИК в период 2017–2020 гг., является полностью российской разработкой и включает: стереомонитор SM-1, цифровую стереофотограмметрическую систему «ИНСОТ», информационную систему «Георесурс» (облачное хранилище данных) и национальный стандарт ГОСТ Р 58854–2020.

Аппаратно-программный технологический комплекс позволяет по материалам аэрофотосъемки города создать единую 3D-стереомодель — цифровой двойник для его визуализации и измерений пространственного положения объектов и рельефа с точностью 10 см в плане и 17 см по высоте. Комплекс превращает отдельные цифровые стереоскопические аэрофотоснимки в «молекулы ДНК» территории города, составляющие единую реалистичную трехмерную стереомодель.

АПТК полностью закрывает задачи создания, хранения и использования высокоточных геопространственных данных, о чем сотрудники УСГИК неоднократно рассказывали на международных конференциях и выставках в России и за рубежом, а также в статьях в различных печатных изданиях, включая журнал «Геопрофи».

Благодаря активной позиции руководства и сотрудников УСГИК, в настоящее время АПТК применяется в Республике Башкортостан, Калининградской и Свердловской областях, а также в администрациях Екатеринбурга, Калининграда и Ижевска для оперативного мониторинга территории и локального обновления единой 3D-стереомодели городов. В 2022 г. 74 филиала ФГБУ «ФКП Росреестра» были оснащены стереофотограмметрическими комплексами, а сотрудники филиалов прошли обучение в Инженерном центре АО «УСГИК» для исправления реестровых ошибок и проведения комплексных кадастровых работ.

Поздравляем руководство и сотрудников АО «УСГИК» с 10-летием, благодарим за поддержку и сотрудничество!

Представляем статью об одном из последних проектов компании, в которой рассматривается применение аппаратно-программного технологического комплекса в качестве платформы для координации работ по устранению последствий чрезвычайных ситуаций. Возможности использования АПТК показаны на примере работ, выполняемых представителями рабочей группы, созданной при Министерстве строительства и развития инфраструктуры Свердловской области для ликвидации последствий природного пожара, уничтожившего 26 апреля 2023 г. значительную часть жилой застройки и объектов инфраструктуры на территории поселка городского типа Сосьва, расположенного в 430 км от Екатеринбурга.

Редакция журнала

ПОЖАР В СОСЬВЕ: АЭРОФОТОСЪЕМКА С БВС КАК ПЕРВЫЙ ШАГ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ

А.В. Паклина (Министерство строительства и развития инфраструктуры Свердловской области, Екатеринбург)

В 1997 г. окончила Уральский государственный технический университет по специальности «инженер-строитель». С 2015 г. работает в Министерстве строительства и развития инфраструктуры Свердловской области, в настоящее время — начальник отдела информационных ресурсов в градостроительстве.

Е.А. Кобзева («Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания», Екатеринбург)

В 1995 г. окончила аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». С 2016 г. работает в АО «Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания», в настоящее время — главный инженер. Кандидат технических наук.

26 апреля 2023 г. в поселке городского типа Сосьва Свердловской области произошел масштабный природный пожар (рис. 1). По предварительным данным на территории жилой застройки огнем было уничтожено около 150 жилых домов и объекты инфраструктуры.

Устранение последствий чрезвычайной ситуации (ЧС) взял на личный контроль губернатор Свердловской области

Евгений Куйвашев. В частности, глава региона поручил в течение одного строительного сезона построить новое жилье для всех жителей поселка, у которых сгорели дома.

Для решения задачи, поставленной губернатором, при Министерстве строительства и развития инфраструктуры Свердловской области была создана рабочая группа, в которую вошли представители администрации Сосьвинского городского округа, отдел по работе с органами местного самоуправления Министерства по управлению государственным имуществом Свердловской области, Управление капитального строительства Свердловской области, кадастровые инженеры, проектировщики, строители и др.

Рабочей группе в режиме «нон-стоп» (24/7) пришлось проводить следующие работы:

- сбор правовых и фактических сведений по каждому домовладению;

- проектирование новых домов с учетом градостроительных регламентов и охранных зон;

- согласование с каждым собственником посадку (размещение) жилого дома на земель-

ном участке и местоположения границ земельных участков, поскольку большинство земельных участков имело статус декларированных;

- проектирование ЛЭП и остальной инфраструктуры.

Проблема оперативного решения вопросов, стоявших перед рабочей группой, заключалась в отсутствии актуальной информации о состоянии территории жилой застройки до пожара (крупномасштабный топографический план поселка обновлялся последний раз в 2006 г.). Кроме того, не было эффективной платформы для сбора и отображения пространственных данных о фактическом состоянии территории после пожара и обмена информацией о выполняемых работах между участниками рабочей группы.

Проведение топографической съемки наземными геодезическими методами требовало значительных затрат времени. Кроме того, работа на отдельных участках местности, затронутых пожаром, представляла опасность для человека.

Поэтому было принято решение создавать пространственные данные о состоянии территории поселка Сосьва после ЧС



Рис. 1

Пожар в поселке Сосьва (фото с сайта <https://www.e1.ru>)

по материалам аэрофотосъемки (АФС) с беспилотного воздушного судна (БВС).

Для оперативного взаимодействия между участниками рабочей группы в условиях ЧС была разработана организационно-технологическая схема (рис. 2), в основу которой вошли положения ГОСТ Р 58854–2020 [1] и опыт АО «Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания» (УСГИК) [2–7].

Благодаря слаженному взаимодействию участников рабочей группы, у Росавиации оперативно было получено разрешение на полеты для выполнения аэрофотосъемки.

Согласно организационно-технологической схеме, УСГИК была выполнена аэрофотосъемка территории жилой застройки поселка на площади 1800 га с помощью беспилотного воздушного судна. Для съемки использовался БВС Геоскан 201 с фотокамерой Sony RX1RM2, с высоты 380 м были получены цифровые аэрофотоснимки с перекрытием в продольном направлении 80% и в поперечном — 70%. Размер пикселя снимка на местности составил 4,5 см.

Потребовалось осуществить два вылета. Общее количество полученных снимков составило 4300. Представителями Министерства обороны РФ был выполнен контрольный просмотр материалов аэрофотосъемки и дано разрешение на их использование при проведении работ по устранению ЧС.

Как видно на рис. 3, некоторые из кварталов жилой застройки выгорели полностью.

Сотрудники УСГИК осуществили фотограмметрическую обработку снимков в соответствии с ГОСТ 58854–2020 [1]. Затем с помощью цифровой стереофотограмметрической системы (ЦФС) «ИНСОТ» [8] одиночные стереомодели были интегрированы в единую 3D-стереомодель территории поселка после пожара без потери исходной информации, с привычным для глаза



Рис. 2

Организационно-технологическая схема оперативного создания и использования цифрового двойника территории в условиях ЧС



Рис. 3

Фрагмент результатов аэрофотосъемки жилой застройки поселка Сосьва после пожара

человека объемным восприятием окружающей среды. 3D-стереомодель представляла собой высокодетальную реалистичную стереомодель и являлась цифровым двойником территории поселка после пожара. Пространственная точность единой 3D-стереомодели в плане составила 6 см, а по высоте — 15 см.

Цифровой двойник был размещен в облачном хранилище данных информационной системы (ИС) «Георесурс» [9], что позволило всем участникам рабочей группы использовать стереомодель в своей деятельности. Для работы с единой 3D-стерео-

моделью нужна ЦФС «ИНСОТ» и стереоустройство: стереомонитор, стереотелевизор или стереопроекторная система.

Следует отметить, что в ИС «Георесурс» можно хранить координаты аэрофотоснимков и опорной геодезической сети, а также аэрофотоснимки (рис. 4), фотоабрисы, стереомодели, ортофотопланы, цифровые модели рельефа (матрицы высот). В настоящее время он служит участникам рабочей группы (потребителям) не только для визуализации территории, но и для оперативного доступа к этим

данным, размещения создаваемых материалов, взаимного обмена и анализа проектных решений, согласований вариантов устранения последствий пожара.

По единой 3D-стереомодели территории жилой застройки поселка после пожара сотрудниками УСГИК была выполнена съемка рельефа и ситуации (дороги и пр.), и дополнительно создан ортофотоплан. Он использовался для визуализации различной тематической информации, передаваемой участниками рабочей группы: уточненных границ земельных участков, проектов размещения новых домов и инфраструктуры, границ охранных зон и пр.

Единая 3D-стереомодель предоставила участникам рабочей группы:

- актуальные и точные данные;
- эффект присутствия в поселке Сосьва, который находится в 430 км от Екатеринбурга, для принятия более обоснованных решений;
- пространственную информацию для создания дополнительных тематических данных (о состоянии местности: наличие зданий и дорог, рельефе и перепаде высот, координатах границ земельных участков и пр.);
- основу для отображения тематических данных (ЕГРН, гра-

достроительная документация, проектные решения).

Поскольку созданная продукция (материалы аэрофотосъемки, единая 3D-стереомодель и ортофотоплан территории жилой застройки поселка после пожара) были помещены в облачное хранилище, он стал единым картографическим сервисом для оперативной работы и взаимодействия рабочей группы.

ИС «Георесурс» позволила:

— каждому участнику рабочей группы получать актуальные материалы для выполнения своей задачи и оперативно знакомиться с тематической информацией созданной другими участниками;

— обеспечить всем участникам рабочей группы возможность взаимодействовать в режиме онлайн и ежедневно отслеживать процесс устранения последствий пожара (рис. 5, 6).

В процессе проведения работ уточняются детали предложенной организационно-технологической схемы, что позволит в будущем поднять на более высокий уровень взаимодействие различных специалистов при устранении последствий чрезвычайных ситуаций:

— быстро и без дополнительных затрат создавать цифровой двойник территории — высокоточный реалистичный виртуальный образ территории;

— эффективно управлять ситуацией без выезда на объект ЧС;

— оперативно проводить мониторинг выполняемых работ;

— обеспечивать оперативный доступ и контроль (ежедневно) за устранением последствий ЧС.

Результаты работ по устранению последствий пожара в поселке городского типа Сосьва и оценка эффективности предложенной организационно-технологической схемы взаимодействия участников работ по устранению последствий ЧС будут представлены в журнале в следующих публикациях.



Рис. 4

Фрагменты аэрофотоснимков территории жилой застройки поселка Сосьва после пожара (вверху) и до пожара (внизу)

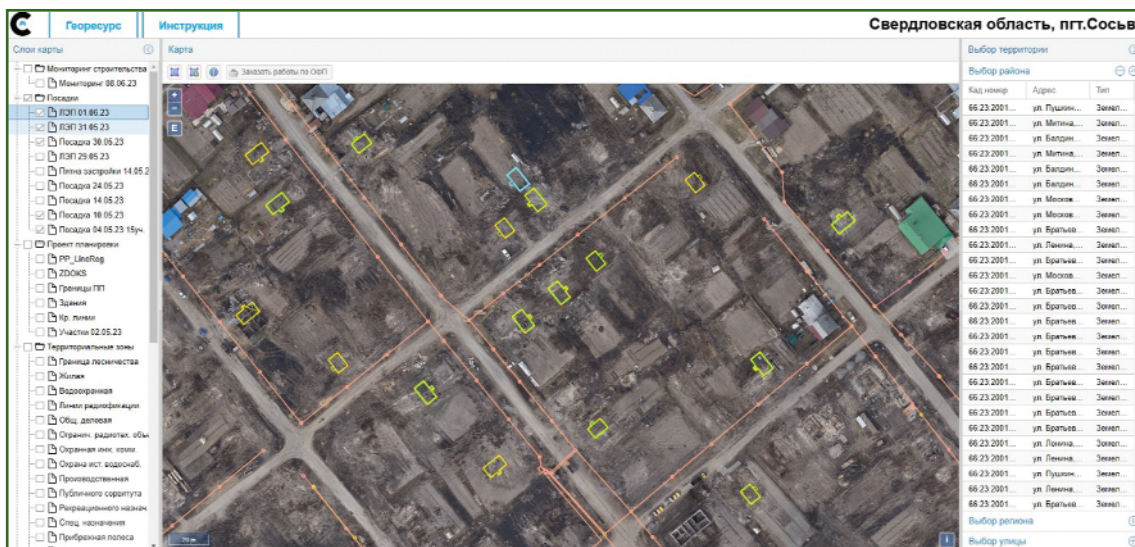


Рис. 5
Тематический слой посадки строящихся домов и восстанавливаемой ЛЭП

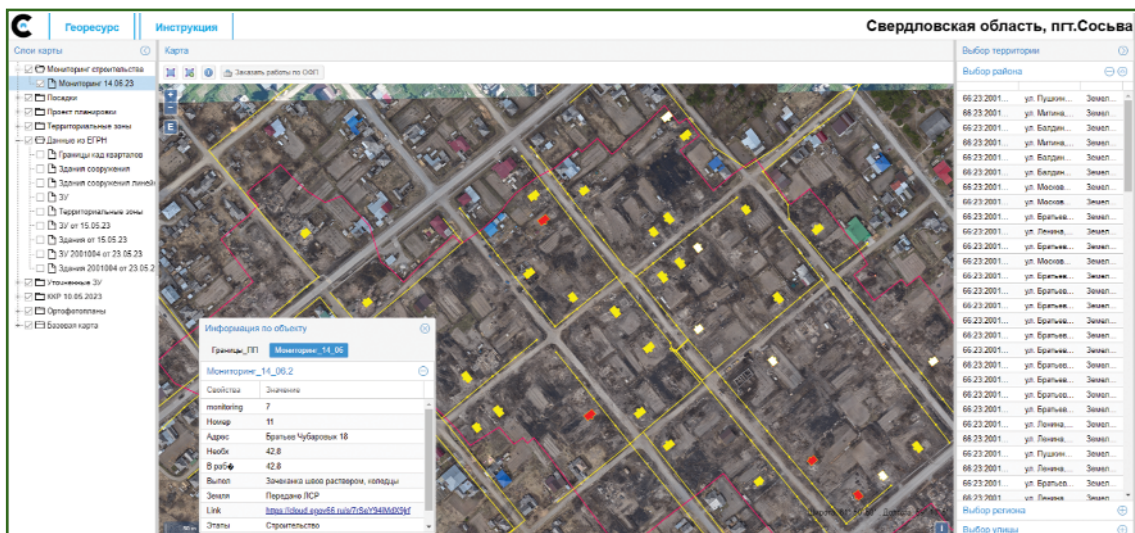


Рис. 6
Тематический слой мониторинга строительства (цветом показаны различные этапы строительства)

▼ **Список литературы**

1. ГОСТ Р 58854-2020 Фотограмметрия. Требования к созданию ориентированных аэроснимков для построения стереомодели застроенных территорий.
2. АО «Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания». — <https://usgik.ru>.
3. Алябьев А.А., Литвицев К.А., Никитин В.Н. Трехмерная стереомодель территории — первооснова цифрового двойника города // Геопрофи. — 2020. — № 2. — С. 13–17.
4. Пестов И.Д., Кобзев А.А. Облачный сервис «Георесурс» для

- региональных фондов пространственных данных // Геопрофи. — 2019. — № 5. — С. 17–21.
5. Алябьев А.А., Литвицев К.А., Кобзев А.А. Фотограмметрический метод в кадастровых работах: цифровые стереомодели и ортофотопланы // Геопрофи. — 2018. — № 2. — С. 4–8.
6. Алябьев А.А., Иванов А.Е., Кобзев А.А., Никитин В.Н. Фотограмметрия в развитии городских агломераций // Вестник СГУГиТ. — 2022. — Т. 27. — № 1. — С. 30–41.
7. Алябьев А.А., Литвицев К.А., Кобзев А.А. Фотограмметрия в

- кадастре недвижимости // Геодезия и картография. — 2021. — № 8. — С. 27–35.
8. Цифровая стереофотограмметрическая система «Информационный стереоскопический образ территории» (ЦФС «ИНСОТ»). — Свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ № 2018617544 от 26.06.2018 г.
9. Информационная система хранения и управления картографическими и тематическими ресурсами «Георесурс» (ИС «Георесурс»). — Свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ № 2017614039 от 05.04.2017 г.

УСГИК

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

ТЕХНОЛОГИЯ ЗАХВАТА РЕАЛЬНОСТИ, ФОРМИРУЮЩАЯ БУДУЩЕЕ



**УВЕРЕННОСТЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЬЗЫ
ИЗ ВСЕХ ДАННЫХ, КОТОРЫЕ СОБИРАЕМ**



+7(343) 379 34 31



usgik@mail.ru



usgik.ru

АЭРОФОТОСЪЕМКА ОТ ГЕОСКАНА: СБОР И ОБРАБОТКА ДАННЫХ



АФС ПОД КЛЮЧ

Специалисты компании «Геоскан» проведут для вас работы по аэрофотосъемке под ключ: получают разрешения, осуществляют полеты и сделают камеральную обработку.

Беспилотники и ПО собственного производства

Более 100 выполненных проектов по всему миру

Все необходимые лицензии и сертификаты для легальных полетов

БЕСПИЛОТНИКИ ДЛЯ ЛЮБЫХ ЗАДАЧ

БВС Геоскана отлично подходят как для съемок обширных или протяженных территорий, так и для детального обследования небольших объектов.

Пространственное разрешение до 1 см/пикс

Привязка к конкретной системе координат

Несколько сотен кв. км за один день



ОБРАБОТКА ДАННЫХ В AGISOFT METASHAPE

Профессиональное ПО для фотограмметрии, основанное на технологии машинного обучения для анализа и постобработки, позволяет получать результаты самой высокой точности: ортофотопланы, облака точек, цифровые модели местности, 3D-модели.

Простой и понятный интерфейс

Экспорт в распространенные форматы

Распределенная обработка на локальной инфраструктуре и в облаке Agisoft Cloud

Аэрофотосъемка с БАС — наиболее эффективный метод получения пространственных данных для решения сельскохозяйственных, градостроительных, кадастровых, маркшейдерских, научных и других задач.

- Дешевле традиционных методов
- Работа в трудных условиях
- Снижение времени обследования на 30%



ИСТИННЫЙ ОРТОФОТОПЛАН ПО ПЛОТНОЙ ЦМП — ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ

Н.П. Акимова («Геоскан-ИТ»)

В настоящее время — инженер-фотограмметрист ООО «Геоскан-ИТ».

С.А. Кадничанский («Геоскан»)

В 1973 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания института работал в Госцентре «Природа», с 1979 г. — в ЦНИИГАиК, с 1993 г. — в РосНИЦ «Земля», Центре «ЛАРИС», с 2002 г. — в ФГУП «Госземкадастрсъемка» — ВИСХАГИ, с 2005 г. — в компании «Геокосмос», затем — в НП АГП «Меридиан+» и ФГУП «ГосНИИ авиационных систем», с 2015 г. — в ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД». С 2018 г. работает в ООО «Геоскан», в настоящее время — заместитель директора по аэрофотогеодезии. Кандидат технических наук.

Ортофотоплан — очень востребованная продукция аэрофотопографической съемки, которая может служить картографической основой для различных геоинформационных систем, широко используется при создании и обновлении топографических карт и планов, в инженерно-геодезических изысканиях при строительстве различных объектов и в решении других задач.

Обычно ортофотоплан создается с использованием цифровой модели рельефа. По этой причине на нем может быть корректно представлено положение только объектов или их частей, которые расположены на одном уровне с земной поверхностью. Положения возвышающихся над земной поверхностью сооружений (эстакад, путепроводов и пр.), а также верхних частей зданий и сооружений имеют существенные смещения («завалы зданий»), что влечет за собой появление «мертвых зон», в которых земная поверхность закрыта перспективными изображениями зданий или сооружений. Раз-

номасштабность основания здания и крыши затрудняет выполнение измерений на ортофотоплане. Польза таких ортофотопланов для территорий с многоэтажной застройкой представляется сомнительной. Альтернативой им могут быть истинные ортофотопланы, в которых без смещений и без искажения масштаба отображено положение возвышающихся над земной поверхностью частей объектов. На рис. 1 и 2 показаны фрагменты ортофотоплана и истинного ортофотоплана.

Метод создания истинного ортофотоплана, основанный на ручной векторизации по стереофотограмметрической модели возвышающихся частей объектов, требует большого объема ручного труда, а, следовательно, затрат.

Возможности современного фотограмметрического программного обеспечения позволяют создавать истинный ортофотоплан с использованием сверхплотной цифровой модели поверхности (ЦМП). ЦМП представляет собой набор данных или файл, содержащий

множество точек с пространственными координатами (в определенной системе координат), лежащих на всех видимых с точек фотографирования поверхностях: поверхности земли, зданий, сооружений и пр. [1]. Плотность точек сверхплотной ЦМП соизмерима с номинальным пространственным разрешением аэрофотоснимка, используемого для создания ортофотоплана. Возможность создания истинного ортофотоплана по сверхплотной ЦМП отражена в разделе 9.2.27 национального стандарта [1].

Программа Agisoft Metashape Professional, используемая и предлагаемая ГК «Геоскан», позволяет создавать истинный ортофотоплан по сверхплотной ЦМП. Рассмотрим создание истинного ортофотоплана этим программным средством в аспектах качества результата, уровня автоматизации процессов создания ортофотоплана и факторов, влияющих на производительность.

Качество ортофотоплана в общем случае характеризуется его точностью, качеством мон-

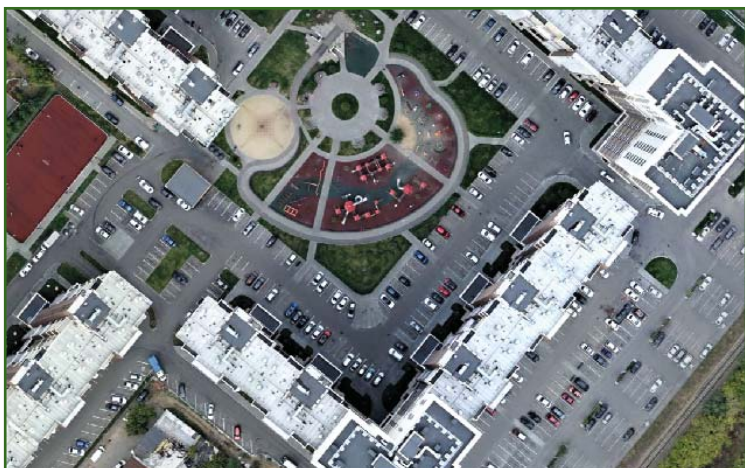


Рис. 1
Ортофотоплан

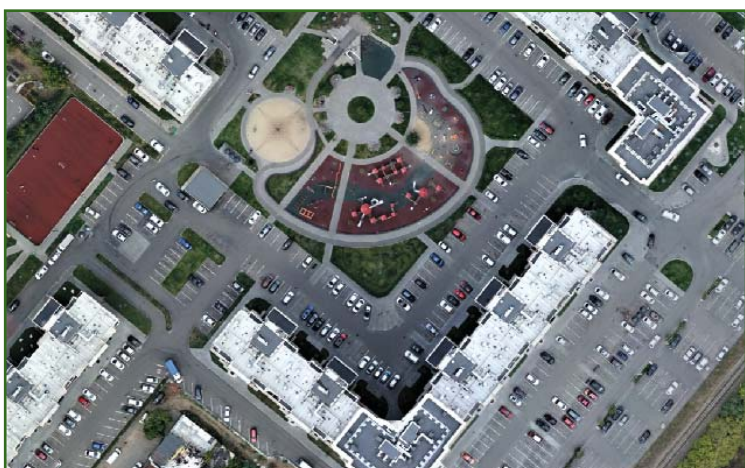


Рис. 2
Истинный ортофотоплан

тажа ортотрансформированных аэрофотоснимков по линиям пореза и качеством фотоизображения. Точность ортофотоплана оценивается как средняя погрешность (расхождение) планового положения контуров на контрольных точках. На истинном ортофотоплане для точек, лежащих на земной поверхности, эта погрешность не может быть хуже, чем для ортофотоплана, созданного по тем же снимкам и тем же значениям элементов внешнего и внутреннего ориентирования, так как для участков ортофотоплана, отображающих открытую земную поверхность, процесс ортотрансформирования абсолютно идентичен тому, как это

выполняется обычно при создании ортофотоплана. Эта погрешность соизмерима и близка значению номинального пространственного разрешения аэрофотоснимков. Однако для истинного ортофотоплана данная характеристика важна применительно к точкам, расположенным на возвышающихся над земной поверхностью частях зданий и сооружений, например, углах крыш зданий.

Точность планового положения контуров возвышающихся частей объектов и качество их изображения зависит от уровня качества ЦМП, который может быть выбран «очень низким», «низким», «средним», «высоким» и «очень высоким». ЦМП с

«высоким» и «очень высоким» уровнем качества могут быть использованы для получения более подробной и точной модели, но для их построения требуется больше времени. «Очень высокий» уровень качества означает обработку оригинальных снимков, каждое последующее снижение уровня качества предполагает предварительное уменьшение размера изображения в пикселях в два раза по каждой стороне кадра [2]. Точность положения контуров возвышающихся частей объектов и качество их изображения зависит также от параметров аэрофото съемки и ее характера, например, от использования плановых или перспективных снимков.

В табл. 1 показаны результаты оценки точности ортофотоплана по наземным контрольным точкам, а в табл. 2 — по контрольным точкам на возвышающихся над земной поверхностью частях зданий. В качестве таких точек использовались углы крыш зданий, координаты которых были получены в результате их опознавания и измерения на перекрывающихся аэрофотоснимках (не менее трех) и последующего вычисления прямой фотограмметрической засечкой по всем перекрывающимся снимкам, как показано на рис. 3. Параметры аэрофото съемки с помощью БВС Геоскан 201 Геодезия для снимков, использованных для создания ортофотоплана, представлены в табл. 3.

Как видно из табл. 2, средние значения расхождений для всех вариантов съемки и уровней качества ЦМП удовлетворительны и близки между собой. На рис. 4–6 представлены фрагменты ортофотопланов, построенных по плановым и перспективным снимкам с использованием ЦМП с различными уровнями качества, по которым можно визуально оценить, как влияет качество ЦМП и вид



Рис. 3

Углы крыш зданий, по координатам которых выполнялась оценка точности планового положения кромок крыш на ортофотоплане

аэрофотосъемки на качество отображения крыш зданий на ортофотоплане.

На точность построения ЦМП также влияет качество снимков и свойства объектов съемки. Так, например, конструкции, построенные из блестящих и отражающих материалов, снятые в солнечную погоду, а также поверхности с однотонной текстурой или текстурой с регулярным рисунком могут быть представлены в ЦМП с искажениями, что впоследствии может привести к появлению дефектов

Оценка точности ортофотоплана по наземным контрольным точкам

Таблица 1

Вид съемки	Уровень качества ЦМП	Среднее расхождение в плане на контрольных точках, см	Максимальное расхождение в плане на контрольных точках, см	Количество точек
Перспективная	Очень высокий	6,6	8,7	5
	Высокий	6,7	8,7	5
	Средний	6,7	8,9	5
Плановая	Очень высокий	7,1	9,9	5
	Высокий	7,2	10,0	5
	Средний	7,3	10,1	5

Оценка точности ортофотоплана по контрольным точкам на возвышающихся над земной поверхностью частях зданий (углах крыш)

Таблица 2

Вид съемки	Уровень качества ЦМП	Среднее расхождение в плане на контрольных точках, см	Максимальное расхождение в плане на контрольных точках, см	Количество точек
Перспективная	Очень высокий	2,5	7,3	59
	Высокий	2,1	5,8	59
	Средний	2,8	8,2	59
Плановая	Очень высокий	1,4	4,3	59
	Высокий	2,1	6,0	59
	Средний	2,4	6,8	59

Параметры плановой и перспективной аэрофотосъемки

Таблица 3

Тип съемки	Перекрытие продольное, %	Перекрытие поперечное, %	Размер пикселя на местности, см	Перекрестные маршруты
Плановая	80	60	5	Нет
Перспективная, угол наклона 15°	80	50	4	Север-юг, запад-восток



Рис. 4

Фрагменты истинных ортофотопланов, построенных по плановым (слева) и перспективным (справа) снимкам. Уровень качества ЦМП «средний»



Рис. 5

Фрагменты истинных ортофотопланов, построенных по плановым (слева) и перспективным (справа) снимкам. Уровень качества ЦМП «высокий»



Рис. 6

Фрагменты истинных ортофотопланов, построенных по плановым (слева) и перспективным (справа) снимкам. Уровень качества ЦМП «очень высокий»

изображения, заключающихся в заметных закруглениях углов крыши и непрямолинейности кромок крыши. Для устранения недостатков ЦМП, влияющих на качество ортофотоплана, вы-

полняется визуальный анализ ортофотоплана, выявление участков с заметными дефектами и коррекция ЦМП, как показано на рис. 7–8. В зависимости от вида представления ЦМП при-

меняются разные способы коррекции. Для ЦМП в виде регулярной сетки используются инструменты редактирования, имеющиеся в ПО Agisoft Metashape Professional (сглаживание и создание линий излома). Если в качестве ЦМП используется трехмерная полигональная модель, как это показано на рис. 9–10, ее можно редактировать с помощью любого программного средства для трехмерного моделирования с использованием векторных объектов, полученных в проекте Metashape в результате векторизации углов крыш зданий в стереорежиме или монокулярных измерений по нескольким перекрывающимся снимкам.

Следует отметить, что при использовании плановых аэрофотоснимков и ЦМП с «высоким» уровнем качества для создания ортофотоплана масштаба 1:500 число зданий, требующих коррекции трехмерной модели крыш, составляет порядка 50 штук на 1 км² городской территории. Для перспективных аэрофотоснимков это количество меньше почти вдвое.

Монтаж истинного ортофотоплана принципиально отличается от монтажа ортофотоплана. При построении истинного ортофотоплана линии пореза проводятся так, чтобы область для построения линий порезов была разбита на многоугольники, исходя из близости к точкам надира снимков. Линии пореза могут пересекать изображения возвышающихся над земной поверхностью объектов, но при этом не дают визуально заметных расхождений контуров на линии пореза при использовании ЦМП, которая отражает формы всех объектов местности, включая те, что возвышаются над поверхностью земли. Поэтому контроль совмещений на линиях пореза при выполнении ортотрансформирования не

**Рис. 7**

Истинный ортофотоплан, уровень качества ЦМП «высокий»: перспективная съемка, ЦМП без коррекции (слева); плановая съемка, ЦМП без коррекции (в центре); плановая съемка, ЦМП после коррекции (справа)

**Рис. 8**

Истинный ортофотоплан, уровень качества ЦМП «очень высокий»: перспективная съемка, ЦМП без коррекции (слева); плановая съемка, ЦМП без коррекции (в центре); плановая съемка, ЦМП после коррекции (справа)

**Рис. 9**

Трехмерная полигональная модель в одностороннем режиме просмотра, уровень качества ЦМП «высокий»: перспективная съемка, ЦМП без коррекции (слева); плановая съемка, ЦМП без коррекции (в центре); плановая съемка, в полигональную модель, добавлена крыша, смоделированная в стороннем ПО (справа)

**Рис. 10**

Трехмерная полигональная модель в одностороннем режиме просмотра, уровень качества ЦМП «очень высокий»: перспективная съемка, ЦМП без коррекции (слева); плановая съемка, ЦМП без коррекции (в центре); плановая съемка, в полигональную модель, добавлена крыша, смоделированная в стороннем ПО (справа)

требуется. Линии пореза строятся автоматически в процессе выполнения процедуры построения ортофотоплана. На рис. 11 показаны линии пореза на истинном ортофотоплане. Изображение на рисунке позволяет визуально оценить качество совмещения соответствующих контуров на линиях пореза, а также качество взаимного выравнивания фототона (яркость, цветовой баланс) аэрофотоснимков и убедиться, что границы монтируемых частей разных аэрофотоснимков совершенно незаметны. Это является большим преимуществом истинного ортофотоплана, построенного по сверхплотной ЦМП, поскольку обычно при создании ортофотоплана затраты времени ручного труда на редактирование линий пореза и контроль совмещения контуров на линиях пореза довольно значительны.

Фотограмметрическая обработка аэрофотоснимков при создании истинного ортофотоплана с использованием сверхплотной ЦМП состоит из следующих процессов, указанных в табл. 4. Затраты вычислительных ресурсов на совокупность всех процессов для создания истинного ортофотоплана на территорию площадью 1 км² (16 номенклатурных листов масштаба 1:500) представлены в табл. 5. Проекты Metashape обработаны в кластере ГК «Геоскан», время обработки по каждому процессу отображается как сумма времени, затраченного на обработку каждым узлом кластера. Затраты ручного труда показаны в табл. 6.

Оценка затрат времени ручного труда позволяет сделать следующий вывод. На более трудоемким представляется построение истинного ортофотоплана при использовании плановой съемки, а использование перспективной съемки позволяет сократить затраты на кор-



Рис. 11

Линии пореза, построенные автоматически на истинном ортофотоплане

Процессы фотограмметрической обработки и уровень их автоматизации

Таблица 4

Процесс	Уровень автоматизации
Построение и уравнивание фотограмметрической сети (фототриангуляция)	Полностью автоматизирован
Построение сверхплотной ЦМП, как правило, трехмерной полигональной модели	Полностью автоматизирован
Построение линий пореза	Полностью автоматизирован
Орtotрансформирование аэрофотоснимков с одновременным монтажом ортофотоплана	Полностью автоматизирован
Взаимное выравнивание фототона аэрофотоснимков (выполняется одновременно с орtotрансформированием и монтажом ортофотоплана)	Полностью автоматизирован
Контроль качества орtotрансформирования зданий и других высотных объектов	Визуально
Коррекция (редактирование) ЦМП	Измерение координат дополнительных точек вручную
Повторное орtotрансформирование и создание ортофотоплана по исправленной ЦМП	Полностью автоматизирован
Контроль точности ортофотоплана по контрольным точкам	Измерение координат контрольных точек вручную

Затраты машинного времени на создание истинного ортофотоплана масштаба 1:500 на территорию площадью 1 км²

Таблица 5

Вид съемки	Уровень качества ЦМП	Суммарное время на построение ЦМП и истинного ортофотоплана, ч
Перспективная	Очень высокий	50,5
	Высокий	14,4
	Средний	8,5
Плановая	Очень высокий	11,9
	Высокий	4,0
	Средний	2,5

Затраты времени ручного труда на создание истинного ортофотоплана масштаба 1:500 на территорию площадью 1 км²

Таблица 6

Процесс	Затраты времени одного исполнителя, ч (приближенное среднее)		
Контроль качества ортотрансформирования крыш зданий и других высотных объектов	1,0		
Коррекция (редактирование) ЦМП	Вид съемки	Уровень качества ЦМП	
	Перспективная	Очень высокий	1,9
		Высокий	4,6
		Средний	11,4
	Плановая	Очень высокий	8,4
		Высокий	10,3
Средний		21,2	
Контроль точности ортофотоплана по контрольным точкам	0,02		



Рис. 12

Фрагменты истинных ортофотопланов. Перспективная съемка, уровень качества ЦМП «высокий»

рекцию ЦМП в два раза при использовании ЦМП с «высоким» уровнем качества и в четыре раза при использовании ЦМП с «очень высоким» уровнем качества. При выборе параметров построения ЦМП следует также учесть, что для построения ЦМП с «очень высоким» уровнем качества требуется

почти в четыре раза больше машинного времени по сравнению с ЦМП с «высоким» уровнем качества.

На рис. 12 представлены фрагменты истинных ортофотопланов, построенных по перспективной съемке и при использовании ЦМП с «высоким» уровнем качества.

Таким образом, истинный ортофотоплан, построенный по сверхплотной ЦМП, представляет собой принципиально новую продукцию, обладающую точностью ортофотоплана и рядом преимуществ по сравнению с ним:

- высокая точность положения контуров возвышающихся частей зданий и сооружений (соизмеримая с точностью их наземных частей);

- отсутствие «завалов» зданий и мертвых зон, что особенно важно для ортофотопланов городских территорий;

- отсутствие визуально заметных линий пореза и расхождений контуров на них;

- высокий уровень автоматизации процессов фотограмметрической обработки;

- возможность выбора уровня качества ЦМП в зависимости от требований к условиям аэрофотосъемки и требованиям к результату.

▼ Список литературы

1. ГОСТ Р 59562-2021 Съемка аэрофототопографическая. Технические требования.

2. Руководство пользователя Agisoft Metashape Professional. — https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_2_0_ru.pdf.

ПОДЗЕМНЫЕ МАРКШЕЙДЕРСКИЕ СЕТИ КУЗБАССА. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

А.А. Шоломицкий (СГУГиТ, Новосибирск)

В 1980 г. окончил горно-геологический факультет Донецкого политехнического института (Донецкий национальный технический университет — ДонНТУ) по специальности «горный инженер-маркшейдер». Затем работал в ДонНТУ. С 2014 г. работает в Сибирском государственном университете геосистем и технологий (СГУГиТ), в настоящее время — профессор кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела. Доктор технических наук, профессор.

Б.И. Филипчук (АО «Шахта Полосухинская», Новокузнецк)

В 1975 г. окончил горный факультет Кузбасского политехнического института (Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва, Кемерово) по специальности «маркшейдерское дело». После окончания института работал в «Союзмаркштрест», с 1979 г. — в «Бюро специализированных маркшейдерских работ». С 1992 г. работает в АО «Шахта Полосухинская», в настоящее время — заместитель главного маркшейдера.

На основании Постановления Правительства РФ от 06.08.2020 г. № 1192 Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03) [1] 1 января 2021 г. была отменена. Однако отсутствие этого документа и заменяющих его федеральных норм и правил ощущается до сих пор. Маркшейдерия имеет давние консервативные традиции, которые были связаны с неспешным развитием приборной базы и средств математической обработки результатов измерений. В последние десятилетия идет переход к цифровому приборостроению и компьютерной обработке маркшейдерской информации.

Следует отметить, что отмененная инструкция 2003 г. [1] во многом повторяла положения инструкции по производству маркшейдерских работ 1987 г. [2], которая была достаточно прогрессивной для своего времени. Рекомендованные в ней методы измерений предполагали использование опти-

ческих теодолитов для угловых измерений и рулеток для измерения расстояний. По сути она представляла собой обобщение опыта маркшейдерских производственных измерений. При этом все результаты измерений и их обработки заносились вручную в журналы измерений и журнал вычисления координат, так называемый «ЖВК». И это длится до сих пор, несмотря на появление электронных тахеометров, компьютеров для обработки результатов измерений и программ уравнивания маркшейдерских сетей.

Раздельное уравнивание маркшейдерских сетей в журнале вычисления координат выполняется по частям, отдельными ходами. Такой подход не позволяет выполнить оценку точности измеренных величин и может привести к накоплению ошибок в сети. Иногда маркшейдерские сети развиваются отдельными участками от разных стволов и не соединяются между собой. Это сказывается при проведении сбоек

горных выработок встречными забоями.

Еще одним фактором, сдерживающим применение цифровых технологий в маркшейдерии, является косность контролируемых организаций. Конечно, гораздо легче осуществлять мониторинг деятельности маркшейдерской службы по формализованному признакам — правильности заполнения журналов полевых измерений и журнала вычисления координат.

В §188 РД 07-603-03 [1] сказано, что вычисления и уравнивания полигонометрических ходов можно выполнять на компьютере, в программах, которые реализуют раздельное уравнивание сетей. Это положение неоднократно критиковалось [3]. В научной литературе отмечалось, что только метод наименьших квадратов в общей мере уменьшает величины случайных погрешностей.

В настоящее время появились сертифицированные программы уравнивания маркшей-

дерских и геодезических сетей, которые реализуют метод наименьших квадратов [3–5]. К сожалению, их практическое применение в маркшейдерской практике очень ограничено из-за требований контролирующих органов заполнять журналы измерений и журнал вычисления координат. Да и сами маркшейдерские службы горных предприятий являются достаточно консервативными.

Еще одной важной задачей маркшейдерской службы является обоснование точности маркшейдерской опорной сети [4, 6–8], которая может решаться различными методами, в том числе автоматизированно с помощью программ, позволяющих проектировать маркшейдерские сети и моделировать маркшейдерские измерения.

Предварительный расчет точности сбойки горных выработок — также задача маркшейдерской службы, которая часто встречается на практике [2, 9–10] и может быть решена, в том числе и в специализированном программном обеспечении [10].

Нельзя не отметить консервативность высшего образования РФ в маркшейдерии: учебники и учебные программы устарели, использование программного обеспечения для автоматизации проектирования маркшейдерских работ и уравнивания маркшейдерских сетей находится на низком уровне.

Различные ведомства при попытках создать новую маркшейдерскую инструкцию или профстандарт «Маркшейдер», к сожалению, идут по пути прежних инструкций — формализовать все до мелочей в используемых методиках и допусках. Хотя появляется новое горное оборудование с более высокими требованиями к точности установки и новые маркшейдерские приборы, обеспечи-

вающие высокую точность измерений или изменяющие технологию выполнения работ. Проект производства маркшейдерских работ для предприятия мог бы стать альтернативой инструкции по производству маркшейдерских работ. Однако наблюдается достаточно формальный подход к проектам производства маркшейдерских работ, когда составление проекта перекладывается на сторонние организации, которые включают в него все возможные маркшейдерские работы. И такие проекты тиражируются на все предприятия, зачастую без учета их специфики.

Можно констатировать, что для цифровизации маркшейдерии созрели все условия — имеются цифровые средства измерений, технологии обработки и хранения информации. Однако есть вопросы, которые не были решены в инструкциях [1, 2]. Они связаны с критериями оценки качества измерений и точностью определения координат точек сети. Связывать точность определения координат с графической точностью планов — это даже не вчерашний день, нужны другие критерии.

Следует отметить, что подземные маркшейдерские сети горных предприятий Кузнецкого угольного бассейна (Кузбасс) имеют свою специфику. В отличие от Донецкого угольного бассейна, где шахтное поле вскрывается центральными стволами и маркшейдерские сети развиваются от стволов, в Кузнецком угольном бассейне основными геологическими структурами являются брахисинклинали, поэтому пласты вскрываются центральным наклонным стволом и одним или двумя фланговыми стволами. Зачастую имеется два или три полигонометрических хода, которые выходят на поверхность и увязываются между собой по

данным геодезических и спутниковых измерений.

▼ Анализ точности подземных маркшейдерских сетей Кузбасса

Для анализа точности маркшейдерских подземных сетей в Кузнецком угольном бассейне рассмотрим существующие сети по шахтным пластам и будем анализировать их фактическую и ожидаемую точность. Ожидаемая точность будет рассчитываться с учетом инструментов и методик измерений, применяемых в существующих сетях [3–5, 9–10]. Ожидаемая точность координат маркшейдерской сети определяется параметрами точности измерений при строгом предварительном расчете точности сети, который учитывает геометрию сети [4–5]. Обоснование принятых величин весов измерений и параметров для уравнивания приведено в [3] и свидетельствует, что для уравнивания по методу наименьших квадратов достаточно использовать паспортные величины точности измерений. Все угловые и линейные измерения в приведенных ниже примерах выполнялись взрывобезопасными электронными тахеометрами с точностью измерения углов 5" и длин сторон $\pm 2 \text{ мм} + 2 \text{ мм/км}$. Гироскопическое ориентирование горных выработок проводилось разными взрывобезопасными гирокомпасами, имеющими точность определения азимута сторон 30" [11].

Сеть по пласту 30 имеет длину 18,44 км и два выхода на поверхность. В сети было выполнено шесть гироскопических определений азимута сторон (рис. 1 и 2).

На рис. 1 и 2 в виде столбчатых диаграмм показаны ошибки плановых координат сети, уравниваемой по методу наименьших квадратов, и ожидаемые ошибки плановых координат для той

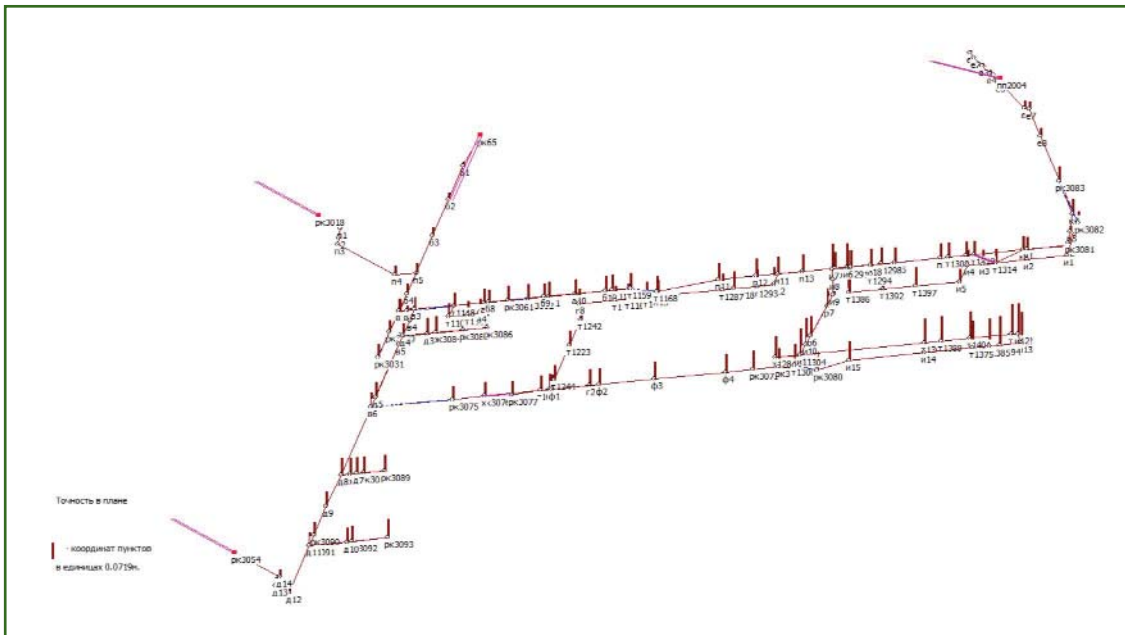


Рис. 1
Уравненная сеть по пласту 30

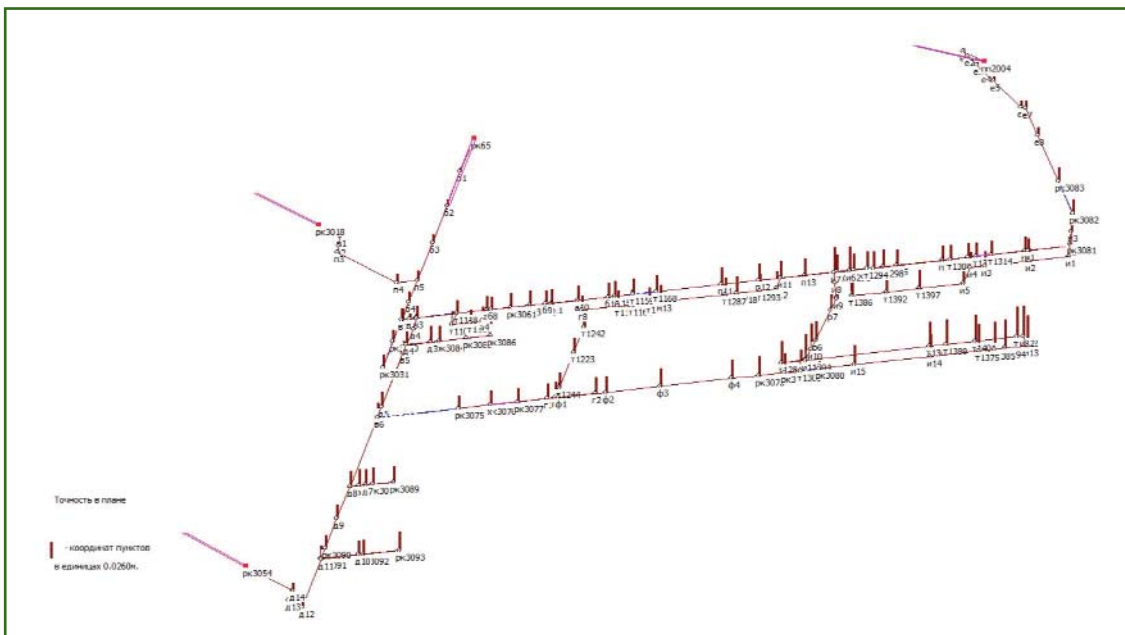


Рис. 2
Ожидаемая точность маркшейдерской сети по пласту 30

же сети, полученные из строго предварительного расчета точности [10]. В левом нижнем углу рисунков приведен масштабный отрезок, который показывает величину плановых отклонений координат на диаграммах. Двойной линией розового цвета обозначены стороны сети, на которых выпол-

нены гироскопические определения азимута.

Визуальный анализ диаграмм показывает закономерность накопления погрешностей определения координат, которая возрастает по мере удаления от жестких пунктов. Предварительный расчет выявил, что ожидаемая макси-

мальная погрешность определения координат для этой сети не превышает 30 мм, а фактическая — составляет менее 100 мм. Хотя, 100 мм на 17,5 км — это превосходный результат. Фактическая относительная невязка сети 1:40 000. Вычисленная ошибка единицы веса 14".

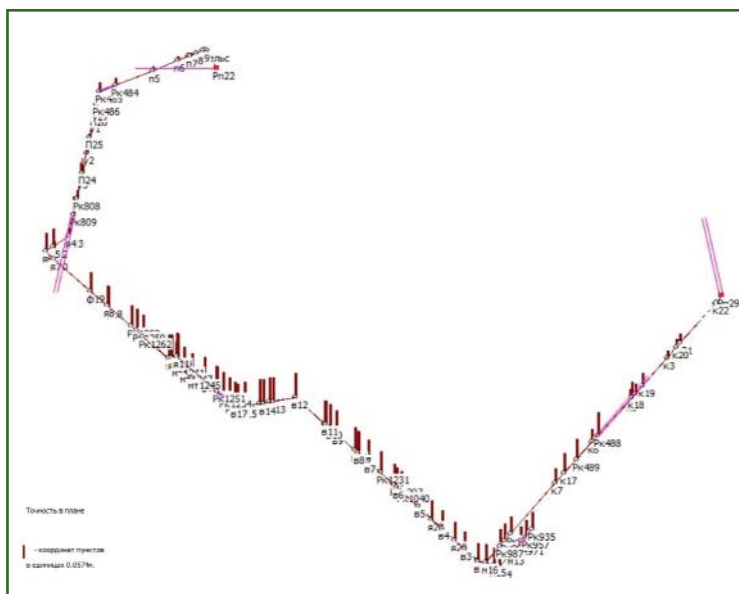


Рис. 3
Уравненная сеть по пласту 29

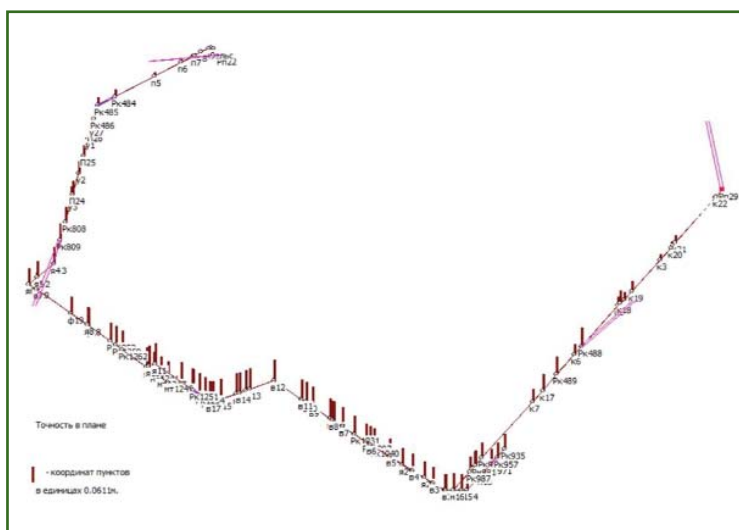


Рис. 4
Ожидаемая точность маркшейдерской сети по пласту 29

Сеть по пласту 29 длиной 17,52 км с шестью гироскопическими определениями азимута сторон приведена на рис. 3–4.

Ожидаемая и фактическая точность определения плановых координат сети по пласту 29 получились примерно одинаковыми, около 60 мм, фактическая относительная невязка — 1:8100. Вычисленная ошибка единицы веса составила 5,2″.

Сеть по пласту 42 длиной 16,58 км с шестью гироскопическими определениями азимута сторон приведена на рис. 5–6.

Вычисленная ошибка единицы веса составила 12,0″, а фактическая относительная невязка — 1:3500. Ожидаемая и фактическая точности определения плановых координат сети отличаются более чем в два раза: фактическая — 138 мм, ожидаемая — 58 мм.

▼ Выводы и рекомендации

Практические работы авторов по проектированию и уравниванию подземных маркшейдерских сетей Кузбасса позволили обобщить накопленный опыт и сделать следующие выводы и рекомендации.

1. Маркшейдерские сети Кузбасса необходимо формировать не в виде отдельных ходов, а в виде единой сети, которая должна уравниваться по методу наименьших квадратов, который позволяет получить объективную оценку точности определения координат.

2. Подземные маркшейдерские сети желательно замыкать на поверхности на одних и тех же пунктах государственной геодезической сети.

3. Нет единого четкого критерия, который позволяет сделать вывод о качестве измерений в маркшейдерской сети и отсутствии грубых ошибок. В качестве критериев оценки точности определения координат для сетей с суммарной длиной сторон менее 20 км можно использовать вычисленную ошибку единицы веса, которая дает общую характеристику качества угловых измерений сети и которая не должна более чем в два раза превышать среднюю квадратическую погрешность измерения угла.

4. Фактическая относительная невязка не может служить критерием качества сети, так как она может изменяться в очень больших пределах, а вот ожидаемая и фактическая точности определения плановых координат сети не должны отличаться более чем в два раза, т. е. фактическая точность определения плановых координат для шахт Кузбасса не должна превышать 0,1 м.

5. В некоторых случаях высокая ожидаемая точность определения плановых координат может быть достигнута и без применения гироскопических

определений азимута сторон, но авторы рекомендуют разбивать сети на секции в виде полигонометрических ходов (рис. 3, 4) и выполнять гироскопические определения азимута сторон через каждые 20 станций. Это позволит не только повысить точность маркшейдерских сетей, но и облегчит нахождение ошибок измерений.

▼ Список литературы

1. Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль. Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03). Серия 07. Выпуск 15 / Колл. авт. — М.: Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2004. — 120 с. (отменена 1.01.2021 г.).

2. Инструкция по производству маркшейдерских работ / Министерство угольной промышленности СССР. Всесоюзный научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела. — М.: Недра, 1987. — 240 с. (не действует с 2003 г.).

3. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Филипчук Б.И. Обоснование выбора весов измерений при уравнивании маркшейдерских подземных опорных сетей // Маркшейдерия и недропользование. — 2018. — № 6(98), ноябрь-декабрь. — С. 41–46.

4. Программный комплекс «Маркшейдерско-геодезические сети» (МГСети). — <http://mgseti.ru>.

5. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Середович А.В. Принципы построения и уравнивания опорных подземных маркшейдерских сетей // Маркшейдерия и недропользование. — 2015. — № 6(80), ноябрь-декабрь. — С. 51–56.

6. Загибалов А.В., Данченко О.В. Оценка погрешностей полигонометрических ходов методами математического моделирования // Вестник Иркутского государственного технического университета. — 2012. — № 7. — С. 94–100.

7. Гордеев В.А., Раева О.С. Анализ точности вытянутых теодолитных ходов // Известия Уральской государственной горно-геоло-

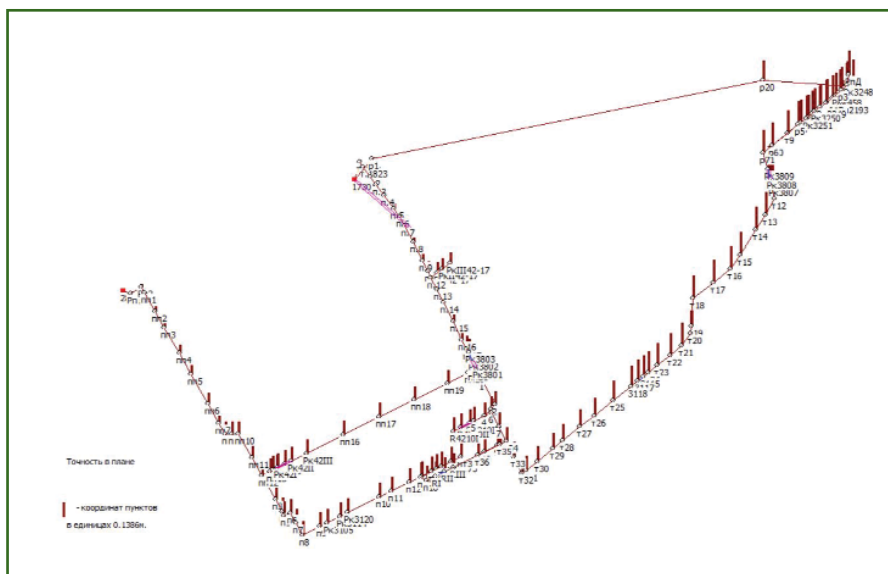


Рис. 5
Уравненная сеть по пласту 42

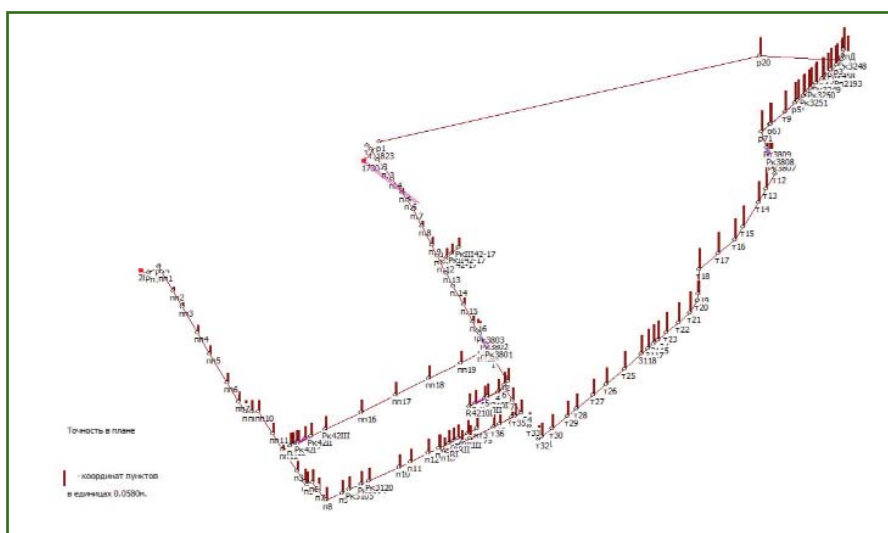


Рис. 6
Ожидаемая точность маркшейдерской сети пласта 42

гической академии. Сер.: Горное дело. — 2000. — Вып. 11. — С. 231–239.

8. Sholomitskii A., Lagutina E. Design and preliminary calculation of the accuracy of special geodetic and mine surveying networks // International science and technology conference «Earth science», IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. — 2019. — Vol. 272. — P. 022010.

9. Коробков С.А., Голованов В.А. Предрасчет сбоек горных выработок на основе векторных ошибок // Записки Горного института. Маркшейдерское дело и геодезия. —

Т. 146. — Санкт-Петербург, 2001. — С. 39–41.

10. Шоломицкий А.А., Филипчук Б.И., Володин С.В. Автоматизация предрасчета точности сбоек горных выработок // Маркшейдерия и недропользование. — 2020. — № 6(110), ноябрь-декабрь. — С. 53–56.

11. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Афанасьева С.М. Гироскопия — прошлое и будущее подземных опорных маркшейдерских сетей // Маркшейдерия и недропользование. — 2018. — № 1(93), январь-февраль. — С. 36–41.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ЦММ, ПОЛУЧЕННОЙ ПО МАТЕРИАЛАМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БВС

Р.С. Анисимов (ГК «Самолет»)

В 2006 г. окончил Смоленский строительный колледж. С 2007 г. работал в Смоленском строительном колледже, с 2009 г. — в ООО «ГеоМир». В 2022 г. окончил с отличием геодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-геодезист». После окончания института работал в ООО «Флагман». С 2023 г. работает в ГК «Самолет», в настоящее время — инженер-геодезист.

Появление беспилотных воздушных судов (БВС), а также компактных и легких цифровых фотокамер и ГНСС-приемников позволило аэрофотосъемке с БВС составить конкуренцию классической аэрофотосъемке с пилотируемых воздушных судов [1].

Для исследования возможности применения материалов аэрофотосъемки с БВС при инженерно-геодезических изысканиях был выбран участок местности, расположенный в деревне Боголюбово Холм-Жирковского района Смоленской области (рис. 1). Район аэрофотосъемочных работ представлял собой жилую застройку с развитой дорожной сетью и инженерными коммуникациями, а также включал территорию интерната площадью в 1,5 гектара. Рельеф местности равнинный, максимальный перепад высот не превышает 3 м. Растительность представлена небольшими лесопосадками по краям территории интерната, газонами, клумбами и участками с травяной растительностью.

Аэрофотосъемка проводилась с квадрокоптера DJI Mavic 2 pro. Было выполнено два полета на высоте 59 м и 79 м. Параметры аэрофотосъемки приведены в табл. 1.

Квадрокоптер был оснащен навесным геодезическим оборудованием TOPDRONE PPK, представляющим собой бортовой мультисистемный L1/L2 ГНСС приемник со встроенной IMU, что позволяло определять координаты центра фотографирования снимка с точностью до 2–3 см в плане и по высоте без

использования опорных точек. Наземный контроль и управление полетом БВС осуществлялось системой UgCS.

Перед началом аэрофотосъемочных работ были проведены топографо-геодезические работы, включавшие создание планово-высотной опорной геодезической сети и определение

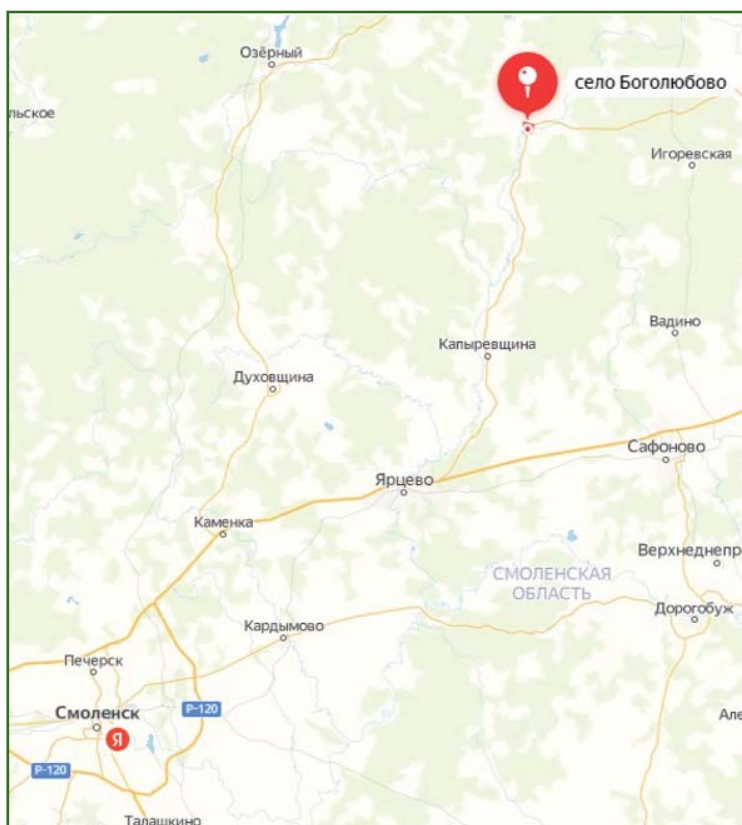


Рис. 1

Географическое положение района аэрофотосъемочных работ

Параметры аэрофотосъемки

Таблица 1

Параметр	Значение	
	Полет № 1	Полет № 2
Площадь, га	1,5	1,5
Средняя высота полета, м	59	79
Количество снимков	203	116
Тип камеры	Hasselblad L1D-20c	Hasselblad L1D-20c
Размер снимка, пиксель	5472x3648	5472x3648
Перекрытие, %	80x80	80x80
Фокусное расстояние, мм	10	10
Разрешение на местности, см/пиксель	1,5	2

пространственных координат 30 контрольных точек.

Опорная геодезическая сеть состояла из трех пунктов, жестко закрепленных на местности отрезками арматуры диаметром 10 мм и длиной не менее 50 см. При вычислении пространственных координат пунктов сети, исходными являлись координаты пунктов триангуляции государственной геодезической сети.

В качестве контрольных точек использовались опознаки (рис. 2) и точки твердых контуров, плановые и высотные координаты которых определялись тахеометрическим методом от пунктов опорной геодезической сети. Месторасположение опознаков выбиралось на ровной твердой поверхности с учетом хорошей видимости с БВС и возможности их корректного распознавания при последующей обработке аэрофотоснимков в ПО Pix4Dmapper. Каждый опознак представлял собой нарисованный на земной поверхности желтой и красной краской равносторонний крест с длиной сторон по 40 см от точки пересечения, обозначающей его центр.

Цифровая модель местности (ЦММ) состоит из цифровой модели рельефа (ЦМР) и циф-

ровой модели ситуации (ЦМС). Исходя из этого, оценка точности для ЦМР проводилась по разностям между высотами цифровой модели рельефа ($H_{ЦМР}$) и земной поверхности ($H_{Торо}$), а для ЦМС — по раз-

стям между координатами контрольных точек, измеренными на ортофотоплане ($X_i; Y_i$) и координатами контрольных точек, измеренными на местности геодезическим методом ($X_i^0; Y_i^0$) [2, 3].



Рис. 2
Схема расположения опознаков

Результаты оценки ЦМР (полет № 1, без опознаков)

Таблица 2

Показатель точности	Степень полинома интерполирования			
	0	1	2	3
ΔH , м	0	0	0	0
RMSE ΔH , м	0,315	0,31	0,219	0,219
MAE ΔH , м	0,263	0,26	0,26	0,26
LE90 ΔH , м	0,45	0,44	0,45	0,45
ΔH_{\min} , м	-0,40	-0,39	-0,35	-0,35
ΔH_{\max} , м	0,91	0,92	0,9	0,91

Результаты оценки ЦМР (полет № 1, 5 опознаков)

Таблица 3

Показатель точности	Степень полинома интерполирования			
	0	1	2	3
ΔH , м	0	0	0	0
RMSE ΔH , м	0,155	0,153	0,131	0,131
MAE ΔH , м	0,114	0,113	0,11	0,11
LE90 ΔH , м	0,22	0,21	0,21	0,21
ΔH_{\min} , м	-0,21	-0,2	-0,195	-0,195
ΔH_{\max} , м	0,72	0,71	0,7	0,71

Результаты оценки ЦМР (полет № 1, 15 опознаков)

Таблица 4

Показатель точности	Степень полинома интерполирования			
	0	1	2	3
ΔH , м	0	0	0	0
RMSE ΔH , м	0,149	0,145	1,128	0,127
MAE ΔH , м	0,11	0,108	0,108	0,107
LE90 ΔH , м	0,19	0,18	0,18	0,18
ΔH_{\min} , м	-0,175	-0,16	-0,16	-0,16
ΔH_{\max} , м	0,45	0,447	0,441	0,441

Вычисление высот на ЦМР в точках с известными координатами проводилось по методу интерполяции матрицы высот двумерными полиномами первой, второй и третьей степеней. Для этого использовалась подпрограмма ip03r-с библиотеки численного анализа Научно-

исследовательского вычислительного центра МГУ имени М.В. Ломоносова [4].

Разности между высотами цифровой модели рельефа и измеренными высотами земной поверхности вычислялись по формуле:

$$\Delta H = H_{\text{ЦМР}} - H_{\text{Топо.}}$$

Для проведения статистической обработки данных была принята аддитивная модель ошибок, согласно которой разности высот (ΔH) рассматривались как сумма систематической (Δh) и случайной (δh) ошибок.

В качестве основных показателей для оценки точности ЦМР

Результаты оценки ЦМР (полет № 2, без опознаков)

Таблица 5

Показатель точности	Степень полинома интерполирования			
	0	1	2	3
ΔH , м	0	0	0	0
$RMSE_{\Delta H}$, м	0,355	0,34	0,238	0,238
$MAE_{\Delta H}$, м	0,285	0,283	0,28	0,279
$LE90_{\Delta H}$, м	0,51	0,51	0,511	0,51
ΔH_{min} , м	-0,50	-0,489	-0,45	-0,447
ΔH_{max} , м	0,925	0,92	0,912	0,91

Результаты оценки ЦМР (полет № 2, 5 опознаков)

Таблица 6

Показатель точности	Степень полинома интерполирования			
	0	1	2	3
ΔH , м	0	0	0	0
$RMSE_{\Delta H}$, м	0,161	0,158	0,151	0,151
$MAE_{\Delta H}$, м	0,124	0,121	0,119	0,119
$LE90_{\Delta H}$, м	0,23	0,221	0,205	0,205
ΔH_{min} , м	-0,31	-0,288	-0,253	-0,251
ΔH_{max} , м	0,785	0,779	0,77	0,77

Результаты оценки ЦМР (полет № 2, 15 опознаков)

Таблица 7

Показатель точности	Степень полинома интерполирования			
	0	1	2	3
ΔH , м	0	0	0	0
$RMSE_{\Delta H}$, м	0,159	0,148	0,144	0,144
$MAE_{\Delta H}$, м	0,124	0,121	0,121	0,121
$LE90_{\Delta H}$, м	0,245	0,237	0,235	0,235
ΔH_{min} , м	-0,35	-0,341	-0,289	-0,287
ΔH_{max} , м	0,81	0,788	0,765	0,765

были приняты следующие параметры согласно [5]:

— среднее значение разности высот — ΔH (оценка систематической ошибки);

— средняя квадратическая ошибка $RMSE$ (Root Mean Square Error) разности высот — $RMSE_{\Delta H}$;

— средняя абсолютная ошибка MAE (Mean Absolute Error) разности высот — $MAE_{\Delta H}$;

— вероятная линейная ошибка — $LE90_{\Delta H}$ (90% вариационного ряда абсолютных значений разностей ΔH);

— минимальное значение разностей высот — ΔH_{min} ;

— максимальное значение разностей высот — ΔH_{max} .

В табл. 2–7 представлены результаты статистической оценки точности всех созданных цифровых моделей мест-

Оценка точности ортофотопланов по контрольным точкам (твердым контурам)

Таблица 8

Показатели точности	Значения показателей точности					
	Полет № 1			Полет № 2		
	без опознаков	5 опознаков	15 опознаков	без опознаков	5 опознаков	15 опознаков
Сдвиг по оси X, м	0,06	0,04	0,06	0,02	0,01	0,01
Сдвиг по оси Y, м	0,09	0,08	0,04	0,09	0,07	0,06
Модуль сдвига, м	0,11	0,09	0,07	0,09	0,07	0,06
СКО по оси X, м	0,11	0,1	0,1	0,08	0,06	0,06
СКО по оси Y, м	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05
СКО по осям XY, м	0,12	0,11	0,11	0,1	0,08	0,08
Средняя радиальная ошибка MRE, м	0,15	0,11	0,11	0,1	0,08	0,07

ности при различных степенях полиномов интерполирования.

Оценка точности ортофотоплана проводилась по контрольным точкам. Для оценки использовались разности между измеренными на ортофотоплане координатами (X_i ; Y_i) и координатами контрольных точек (X_i^0 ; Y_i^0). Плановые координаты контрольных точек в данном случае считаются безошибочными, поэтому разности между этими координатами X_i и Y_i рассматривались как истинные ошибки.

Основными показателями для исследования точности послужили следующие статистические характеристики выборок:

— средние арифметические значения X_i и Y_i , характеризующие систематическую ошибку изображения на снимке (сдвиг по оси X и по оси Y);

— средние квадратические ошибки (СКО) по оси X, по оси Y и по осям XY;

— средняя радиальная ошибка MRE (Mean Radial Error), традиционно служащая мерой точности положения точки на плоскости:

$$MRE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta R_i$$

$$\Delta R_i = \sqrt{\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2}.$$

Результаты оценки точности ортофотоплана приведены в табл. 8.

По результатам выполненных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Статистический численный анализ геометрической точности ЦММ показал, что материалы, полученные при аэрофотосъемке без использования опознаков, не удовлетворяют требованиям для создания топографических планов масштабов 1:500 и 1:1000. При создании топографических планов более мелких масштабов (1:2000 и мельче) можно отказаться от опознаков и использовать только точные координаты центров фотографирования.

2. Различия в точности цифровых моделей местности, полученных при аэрофотосъемке с применением пяти опознаков и пятнадцати опознаков не существенны. Из этого следует вывод, что двух опознаков на 1 км², но не менее пяти на объ-

ект, достаточно для обеспечения заданной точности.

3. Цифровые модели местности, полученные по результатам аэрофотосъемки при высоте полета 59 м и 79 м, можно использовать при инженерных изысканиях и для создания топографических планов масштаба 1:500. С точки зрения уменьшения трудозатрат на аэрофотосъемочные работы и затрат времени на камеральную обработку экономически целесообразно проводить аэрофотосъемку при высоте полета 79 м.

▼ Список литературы

1. «Воздушный кодекс Российской Федерации» от 19.03.1997 г. № 60-ФЗ (ред. от 29.12.2022 г.).
2. Хлебникова Т.А., Горбцов С.Р. Моделирование и пространственный анализ в ГИС // Новосибирск: СГУГиТ, 2018.
3. Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа // Томск: ТГУ, 2007.
4. Библиотека численного анализа НИВЦ МГУ имени М.В. Ломоносова. — <http://numanal.srcc.msu.ru>.
5. Оньков И.В. Оценка точности высот SRTM для целей ортоформирования космических снимков высокого разрешения // Геоматика. — 2011. — № 3.

ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КРЕДО. ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

С.А. Коледа (КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»)

В 2001 г. окончил факультет радиоэкологии Международного государственного экологического университета им А.Д. Сахарова по специальности «ядерная физика и радиохимия». После окончания института работал в РУП «Белгипроводхоз» (Минск, Республика Беларусь). С 2003 г. работает в ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ», в настоящее время — руководитель отдела внедрения информационных технологий.



В конце 2023 г. компания «КРЕДО-ДИАЛОГ» выпустит на рынок новую разработку — программную систему ТИМ КРЕДО. В ее основе лежит идеология развития «сквозной» цифровой технологии информационного моделирования объектов. Ключевой особенностью ТИМ КРЕДО является создание единой информационной среды для работы с моделью на всех этапах жизненного цикла объекта капитального строительства: изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация. Все компоненты программной системы ТИМ КРЕДО могут работать как под управлением операционной системы Windows, так и российских операционных систем (Astra Linux, ALT Linux, AlterOS, РЕД ОС). Эта идеология полностью соответствует цели, приоритетам и задачам инновационного развития, определенным в Стра-

тегии развития строительной отрасли в Российской Федерации на период до 2030 г.

В этой статье остановимся подробнее на этапе изысканий, как основе жизненного цикла объекта, и на том, какие изыскательские задачи решает новая разработка ТИМ КРЕДО.

Исходя из принципов технологии информационного моделирования, геодезические, геологические и другие инженерные изыскания играют огромную роль в жизненном цикле проекта, являясь основой для принятия верных, экономически обоснованных проектных и строительных решений. Все разделы инженерных изысканий вносят свою часть информации в формирование сводной информационной модели местности.

Программная система ТИМ КРЕДО для обработки инженерных изысканий состоит из следующих модулей: ТОПОГРАФИЯ, ГЕОЛОГИЯ и ИЗЫСКАНИЯ (комплексное решение, содержащее все возможности двух других модулей).

Модуль ТИМ КРЕДО ТОПОГРАФИЯ позволяет настроить необходимые цепочки обработки инженерно-геодезической информации вне зависимости

от типа и марки использованного оборудования, будь то облака точек или файлы, полученные с тахеометров, — все данные сводятся в единую модель, дополняются архивной информацией (предварительно обработанными картографическими материалами, векторными подложками и пр.).

Использование ТИМ КРЕДО для ведения единой сводной модели дает важное преимущество — возможность работы как в государственных, так и в локальных системах координат с использованием картографических веб-сервисов.

Формирование цифровой модели местности давно уже стало стандартом работы инженера, а переход от плоских чертежей в 3D можно считать свершившимся фактом. Однако современные условия требуют наполнения элементов ЦММ атрибутивной информацией и выстраивания связей между атрибутами и геометрическими параметрами всех объектов.

Первым разделом формирования информационной цифровой модели местности (ИЦММ) обычно является создание цифровой модели рельефа (рис. 1). Инструменты ТИМ КРЕДО для работы с поверхно-

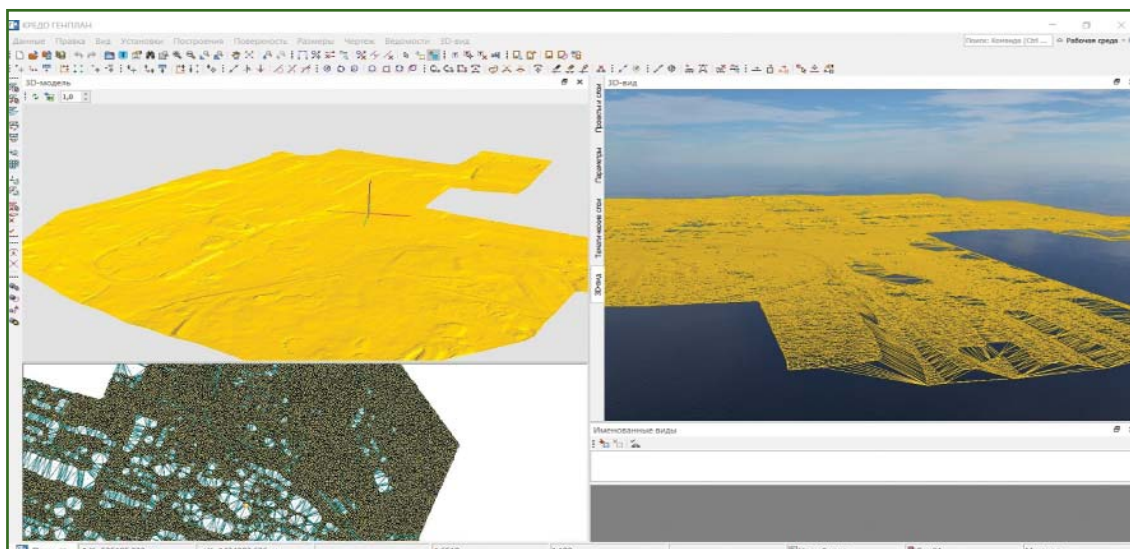


Рис. 1
Цифровая модель рельефа

стями позволяют моделировать рельеф любой сложности, формировать проектные поверхности, выполнять операции по сравнению поверхностей, нахождению пересечений и пр.

ТИМ КРЕДО позволяет качественно формировать модель поверхности, учитывая различные микроформы рельефа, в том числе и в автоматическом режиме. Качественная модель поверхностей обеспечивает принятие экономически обо-

снованных проектных решений, возможность подсчета объемов грунта, составление картограмм и графиков распределения земляных масс.

Вторым разделом информационной модели местности является цифровая модель ситуации, характеризующая положение на местности как естественных, так и искусственных объектов (рис. 2). Функционал системы ТИМ КРЕДО позволяет описывать не только

геометрическое положение объектов на местности методами координатной геометрии, но и формировать информационные модели объектов, насыщенные атрибутивной и графической информацией. Использование редактируемых классификаторов дает возможность гибко подходить к созданию типов данных, формировать необходимые взаимосвязи и выстраивать иерархию подчинения в информационной модели.

Одним из характерных разделов цифровой модели ситуации является цифровая модель коммуникаций (сводный план коммуникаций, рис. 3). Широкие возможности моделирования в ТИМ КРЕДО позволяют формировать одновременно и цифровой топоплан и трехмерные объекты, сразу связанные в единое целое. Применение стилей коммуникации позволяет в рамках одного объекта использовать различные точечные и линейные элементы со своими характеристиками, материалами, формами и размерами.

В разделе инженерно-экологических изысканий вносятся

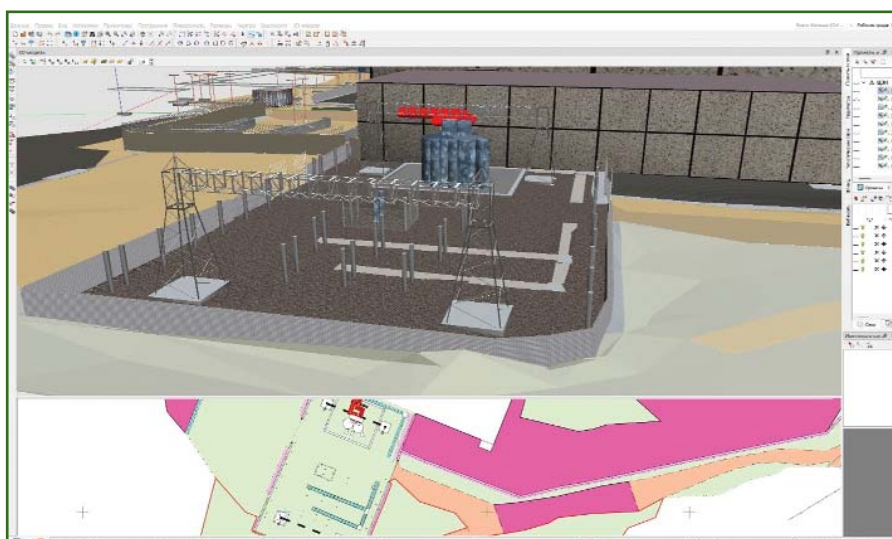


Рис. 2
Цифровая модель ситуации

данные о содержании и концентрации веществ в зоне проектируемого объекта, данных замера шума, границах различных охранных зон. В сводной модели инженерно-экологические данные представлены объектами классификатора с соответствующими атрибутами, при этом значение атрибутов наглядно отображается в 3D модели (рис. 4).

Еще одной обязательной частью информационной модели местности, полученной по данным инженерных изысканий, является раздел гидрометеорологических изысканий. Он может содержать в себе как объекты, представленные элементами поверхностей (зеркало воды, различные уровни подтопления, береговые линии и пр.), так и точечные, линейные и площадные объекты с собственной семантикой.

Раздел инженерно-геологических изысканий применительно к технологиям информационного моделирования также требует внимания с точки зрения комплексности работ.

Обработка инженерно-геологической информации традиционно начинается с полевых геологоразведочных работ,

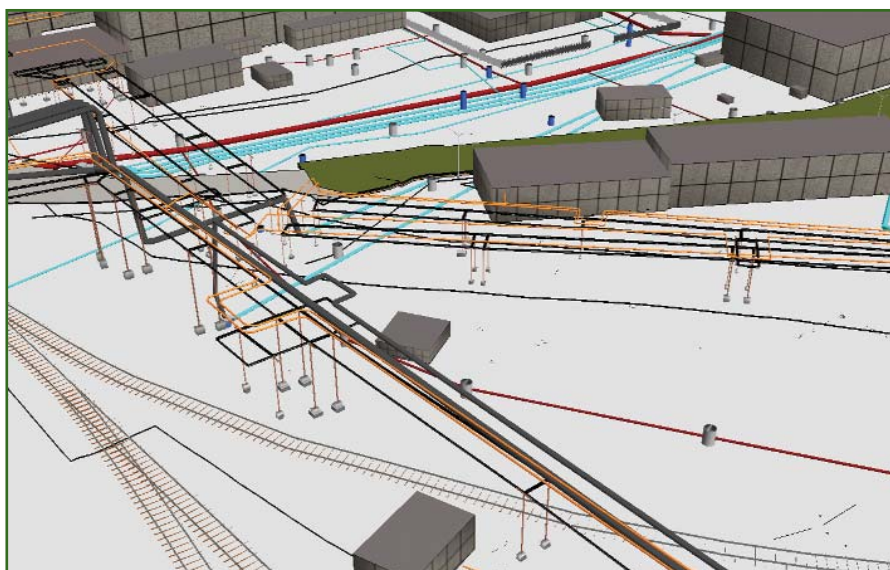


Рис. 3
Цифровая модель коммуникаций

проводимых прямым и косвенными методами. Модуль ТИМ КРЕДО ГЕОЛОГИЯ позволяет свести результаты полевого этапа в единую информационную модель, обработать данные из различных источников и сформировать необходимую библиотеку инженерно-геологических скважин и грунтов с их физико-механическими и химическими характеристиками.

3D модель формируется на основании сетки плоских гео-

логических разрезов, которая позволяет точно отображать геологическое строение объекта производства работ (рис. 5). В результате геологическая модель, сформированная из 3D тел, несет в себе полную информацию обо всех характеристиках грунта, заданных в геологической легенде.

Использование геологической информации, подготовленной в ТИМ КРЕДО, повышает качество принимаемых проектных решений, поскольку имея

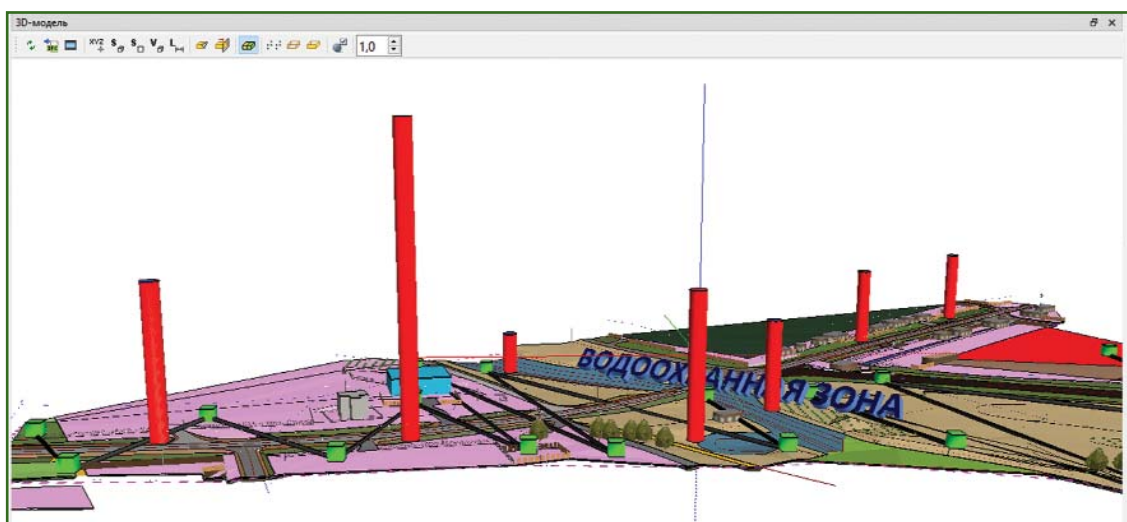


Рис. 4
Данные экологических и гидрометеорологических изысканий в виде 3D модели

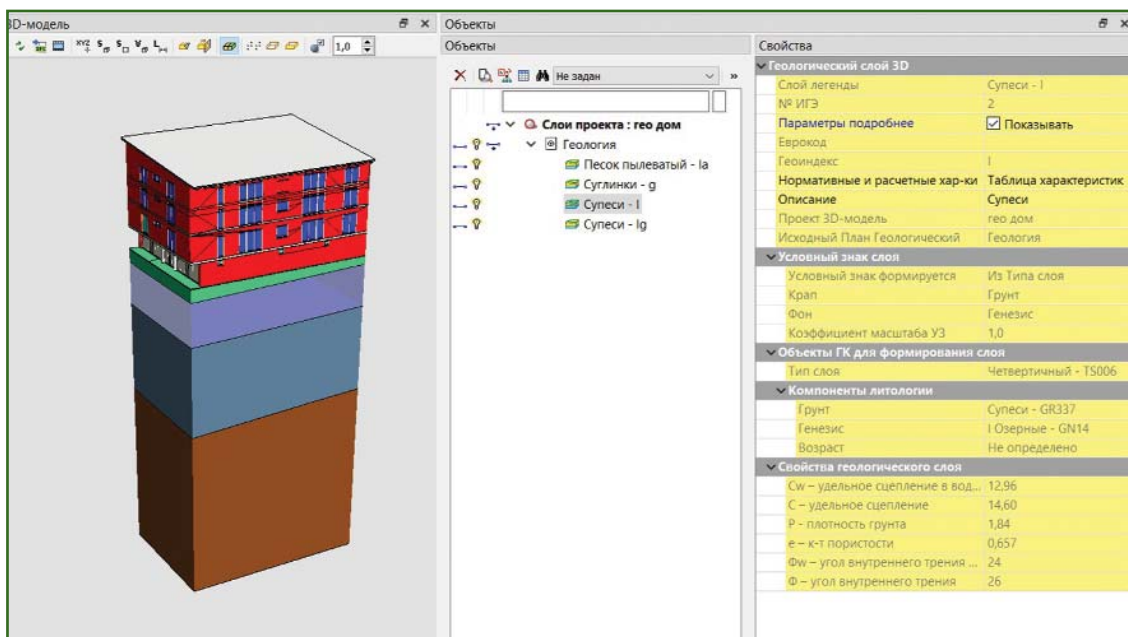


Рис. 5
3D-модель геологического строения

3D-модель геологического строения, проектировщик может извлекать из нее информацию в любом необходимом объеме.

В настоящее время технологии информационного моделирования, в основе которых лежат инженерные цифровые модели местности, активно используются и в целях поддержания в актуальном состоянии дежурных планов территорий. Использование таких моделей позволяет значительно упростить процесс мониторинга изменений, происходящих на территории, и вместе с этим обеспечить точной пространственной информацией не только структуры органов власти, но и всех заинтересованных потребителей.

ТИМ КРЕДО позволяет достаточно быстро организовать коллективную работу специалистов в части обеспечения электронного документооборота, основанного на использовании специализированных реестров пользователей, запросов и требований с возможностью адаптации их семантического опи-

сания под нужды конкретной организации. Информация о топогеодезической изученности территории формируется в результате работы с пространственно привязанными запросами на выдачу информации, что позволяет в любой момент времени оценить имеющиеся сведения и запланировать соответствующие мероприятия по их актуализации.

Сформированная в итоге ИЦММ является не только основой для последующих этапов жизненного цикла объекта капитального строительства, но и источником формирования традиционных отчетов и выходных графических материалов.

Ведение такого сложного вида деятельности, как информационное моделирование, невозможно без среды общих данных (СОД), которая обеспечивает права доступа всем участникам бизнес-процесса. Такой СОД в ТИМ КРЕДО является Хранилище Документов — утилита для настройки правил хранения и структуры данных объекта, распределения ролей участни-

ков и ведения полной истории работ.

Все модули, входящие в состав программной системы ТИМ КРЕДО, находятся в единой информационной оболочке, что упрощает работу пользователя и исключает необходимость переключения между ними и потерю данных. Значительное сокращение затрат времени происходит за счет внедрения средств анализа данных и автоматизации основных проверок, выполняемых для подтверждения корректности внесенных изменений, поиска коллизий модели.



**ООО «КОМПАНИЯ
«КРЕДО-ДИАЛОГ»**

Тел: (499) 350-73-15

E-mail:

moscow@credo-dialogue.com

www.credo-dialogue.ru

УЧАСТИЕ КОМПАНИИ «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» В МЕРОПРИЯТИЯХ: ОТ КИТАЯ ДО НОВОКУЗНЕЦКА*

▼ Итоги турне по Китаю

Весной 2023 г. делегация компании «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» совершили масштабное турне по Китаю. Целью поездки было очное знакомство с партнерами компании и обсуждение вопросов по поставкам новых моделей геодезического оборудования.

С первых часов Китай поразил своим уровнем развития, сервисом, современными электрическими автомобилями, скутерами, удобными самолетами собственного производства, состоянием инфраструктуры и отелей. Участники делегации отметили, что в каких-то моментах Китай превосходит развитые страны Европы, где удалось побывать до 2022 г.

В южных городах Китая, таких как Гуанчжоу и Шанхай, на наш взгляд, количество полностью электрических и гибридных автомобилей составляет более 50% от всего парка автомобилей, а бензиновых скутеров нет вообще. В Пекине бензиновых «коней» пока что больше, чем электрических, и связано это исключительно с холодным климатом в регионе.

Первый официальный визит состоялся в компанию **ComNav Technology** (бренд SinoGNSS) — производителя ГНСС-приемников, полевых контроллеров и систем управления сельскохозяйственной техникой, с которыми ГСИ работаем уже год. Бы-



ло интересно побывать в офисе и на производстве, посмотреть, как организованы процессы, пообщаться с собственниками компании не по телемосту, а вживую.

Офис ComNav Technology расположен в Шанхае и занимает современное 7-этажное здание с большим выставочным залом. В нем представлена история компании, выставлены различные образцы спутниковых приемников, систем управления сельскохозяйственной техникой, а также платы и чипы. ComNav Technology является одной из немногих компаний, которая занимается разработкой и производством собственных чипов для ГНСС-оборудования и систем сельского хозяйства. Эти чипы зачастую используются и другими производителями спутникового и навигационного оборудования.

В этом же здании, помимо производственных мощностей и

складских помещений, находятся группы технической поддержки и разработки современных навигационных приемников. На крыше офиса постоянно идет тестирование приемников и плат, прошивок и программного обеспечения для полевых контроллеров.



* Статья подготовлена пресс-службой компании «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ».



Переговоры с представителями компании проходили в теплой дружеской обстановке, по окончании которых участникам делегации продемонстрировали работу новых спутниковых приемников и систем управления сельскохозяйственной техникой.

Производственные мощности по созданию чипов и плат располагаются в современных помещениях, оборудованных всем необходимым, содержащихся в чистоте и порядке. Фотосъемка на производстве запрещена, поскольку там проводится много уникальных технологических процессов.

Для специалистов ГСИ было важно своими глазами увидеть производство приборов, предлагаемых под брендом SinoGNSS. После этого мы убедились в абсолютно верном выборе нового поставщика. Российский рынок ждет еще много интересных решений от компании ComNav Technology.

С поставляемым ГНСС-оборудованием SinoGNSS можно ознакомиться на сайте — www.gsi.ru/catalog/gnss/comnav.

Компания **GOSLAM** стала следующей, куда отправилась делегация ГСИ. Офис GOSLAM располагается в столице Китая — Пекине. Это атмосферный, красивый и технологичный город.

Сотрудники и собственники компании GOSLAM оказали теплый прием. Провели презентацию о компании и продемонстрировали обновленный сканер, который в ближайшей перспективе будет доступен только для группы компаний «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ». ГСИ является официальным представителем GOSLAM в России, и на переговорах было подтверждено дальнейшее взаимовыгодное сотрудничество между компаниями.

В настоящее время становится все более популярным ручной сканер GOSLAM RS100S, который находит применение во многих областях: строительство, маркшейдерия, геодезия и т. д. В ближайшем будущем планируется модернизация данной модели. Новый прибор будет отличаться значительным функционалом, небольшим весом и дополнительными аксессуарами. Хочется отметить, что это будет эксклюзивное оборудование, не имеющее аналогов на российском рынке.



Компания GOSLAM модернизирует не только сканирующие системы, но и аксессуары, которые поставляются вместе со сканером и значительно усиливают/упрощают рабочий процесс. Речь идет про крепления на рюкзак, дополнительный

модуль для работы в RTK и т. д. Новая прошивка уже позволяет работать с ГНСС-оборудованием различных брендов.



Было интересно очно пообщаться с представителями компании GOSLAM, увидеть вживую процесс производства. Надеемся, что компания GOSLAM будет всегда идти на шаг впереди своих конкурентов по ручным лазерным сканерам, а мы — поставлять нашим клиентам высокотехнологичные решения.

С поставляемым ручным сканером GOSLAM RS100S можно ознакомиться на сайте — www.gsi.ru/catalog/laser_scanner/goslam_rs100s.

➤ Сотрудничество с учебными заведениями

ГСИ продолжает активно сотрудничать с учебными заведениями, и с начала 2023 г. сотрудники компании уже успели принять участие в различных мероприятиях.

Недавно в Московском индустриальном колледже проводился чемпионат профессионального мастерства города Москвы «**Московские мастера 2023**». Это соревнования, где участники должны продемонстрировать свои навыки за оп-



ределенное количество времени, выполнив ряд практических заданий. Команда ГСИ выступила в качестве экспертов по оценке умений участников в области проведения геодезических измерений. В рамках чемпионата была проведена презентация современного геодезического оборудования.

30 мая завершился молодежный технический чемпионат

«Кадры для промышленности» по специализации «Геопространственные технологии», организатором которого выступил Союз маркшейдеров России совместно с ведущими поставщиками оборудования.

В соревнованиях приняли участие студенты таких учебных заведений, как МИИГАиК, Горный институт НИТУ «МИСиС», МГРИ, ГБПОУ МО «Колледж

«Подмосковье». На протяжении двух месяцев участники прошли через три подготовительных этапа, на которых смогли ознакомиться с современными технологиями и перенять практический опыт специалистов различных производственных предприятий и поставщиков геодезического оборудования.

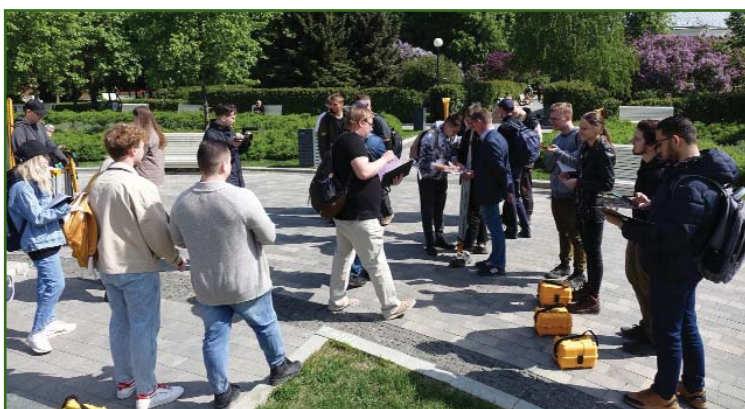
Специалисты компании «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» принимали непосредственное участие в чемпионате на всех его этапах и сопровождали процесс подготовки участников как в очном формате, так и дистанционно, предоставив для этого необходимую материальную базу, а также подготовили конкурсные задания и помогли организаторам провести соревновательную часть.

Финальные конкурсные задания позволили оценить уровень полученных знаний и практических навыков. Участники показали свои навыки и умения в различных сферах профессиональной деятельности, таких как нивелирование, тахеометрическая съемка, работа с ГНСС-оборудованием, обработка результатов аэрофотосъемки и наземного лазерного сканирования.

▼ Участие в выставках

С 17 по 19 мая на площадке МВК «Новосибирск Экспоцентр» прошел крупнейший в России Форум в области геопространственной деятельности — XIX Международная выставка и научный конгресс **«Интерэкспо ГЕО-Сибирь»**. Форум собрал около 3000 представителей более чем 260 организаций из 23 субъектов РФ и стран ближнего зарубежья. В течение трех дней было представлено 474 доклада на различные актуальные темы.

В рамках Форума были организованы заседания в формате «круглого стола», мастер-классы, пленарные заседания по широкому спектру геoinформаци-





ционных вопросов в целях обобщения передового российского и зарубежного опыта, а также прошел открытый фестиваль по робототехнике «Взгляд в будущее». Мероприятие было полезно не только для научного сообщества, но и для молодых специалистов.

ГСИ-Новосибирск совместно с Томским государственным архитектурно-строительным университетом приняли участие в выставке, где представили новые тахеометры VEGA и спутниковое оборудование SinoGNSS.

Подробнее о форуме — <https://sgugit.ru/geosibir/?ysclid=li33sbaw1k847461365>.

С 6 по 9 июня в Новокузнецке состоялась масштабное мероприятие — Международная специализированная выставка технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг 2023». Это единственный в России проект для всех отраслей горно-рудной промышленности и уникальная площадка для демонстрации современных технологий, которая открывает зарубежным и отечественным компаниям новые горизонты сотрудничества и позволяет использовать представленные возможности для развития бизнеса. Выставка оказывает большое влияние на процесс разви-

тия угольных предприятий всей России и является выставкой № 1 в мире по технологиям подземной добычи угля.

Примечательно, что в этом году, несмотря на уход многих производителей, масштаб выставки не только не сократился, но и значительно увеличился. Присутствовали представители из Азиатского региона, а также большое количество отечественных разработчиков и производителей спецтехники и оборудования.

ГСИ-Новосибирск на своем стенде продемонстрировали новинку сезона — серию электронных тахеометров VEGA (торговая марка ГСИ), которая

является доступным решением на российском рынке.

Также был представлен ГНСС-приемник SinoGNSS Venus Laser RTK. Его уникальной особенностью является наличие лазера и модуля IMU, что позволяет получать координаты точки без необходимости установки прибора над ней и тем самым избежать риска возникновения травм при съемке в опасных или в труднодоступных местах.

Большой интерес у посетителей вызвала лазерная сканирующая система GOSLAM. Она дает возможность получать трехмерное изображение объектов с высокой точностью, по которому в дальнейшем можно



рассчитать объемы, провести моделирование и т. д. Для всех желающих специалисты ГСИ-Новосибирск проводили на стенде демонстрацию работы оборудования. Важно отметить, что температурный режим работы сканера составляет от -30°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Также прибор может быть закреплен на автомобиле, квадрокоптере и использоваться совместно с ГНСС-приемником.

Все представленное оборудование внесено в реестр средств измерений и имеет свидетельство о поверке.

СВЕРХПРОЧНЫЕ ГНСС-АНТЕННЫ. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ*

Пространственные данные, непрерывно предоставляемые глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС), используются не только в геодезических и кадастровых работах и при навигации на земле, воде и в воздухе, но и в таких сферах деятельности как:

- строительство линейных и площадных объектов;
- точное земледелие в сельском хозяйстве;
- добыча полезных ископаемых открытым способом;
- аэрофотосъемка с пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов.

Эти сферы деятельности предъявляют особые требования к ГНСС-антеннам, поскольку последние размещаются на машинах, которые постоянно испытывают значительные динамические нагрузки, а требование к точности пространственного положения антенн в режиме реального времени относительно навесного оборудования составляет несколько миллиметров.

Так, например, при строительстве дорожного полотна данные ГНСС о точном пространственном положении режущей кромки навесного оборудования машины (отвала у бульдозера и грейдера или ковша у экскаватора) передаются оператору на дисплей, а он вручную перемещает его на требуемое положение в плане и по высоте. В автоматических системах данные о точном пространственном положении навесного оборудования передаются на гидравли-

ческие устройства, которые автоматически перемещают его в проектное положение.

Как отмечалось выше, ГНСС-антенны, установленные на движущихся машинах, регулярно подвергаются вибрационным воздействиям, а иногда и ударным нагрузкам. Чтобы обеспечить их стабильное пространственное положение относительно навесного оборудования, к конструкции и прочности антенн предъявляются особые требования.

Компания Harxon, основанная в 2008 г., имеет в своем модельном ряде вибро- и ударозащищенные ГНСС-антенны, разработанные специально для применения в подобных условиях.

Сверхпрочные ГНСС-антенны Harxon представлены следующими моделями: НХ-CVХ606А (рис. 1), НХ-CVХ600А (рис. 2) и НХ-CVХ603А (рис. 3). Их основные технические характеристики приведены в таблице.

Каждая из антенн является мультисистемной и поддерживает L-Band.

Наиболее производительная из них — НХ-CVХ606А, которая помимо вибро- и ударозащищенности обладает расширенным диапазоном рабочих температур: от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Она может использоваться также при выполнении высокоточных геодезических измерений.

НХ-CVХ603А находит применение для выполнения аэрофотосъемки с пилотируемых само-



Рис. 1
Общий вид ГНСС-антенны НХ-CVХ606А



Рис. 2
Общий вид ГНСС-антенны НХ-CVХ600А



Рис. 3
Общий вид ГНСС-антенны НХ-CVХ603А

летов и беспилотных летательных аппаратов, обладающих грузоподъемностью, достаточной для установки ГНСС-антенны весом 250 г.

* Статья подготовлена пресс-службой компании «ГНСС плюс».

Основные технические характеристики сверхпрочных ГНСС антенн Naрхон

Наименование параметра	Значение
	НХ-CVХ606А
Принимаемые сигналы	GPS L1/L2/L5, ГЛОНАСС L1/L2/L3, GALILEO E1/E5a/E5b/E6, BDS B1/B2/B3, QZSS L1/L2/L5/L6, IRNSS L5, SBAS L1/L5, L-Band
Усиление, дБ	40±2
Вибрационное воздействие, г / Гц	9,8 (СКО) / 24–2000
Ударное воздействие (продолжительность 6 мс, 3 удара по взаимно перпендикулярным осям), г	75
Диапазон рабочих температур, °С	от –50 до +85
Защита от пыли и влаги	IP67, IP69K
Диаметр, мм	150
Высота, мм	57,3
Вес, г	≤800
	НХ-CVХ600А
Принимаемые сигналы	GPS L1/L2/L5, ГЛОНАСС L1/L2/L3, GALILEO E1/E5a/E5b/E6, BDS B1/B2/B3, QZSS L1/L2/L5/L6, IRNSS L5, SBAS L1/L5, L-Band
Усиление, дБ	40±2
Вибрационное воздействие, г / Гц	9,8 (СКО) / 24–2000
Ударное воздействие (продолжительность 6 мс, 3 удара по взаимно перпендикулярным осям), г	75
Диапазон рабочих температур, °С	от –40 до +85
Защита от пыли и влаги	IP67, IP69K
Диаметр, мм	150
Высота, мм	53
Вес, г	≤600
	НХ-CVХ603А
Принимаемые сигналы	GPS L1/L2/L5, ГЛОНАСС L1/L2/L3, GALILEO E1/E5a/E5b/E6, BDS B1/B2/B3, QZSS L1/L2/L5/L6, IRNSS L5, SBAS L1/L5, L-Band
Усиление, дБ	40±2дБ
Диапазон рабочих температур, °С	от –40 до +85
Защита от пыли и влаги	IP67
Диаметр, мм	90,6
Высота (с учетом разъема), мм	42
Вес, г	≤250

Следует отметить, что ассортимент ГНСС-антенн компании Naрхон достаточно широк — от небольших OEM-антенн до антенн типа Choke Ring и Smart, объединенных с ГНСС-приемниками. Антенны различаются по типу конструкции, отраслевому назначению, количеству поддерживаемых ГНСС и частот и многим другим параметрам.

К областям применения ГНСС-антенн Naрхон относятся:

геодезическая съемка, высокоточные геодезические работы, сети постоянно действующих базовых станций, аэрофотосъемка, сопровождение строительства, точное земледелие, управление планировочной и землеройной строительной техникой, беспилотные наземные транспортные средства, гидрографические работы, высокоточная синхронизация времени и многое другое.

Кроме того, компания Naрхон разрабатывает и производит высокотехнологичное оборудование для ГНСС-позиционирования и модемы для беспроводной передачи данных.

С 2022 г. компания «ГНСС плюс» является официальным дилером Naрхон Corporation на территории России, а в настоящее время и эксклюзивным поставщиком сверхпрочных ГНСС-антенн Naрхон.

«ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ 2023»: ИТОГИ

С 17 по 19 мая 2023 г. на площадке МВК «Новосибирск Экспоцентр» прошел крупнейший в России Форум в области геопространственной деятельности — XIX Международная выставка и научный конгресс «Интерэкспо ГЕО-Сибирь». Мероприятие собрало около 3000 участников, представляющих более чем 260 организаций из 23 субъектов РФ и стран ближнего зарубежья. В работе конгресса и выставки приняли участие ученые и специалисты из 47 городов России, Казахстана, Узбекистана, Киргизии, Таджикистана, Азербайджана, Афганистана, Монголии, Италии и США.

Организатором Форума выступил Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ), празднующий в этом году 90-летие со дня основания. В числе соорганизаторов Форума: Правительство Новосибирской области, мэрия города Новосибирска, Управление Росреестра по Новосибирской области, АО «Роскартография», НИЯУ МИФИ и МВК «Новосибирск Экспоцентр».

В качестве спонсоров Форума выступили: Благотворительный фонд поддержки социальных инициатив и оказания адресной помощи «ВТБ-Страна», ООО «Центр образовательных решений» и СРО Ассоциация «ОКИС».

В течение трех дней на 30 различных мероприятиях было представлено 474 доклада. Главным из них стало пленарное заседание «Пространственные данные как драйвер устойчивого социально-экономического и пространственного развития Российской Федерации». Участ-

ники обсудили вопросы, связанные с использованием пространственных данных в качестве драйвера устойчивого социально-экономического развития РФ; обобщили передовой опыт в различных функциональных областях геопространственной деятельности; рассмотрели способы мотивации для развития промышленных и научно-исследовательских коопераций и коллабораций. Модераторами заседания выступили: генеральный директор АО «Ракурс», почетный профессор СГУГиТ В.Н. Адров и директор АО «Научно-производственное объединение геодезии и геодинамики», председатель центрального правления МОО «Российское общество геодезии, картографии и землеустройства» Г.Г. Побединский.

В рамках научного конгресса прошло заседание в формате «круглого стола»: «Вопросы в сфере земельно-имущественных отношений на современном этапе». Организатором дискуссионной площадки стал Департамент имущества и земельных отношений Новосибирской области. Его участники обсудили возможность реализации соглашений о сотрудничестве и информационном взаимодействии в сфере земельно-имущественных отношений, заключенных Департаментом имущества и земельных отношений Новосибирской области с исполнительными органами государственной власти 15 субъектов РФ. Также состоялся взаимный обмен опытом работы и успешными практиками в сфере земельно-имущественных отношений, обсуждение актуальных вопросов и складывающейся судебной практики.

Состоялась международная конференция «Трансграничное сотрудничество России и стран СНГ: формирование единого геоинформационного обеспечения системы рационально-



го природопользования». На ней рассматривались вопросы научно-технического сотрудничества России и стран СНГ в целях формирования единого геоинформационного обеспечения системы природопользования и проведение геодези-



ческих работ на трансграничных территориях, а также способы сотрудничества высших учебных заведений в вопросах формирования системы рационального природопользования.

Форум дал импульс для установления новых партнерских отношений в образовательной и научно-исследовательской областях.

Ректоры СГУГиТ и НИЯУ МИФИ заключили договор о сотрудничестве по совместной организации научных мероприятий, в том числе проведению научных исследований по приоритетным направлениям обоих вузов, обмену научной информацией, совместному изданию научной, учебной и методической литературы, организации и проведению совместных мероприятий в области IT-образования и развитию инновационной экосистемы.

Партнером СГУГиТ также выступил 27 ЦНИИ МО РФ. Руководителями организаций был подписан договор о сотрудничестве и взаимодействии, в том числе по ведению единой согласованной политики, направленной на совершенствование системы астрономо-геодезического, навигационного и геоинформационного обеспечения ВС РФ.

Также состоялось подписание трехстороннего соглашения между СГУГиТ, Балтийским фе-

деральным университетом имени Иммануила Канта и АО «Балтийское аэрогеодезическое предприятие». В рамках сотрудничества планируется осуществлять взаимовыгодную интеграцию научного, образовательного и производственного потенциала, взаимообмен профессиональным опытом и исследовательскими данными, а также оказывать поддержку в подготовке высококвалифицированных специалистов в области геопространственных технологий.

В выставке приняли участие экспоненты из 8 субъектов РФ, в том числе АО «Роскартография», ООО «Геобонд» (Санкт-Петербург), ГК «Беспилотные системы» (Ижевск) и др.

АО «Ракурс», представители которого являются постоянными участниками выставки и конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь», в честь 90-летнего юбилея СГУГиТ презентовали вузу программное обеспечение РНО-TOMOD. Это первая разработанная в России цифровая фотограмметрическая система, которая применяется для фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования Земли.

Форум был полезен не только для научного сообщества, но и для молодых профессионалов. В рамках Форума прошли открытый фестиваль по робототехнике «Взгляд в будущее», в котором приняло участие 12 школ Новосибирской области, и Международная студенческая олимпиада по геодезии, в которой соревновались 9 команд из Новосибирска, Москвы, Санкт-Петербурга, Тюмени, Омска, а также участники из Казахстана: Караганда и Семей.

С более подробной информацией о Форуме можно ознакомиться на сайте — <https://sgugit.ru/geosibir>.

**По информации
пресс-службы СГУГиТ**

III СОВМЕСТНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЦИФРОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: КОСМИЧЕСКИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ, ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ»

III Совместная международная научно-техническая конференция «Цифровая реальность: космические и пространственные данные, технологии обработки» состоится в городе Сочи 16–18 октября 2023 г.

Конференция стала базовой коммуникационной площадкой для обсуждения задач развития дистанционного зондирования Земли, картографии и смежных наук, формирования коопераций, в том числе международных, коммерциализации геопространственных и космических данных, совершенствования отраслевой нормативно-правовой базы.

Целью конференции является выстраивание профессиональных мостов между участниками рынка, обмен опытом, региональными практиками и лучшими решениями в сфере космической деятельности, геодезии, картографии и геоинформатики.

Организаторы конференции: АО «Ракурс», АО «Роскартография» и Госкорпорация «Роскосмос», при поддержке Росреестра.

Медиа-партнеры: BFM.ru, журнал «Геопрофи», журнал «Информация и Космос», Деловое издание и web-портал «НОЗС», «Ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на базе глобальных на-

вигационных спутниковых систем «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум».

Важные даты:

15 августа 2023 г. — окончание ранней регистрации.

28 сентября 2023 г. — окончание приема заявок на участие в конференции.

31 августа 2023 г. — крайний срок предоставления темы доклада.

8 сентября 2023 г. — завершение приема материалов для публикации.

Со стоимостью участия можно ознакомиться на сайте конференции <https://conf.racurs.ru> в разделе «Участникам».

Место проведения: ОГК «Лазурная Отель и СПА» (подробнее о специальных условиях бронирования номеров можно узнать на сайте конференции <https://conf.racurs.ru> в разделе «Место проведения»).

Научная программа конференции будет состоять из пленарных и секционных заседаний, мастер-классов и круглых столов.

Предварительные секции и темы конференции:

— «Пространственные данные для инфраструктурного развития России»;

— «ЕЭКО как база для цифровой трансформации строительства и кадастра»;

— «Проект «Цифровая Земля — инструмент для предоставления продуктов, сервисов

и услуг на основе данных ДЗЗ для социально-экономического развития РФ и ее регионов»;

— «Технологии обработки данных ДЗЗ из космоса: новые возможности»;

— «Космические системы дистанционного зондирования Земли»;

— «Фотограмметрия»;

— «Перспективные геопространственные технологии»;

— «Пространственные данные и технологии в образовании»;

— «Проблемные вопросы использования пространственных и космических данных в интересах регионального развития»;

— «Современные проблемы отрасли геодезии, картографии и ДЗЗ. Проблемы импортозамещения»;

— «Сотрудничество в области пространственных и космических данных в рамках Союзного Государства, Содружества Независимых Государств, ЕАЭС и БРИКС».

С материалами I и II Совместной международной научно-технической конференции «Цифровая реальность: космические и пространственные данные, технологии обработки» можно ознакомиться на сайте конференции <https://conf.racurs.ru> в разделе «Архив».

По информации оргкомитета конференции



МОСКОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ



СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 21.02.19 ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

ВЫ НАУЧИТЕСЬ:

- Управлять земельно-имущественным комплексом.
- Осуществлять кадастровые отношения.
- Обеспечивать картографо-геодезическое сопровождение земельно-имущественных отношений.
- Определять стоимость недвижимого имущества

В РАМКАХ ДАННОЙ РАБОТЫ ПРОВОДИТСЯ:

- охрана земель;
- создаются новые землепользования;
- упорядочиваются существующие угодья;
- выносятся границы между участками;
- улучшаются ландшафты и другое.



✉ pk@mkgik.org

☎ +7(499)149-82-33

📍 121467, Москва, ул.

Молодогвардейская, 13



НОВИЧКА

VEGA

Электронные
тахеометры

VEGA NX60



на правах рекламы

VEGA NX50

VEGA NX40



Специально адаптированы
на производстве к суровым
Российским зимним условиям

GSI[®]
www.gsi.ru

WWW.GEOPROFI.RU



ПРОФЕССИОНАЛЬНО ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ!

ГЕОПРОФИ #3-2023