

#2
2020

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

ТОПОГРАФ
#104

Платиновый спонсор



Золотой спонсор

75 ЛЕТ ПОБЕДЫ
В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ
ВОЙНЕ 1941–1945 ГГ.

Л.А. КАШИН — ТРУЖЕНИК ТЫЛА

ВОЕННЫЕ ТОПОГРАФЫ
В АНТАРКТИДЕ

ТРЕХМЕРНАЯ СТЕРЕОМОДЕЛЬ —
ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ГОРОДА

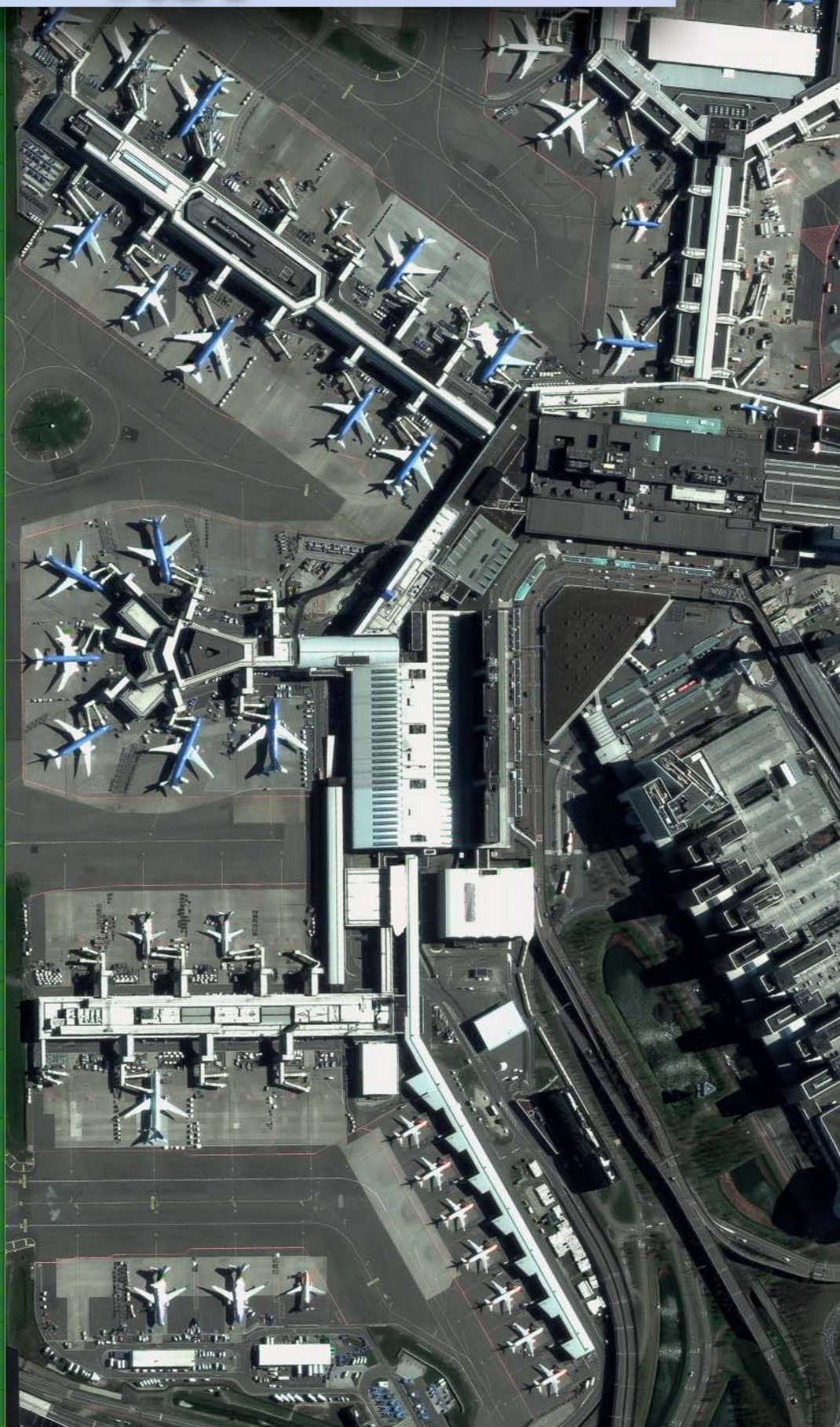
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
КРЕДО 3D СКАН

СЪЕМКА TRIMBLE MX9 ПРИ
ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ PPP STATIC

НОВЫЙ СТАНДАРТ
ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ
ИЗМЕРЕНИЙ JAVAD GNSS

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИЙ
ПО ДАННЫМ С КА SENTINEL-1



TRIMBLE MX9

МОБИЛЬНОЕ

ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ



Сканирование и картографирование в больших объемах



**Дальность
до 420 м**

Сканирование дороги и прилегающих территорий на больших расстояниях.



**Скорость
до 110 км/ч**

Высокая скорость движения при плотном облаке точек. Две сканирующие головы по 1 млн точек в секунду.



**Простота
Установки**

Легкая и быстрая установка, простой запуск и управление.



ТиГео
Официальный поставщик Trimble
+7 495 121 78 90
www.tigeo.ru

При поддержке



РУСНАВГЕОСЕТЬ
С ТОЧНОСТЬЮ ДО САНТИМЕТРА

Уважаемые коллеги!

Этот номер журнала готовился в условиях самоизоляции (#сидимдома), которые позволили острее ощутить, какой ценой досталась советскому народу Победа в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.

В настоящее время невидимый враг COVID-19, как фашистские войска, вероломно окружил нас, нарушив повседневный ритм жизни. Он вынудил нас покинуть рабочие места и «эвакуировать» их в свои квартиры, как заводы, фабрики и учебные заведения были эвакуированы во время войны. Как в войну на передовой находятся врачи, а мы — в «тылу» и пока провели здесь только 50 дней и ночей, а война длилась 1418 дней и ночей. Как в войну, мы ежедневно следим за сводками заболевших и умерших не только в России, но и в других странах. За время войны потери СССР составили 40–41 миллион человек, каждый день погибало около 28 тысяч.

Этот психологический прессинг создает дополнительное напряжение в работе. И начинаешь не только понимать, но и чувствовать, как нелегко было в голодное военное время работать по 12–14 часов, а то и больше, чтобы обеспечить всем необходимым войска на передовой. Только благодаря стойкости тех, кто остался в тылу, солдатам Великой Отечественной войны — рядовым и сержантам, офицерам и генералам — удалось добиться долгожданной Победы!

Трудно найти слова благодарности всем, кто выдержал это испытание, остановил и уничтожил вероломного врага, а потом восстанавливал разрушенную страну.

Почему мы говорим о них в прошедшем времени? По той простой причине, что прошло 75 лет, и большинства уже нет с нами. О некоторых участниках боевых действий и тружениках тыла в Великую Отечественную войну 1941–1945 гг. мы рассказывали на страницах журнала.

В этом номере, в статье, посвященной работе военных топографов в Антарктиде в послевоенное время, рассказывается о еще об одном ветеране — Лазареве Георгии Евграфовиче, отметившем 5 мая 2020 г. свое 95-летие. Георгий Евграфович был одним из инициаторов и участником освоения Антарктиды военными специалистами.

Не менее интересны и ценны воспоминания Прокофьевой Тамары Александровны — жены Леонида Андреевича Кашина об учебе и работе в тылу в 1941–1945 гг. В это время Леонид Андреевич был студентом МИИГАиК и участвовал в геодезическом обеспечении строительства военных аэродромов в Ивановской области, а также в обустройстве дислокации воинских частей вблизи Семипалатинска в Казахстане. После защиты диплома в 1944 г., став инженером астрономо-геодезистом, он, по заданию Генерального штаба Красной Армии, выполнял топографо-геодезические работы в районе Сталинграда. Его работа в годы войны была отмечена медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.».

Конечно, в рамках одного издания невозможно рассказать обо всех участниках войны и тружениках тыла, которые создавали подробные топографические карты, предоставляли точные координаты вражеских позиций для артиллерии, возводили аэродромы и достоверно отображали на картах итоги войны, чтобы избежать конфликтов в мирное время.

К 75-й годовщине Победы многие организации подготовили различные информационные и картографические материалы, провели турниры и конкурсы, отдавая дань памяти участникам тех событий. Приведем некоторые из них:

— Атлас сражений Великой Отечественной войны 1941–1945 гг., Туристический атлас «Дорогами воинской славы 1941–1945» (АО «Роскартография»);

— сборник рассказов «Геодезисты на фронте и в тылу», В.Р. Яценко (ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД»);

— Турнир «К 75-летию Великой победы» Всероссийского конкурса профессионального мастерства кадастровых инженеров «Кадастровый марафон» 2019/2022 (Ассоциация «Саморегулируемая организация кадастровых инженеров»);

— Конкурс рисунков «Завтра была ... Победа» (ГБУ «Мосгоргеотрест»).

Поздравляем ветеранов войны и тружеников тыла с Великой Победой! Вспомним тех, кто не дожил до 75-й годовщины Победы: вечная им память!



Редакция журнала



Роскартография

Соединяем пространство и решения



ГЕОДЕЗИЯ



КАРТОГРАФИЯ



СПУТНИКОВАЯ
СЪЕМКА



АЭРОФОТОСЪЕМКА



БЕСПИЛОТНЫЕ
ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ
АППАРАТЫ



ПРОИЗВОДСТВО
ОБОРУДОВАНИЯ



СОЗДАНИЕ
ЦИФРОВОЙ
МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА



ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ

Информация о сотрудничестве: www.roscartography.ru | info@roscartography.ru

Редакция благодарит компании,
поддержавшие издание журнала:

Trimble (Платиновый спонсор),
JAVAD GNSS (Золотой спонсор),
«Руснавгеосеть»,
АО «Роскартография»,
«Геодезические приборы»,
«Кредо-Диалог»,
«Радио-сервис»,
КБ «Панорама», ПК «ГЕО»,
ГБУ «Мосгоргеотрест»

Издатель
Информационное агентство «ГРОМ»

Генеральный директор
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
Тел: (495) 223-32-78
E-mail: info@geoprofi.ru

Интернет-версия
www.geoprofi.ru



Instagram.com/geoprofi_2020

Facebook.com/geoprofi2020

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

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

ISSN 2306-8736

Периодичность издания —
шесть номеров в год.

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

Тираж 3000 экз. Цена свободная

Номер подписан в печать 07.05.2020 г.

Печать Издательство «Проспект»

ОТ РЕДАКЦИИ

**75 ЛЕТ ПОБЕДЫ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ
ВОЙНЕ 1941–1945 ГГ.** 1

ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

В.Н. Филатов
ВКЛАД ВОЕННЫХ ТОПОГРАФОВ В ОСВОЕНИЕ АНТАРКТИДЫ 4
Т.А. Прокофьева, Н.Л. Кашина
**ПЯТЬ ВОЕННЫХ ЛЕТ Л.А. КАШИНА
(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)** 48

ТЕХНОЛОГИИ

А.А. Алябьев, К.А. Литвинцев, В.Н. Никитин
**ТРЕХМЕРНАЯ СТЕРЕОМОДЕЛЬ ТЕРРИТОРИИ —
ПЕРВООСНОВА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ГОРОДА** 13
В.О. Литвинов
**НОВАЯ ВЕРСИЯ ПРОГРАММЫ КРЕДО 3D СКАН 1.4
ПРЕИМУЩЕСТВА ОДНОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ JAVAD GNSS
И RTK ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ** 24
А.И. Шумаков, Н.В. Сангаджиев
**РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМЫ
TRIMBLE MX9 ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ** 33
Р.Р. Назаров, Л.И. Булатова
**ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ С КА SENTINEL-1 ДЛЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМЕЩЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ** 40
В.Ю. Афанасьев
**ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РЕШЕНИЯ В РЕЖИМЕ
PPP STATIC В ПРОГРАММЕ RTKLIB** 44

НОВОСТИ

ОБОРУДОВАНИЕ 27
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ 28
СОБЫТИЯ 29
ИЗДАНИЯ 32

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

52

При оформлении первой страницы обложки использован фрагмент изображения
аэропорта Схипхол (Амстердам, Нидерланды), 26 марта 2020 г.
Satellite image ©2020 European Space Imaging



ВКЛАД ВОЕННЫХ ТОПОГРАФОВ В ОСВОЕНИЕ АНТАРКТИДЫ

В.Н. Филатов (АО «Российские космические системы»)

В 1972 г. окончил Ленинградское высшее военно-топографическое командное училище по специальности «картография». После окончания училища проходил службу в Центральной научно-картографической части ВТС СА. В 1979 г. окончил Военно-инженерную Краснознаменную академию им. В.В. Куйбышева по специальности «командно-штабная ВТС». С 1977 г. проходил службу в 29-м НИИ МО СССР, с 1990 г. — в подразделениях Военно-топографического управления (ВТУ) ГШ ВС РФ. С 1996 г. — начальник геодезического факультета Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева, с 1999 г. — заместитель начальника ВТУ ГШ ВС РФ, с 2002 г. — начальник ВТУ ГШ ВС РФ — начальник Топографической службы ВС РФ, с 2008 г. — заместитель генерального директора — руководитель Комплекса геоинформатики и радионавигации ОАО «Концерн «РТИ Системы». С 2017 г. работает в АО «Российские космические системы», в настоящее время — главный конструктор по геодезическим технологиям. Доктор военных наук, профессор, генерал-лейтенант запаса. Лауреат премии Правительства РФ и премии им. Ф.Н. Красовского.

Антарктида — это материк, расположенный в южной полярной области земного шара — в Антарктике, граница которой проходит между 50-й и 60-й параллелями ю. ш. (рис. 1).

Антарктиду омывают воды Южного океана, который включает участки Атлантического, Тихого и Индийского океанов в пределах Антарктики. Площадь континента составляет около

14,1 млн км² (для сравнения площадь Российской Федерации — 17,12 млн км²).

Средняя высота материка над уровнем моря 2000 м. Самая высокая точка — массив Вин-

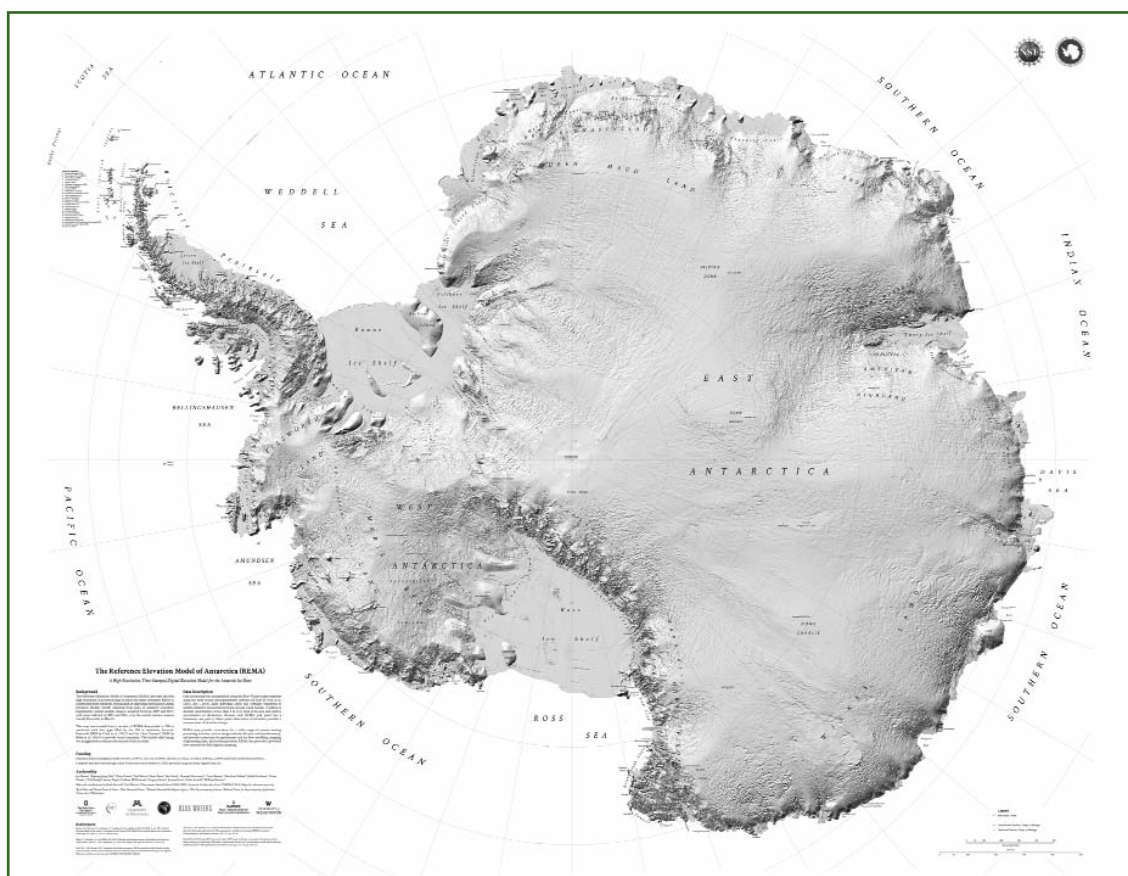


Рис. 1

Точная модель рельефа Антарктиды (*The Reference Elevation Model of Antarctica*), Polar Geospatial Center, 2018 г. — www.pgc.umn.edu

сон — имеет высоту 4892 м над уровнем моря, а самая низкая точка находится во впадине Бентли на 2555 м ниже уровня моря. Высота расположенного в восточной части Антарктиды и покрытого льдом Советского плато (района работы советских и российских антарктических экспедиций) меняется от 3500 м над уровнем моря на окраине до 4004 м над уровнем моря в центральном районе.

Средняя готовая температура в Антарктиде составляет -50°C . Самая низкая температура $-89,2^{\circ}\text{C}$ была зафиксирована на научной станции «Восток» 21 июля 1983 г.

Антарктида была открыта 16 (28) января 1820 г. во время русской кругосветной военноморской экспедиции под руководством Фаддея Фаддеевича Беллинсгаузена и Михаила Петровича Лазарева, которые подошли к берегам материка на шлюпах «Восток» и «Мирный». Никто не оспаривает это откры-

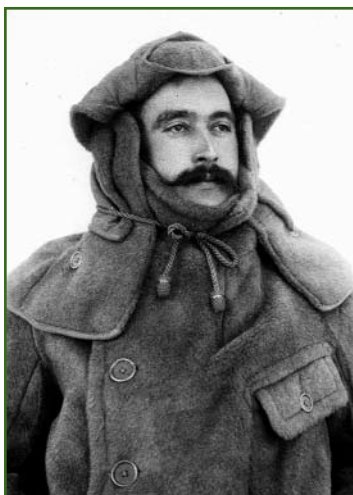


Рис. 2
Карлстен Борхгревиннк
(1864–1934), руководитель
Британской антарктиче-
ской экспедиции

тие, хотя Джеймс Кук, побывавший в водах Антарктики раньше российских мореплавателей, так ни разу не приблизился к Антарктиде на расстояние видимости, сказав после окончания своего путешествия, что «дальше там льды, белый дым».

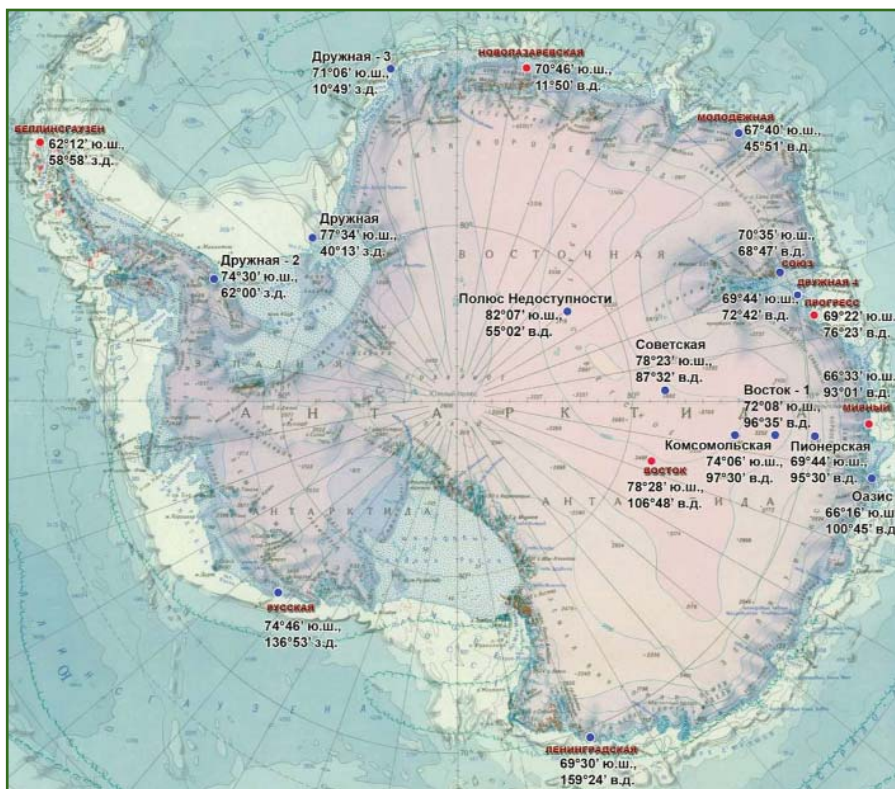


Рис. 3
Общая схема расположения научных станций и баз в Антарктиде [3]

Начало глубокого и всестороннего исследования Антарктиды было положено в 1898 г., когда была основана первая в истории антарктическая станция и проведена успешная зимовка на мысе Адэр Британской антарктической экспедицией (1899–1900 гг.) во главе с норвежским полярным исследователем Карлстеном Борхгревиннком (рис. 2) [1].

Организация и выполнение научных и прикладных работ на регулярной основе в Антарктиде учеными и специалистами СССР было положено после выхода Постановления Совета министров СССР от 13 июня 1955 г. о создании Комплексной антарктической экспедиции Академии наук СССР (КАЭ) [2, 3].

Следует отметить, что наименование антарктических экспедиций несколько раз менялось:

— с 13.07.1955 г. Комплексная антарктическая экспедиция Академии наук СССР;

— с 19.07.1959 г. Комплексная антарктическая экспедиция СССР (КАЭ);

— с 18.05.1963 г. Советская антарктическая экспедиция (САЭ);

— с 07.08.1992 г. по настоящее время Российская антарктическая экспедиция (РАЭ).

1-я КАЭ отправилась в Антарктиду 30 ноября 1955 г. из порта Калининграда на дизель-электроходе «Обь», а 13 февраля 1956 г. была открыта и начала работу первая советская антарктическая научная станция «Мирный». В настоящее время в Антарктиде под флагом Российской Федерации работают 10 научных станций и баз: 5 круглогодично действующих станций («Мирный», «Восток», «Прогресс», «Новолазаревская», «Беллинсгаузен») и 5 полевых баз («Молодежная», «Дружная-4», «Русская», «Ленинградская» и «Оазис Бангера») (рис. 3) [3].

Практические работы по созданию исходной астрономо-геодезической, высотной и гравиметрической основ, а также картографированию территории Антарктиды были начаты гражданскими и военными специалистами СССР в период 1956–1967 гг., который по существу являлся подготовительным.

Сотрудники и офицеры ВТС СА (Военно-Топографической службы Советской Армии) принимали участие во 2-ой (1956–1958 гг.), 4-ой (1958–1960 гг.) и 6-ой (1960–1962 гг.) КАЭ, 9-ой (1963–1964 гг.), 12-ой (1966–1967 гг.) и далее во всех последующих САЭ по 34-ю (1988–1990 гг.) включительно. В состав этих экспедиций входили выдающиеся ученые, военные геодезисты и топографы: Г.Е. Лазарев, В.В. Хвостов, А.С. Масленников, Э.И. Сафонов, С.Я. Черток, В.Л. Кошелев, Е.В. Новиков, И.И. Гуполович, В.Р. Шаров, В.К. Петров, В.Н. Шуйин, А.А. Вяткин, И.Н. Бобров и многие другие [4, 5].

Всего в Антарктиде выполняли работы около 280 специалистов ВТС СА [5]. Каждый из них внес заметный вклад в решение научных и производственных задач. Однако, не умаляя заслуг остальных участников антарктических экспедиций, следует



Рис. 4

Г.Е. Лазарев — первый из военных топографов в Антарктиде [5]

Георгий Евграфович Лазарев — участник Великой Отечественной войны 1941–1945 гг., выпускник Ленинградского Краснознаменного Военно-топографического училища (1948 г.), участник работ по созданию первых топографических карт Чукотского полуострова (1949–1951 гг.), слушатель геодезического факультета Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева (1951–1958 гг.), участник 2-ой и 6-ой КАЭ. В 1964 г. защитил кандидатскую диссертацию в Институте физики Земли АН СССР. В 1966–1971 гг. был научным руководителем с 12-ой по 15-ую САЭ. После увольнения по состоянию здоровья из рядов ВС СССР в запас в 1972 г. в звании полковника успешно продолжал профессиональную деятельность в ряде научных организаций и высших учебных заведений в Москве и в Кабуле (Афганистан).



Многие работы в Антарктиде были начаты по его личной инициативе.

На основе выполненных Г.Е. Лазаревым во 2-ой КАЭ астрономо-геодезических и гравиметрических измерений впервые доказаны континентальный тип земной коры в восточной части Антарктиды и изостатическое прогибание земной коры под тяжестью ледовой нагрузки, построен профиль подледного каменного ложа по маршруту между антарктическими станциями «Мирный» — «Восток».

Во время 6-й КАЭ Г.Е. Лазарев руководил геодезическо-гравиметрическим отрядом, выполнившим уникальные научные программы Института физики Земли АН СССР по замкнутому маршруту протяженностью 1500 км между антарктическими станциями «Восток» — «Советская» — «Комсомольская».

Под научным руководством Г.Е. Лазарева и при его личном участии разработана сеть астрономо-геодезических пунктов в Антарктиде — станций наблюдения искусственных спутников Земли (ИСЗ), где с 1969 г. начаты систематические наблюдения ИСЗ.

Научная и общественная деятельность Г.Е. Лазарева — доктора технических наук, профессора, академика Российской академии естественных наук и Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского — отмечена многими государственными наградами.

Он удостоен ряда почетных званий: Почетный полярник, вице-президент Московской ассоциации полярников, Почетный геодезист, Заслуженный работник геодезии и картографии РФ, Лауреат премии Ф.Н. Красовского.

Г.Е. Лазареву присвоено высшее международное звание «Основоположник научного направления» за разработку «Системно-компьютерного комплекса оценки природных ресурсов на основе анализа космической информации» [5–7].

культурете Военно-инженерной академии имени В.В. Куйбышева (рис. 4).
В этой антарктической экспедиции Г.Е. Лазарев применил разработанные им методики наземной навигации и обеспечил выход санно-гусеничного поезда к южному геомагнитному полюсу, где 16 декабря 1957 г. была открыта научная станция «Восток».

Сложность этой работы заключалась в том, что при движении транспорта определенная опасность исходила от обширных

Сложность этой работы заключалась в том, что при движении транспорта определенная опасность исходила от обширных

Сложность этой работы заключалась в том, что при движении транспорта определенная опасность исходила от обширных

Сложность этой работы заключалась в том, что при движении транспорта определенная опасность исходила от обширных



Рис. 5
Астрономические определения местоположения санно-гусеничного поезда (1957 г.) [5]

зон ледниковых трещин, закрытых снежными мостами. Движение по таким участкам особенно затруднено в условиях снежной мглы, когда из-за отсутствия контрастности человек не только не воспринимает реальные формы рельефа и размеры окружающих предметов, но и теряет пространственную ориентацию.

Штурманские работы во время внутриконтинентальных походов представляли собой один из наиболее ответственных видов работ. Об этом говорил Почетный полярник, кандидат технических наук В.В. Хвостов в своем выступлении 19 февраля 2020 г. на военно-научной конференции, посвященной 200-летию открытия Антарктиды. Во время таких походов требовалось провести поезд по прямолинейному маршруту и вывести его точно в заданную точку, удаленную от начального пункта на 400–1500 км и более, в условиях абсолютного отсутствия ориентиров в снежной пустыне. При этом от качества работы штурмана-геодезиста зависело не только успешное выполнение исследований, но и жизнь участников похода, так как материальные и технические средства, а также продовольственные запасы были весьма ограничены и рассчитаны на обеспечение жизнедея-

тельности при передвижении только по запланированному маршруту. Дополнительное обеспечение этими средствами с помощью авиации было практически невозможно ввиду значительного удаления маршрутов внутриконтинентальных походов от круглогодично действующих научных станций, отсутствия в центральных районах континента аэродромов и огромных трудностей при создании временных аэродромов из-за рыхлого снега.

При вождении санно-гусеничных поездов для исключения больших отклонений от заданного маршрута за счет ошибок навигационных прибо-

ров через каждые 200–250 км проводились астрономические определения местоположения поезда из наблюдений Солнца (Луны) по способу Сомнера. При этом получали астрономические широту и долготу местонахождения, которые наносились на планшет с координатной сеткой в полярной стереографической проекции масштаба 1:500 000 (рис. 5). В целом, следует отметить, что выполнение топографо-геодезических работ в Антарктиде — районе Земного шара с необычайно суровыми климатическими и исключительно неблагоприятными физико-географическими условиями, где 99,7% территории покрыто вечным слоем снега и льда, — связано со значительными трудностями. Сильные морозы, ураганные ветры и метели, недостаток кислорода и низкая влажность, а также разреженность воздуха на Советском плато, высота которого достигает 4004 м над уровнем моря, значительно усложняют геодезические работы и повышают их трудоемкость [6].

Астрономические и геодезические работы в Антарктиде проводились с целью создания планово-высотного обоснования для аэрофотосъемки, а

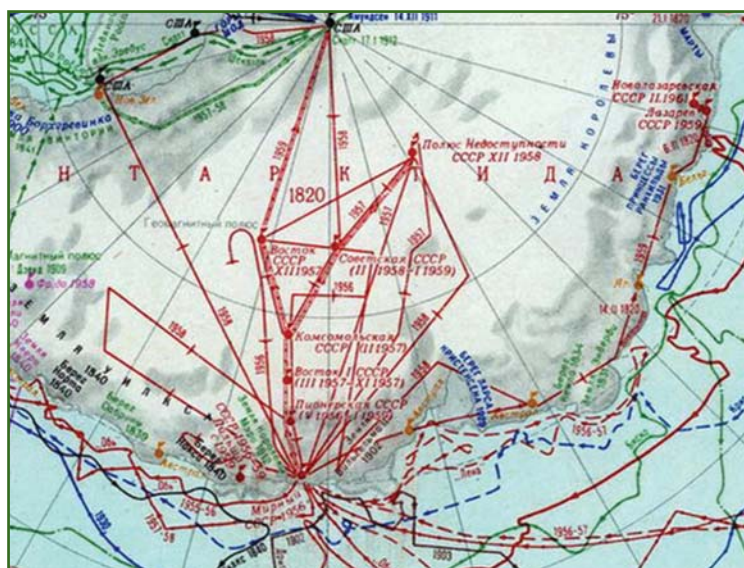


Рис. 6
Карта исследований в Антарктиде [5]



Рис. 7
Астрономические определения по наблюдениям высоты Солнца (у теодолита Г.Е. Лазарев) [7]

также для обеспечения гляциологических и геофизических исследований. Они включали развитие местных (локальных) геодезических сетей, прокладку внутриконтинентальных высотного-полигонометрических ходов, в том числе тригонометрическое и барометрическое нивелирование и другие виды работ (рис. 6).

Астрономические работы выполнялись как в геодезических, так и в навигационных целях. При этом во время 2-ой, 4-ой и 6-ой КАЭ, 9-ой и 12-ой САЭ астрономический метод был единственным методом определения координат, так как глобальные радиотехнические системы навигации типа «Омега», а также

глобальные навигационные спутниковые системы и геодезические навигационные комплексы находились только в стадии разработки и исследований.

Высокоточные астрономические определения координат и азимута выполнялись из наблюдений звезд. Средняя квадратическая погрешность (СКП) определения координат большинства астрономических пунктов была достаточно высокой и составляла: для широты 1–30", для долготы 0,5–2,0" [6].

Для навигационных целей при проложении высотного-полигонометрических ходов внутри континента астрономические определения широт, долгот и азимутов велись, как правило,

по наблюдениям высоты Солнца в меридиане и в первом вертикале (рис. 7). Наблюдения выполнялись с помощью оптических теодолитов OT-02 или Theo 010. СКП определения широты и долготы составляла порядка 5" и 0,5", соответственно, а азимута — не хуже 7". Как показал опыт использования оптических теодолитов в условиях Антарктиды, Theo 010 по сравнению с OT-02 был удобнее и обеспечивал получение результатов с несколько более высокой точностью [6].

Геодезические сети в районах круглогодично действующих научных станций на побережье создавались обычно методом триангуляции и включали 10–15 пунктов. Высоты пунктов определялись тригонометрическим нивелированием относительно ближайших футштоков. Взаимные плановое и высотное положения пунктов в этих сетях характеризовались СКП порядка 0,5 м.

Локальные геодезические сети внутри континента создавались методом триангуляции и трилатерации (с измерением сторон радиодальномером с точностью порядка 1/10 000) в виде центральных систем, включавших шесть-семь пунктов, или геодезического четырехугольника. Ориентирование сетей осуществлялось путем определения астрономического азиму-

Характеристики высотного-полигонометрических ходов, проложенных во время 4-ой и 6-ой КАЭ, 9-ой и 12-ой САЭ [6]

Наименование антарктических экспедиций	Маршрут	Длина хода, км	Число пунктов	Средняя длина стороны, км
4-я КАЭ	«Мирный» — «Комсомольская»	870	259	3,4
6-я КАЭ	«Комсомольская» — «Советская» — «Восток»	1540	281	5,4
9-я САЭ	«Восток» — «Полюс Недоступности»	1030	117	8,9
12-я САЭ	«Молодежная» — «Полюс Недоступности»	1640	180	7,5



Рис. 8

Установка репера (передвижение на вездеходе «Пингвин» с дальномерной рейкой) [7]

та вдоль направления одной из сторон с точностью около 5". Наибольший объем полевых работ приходился на долю проложения высотно-полигонометрических ходов. Во время 4-ой и 6-ой КАЭ, 9-ой и 12-ой САЭ были проложены высотно-полигонометрические ходы от станции «Мирный» до станции «Молодежная» через станции «Пионерская», «Восток-1», «Комсомольская», «Советская», «Восток» и «Полюс Недоступности» общей протяженностью 5080 км (см. таблицу). В результате по периметру полигона определили 837 пунктов, высоты которых были получены методом тригонометрического нивелирования с точностью 3 м [6].

При выполнении высотно-полигонометрических ходов в качестве транспортных средств в 4-ой КАЭ использовались два вездехода «Пингвин» (рис. 8), а в 6-ой КАЭ — дополнительно один артиллерийский тяжелый тягач (АТТ). В 9-ой и 12-ой САЭ работы проводились на двух снегоходах «Харьковчанка» и одном АТТ [5].

Измерения углов выполнялись оптическими теодолитами ОТ-02 (ОТ-02М), ОТС, а высот — нивелирами НВ. Длины сторон измерялись инварными лентами и радиодальномерами РДГВ.

При подготовке к работам все инструменты переводились на специальную смазку, устойчивую к низким температурам, в теодолитах и нивелирах устанавливались ампулы с обезвоженным спиртом и проводились испытания в камере холода при температуре до -60°C . В ходе испытаний проверялось, не заклиниваются ли оси, как ведет себя смазка, не подвержены ли отдельные узлы инструментов недопустимым напряжениям и деформациям при сильном охлаждении.

Питание радиодальномеров осуществлялось от аккумуляторов типа 6СТ-128, которые заряжались от генератора машины во время движения.

Г.Е. Лазаревым совместно с профессором МГУ им. М.В. Ломоносова Н.П. Грушинским был разработан Проект гравиметрической съемки Антарктиды с учетом требований геодезии, геофизики и геологии (рис. 9). Он был доложен и одобрен на XV Ассамблее научного комитета по изучению Антарктики (Осло, Норвегия, 1970 г.) [7].

Гравиметрические работы выполнялись как на побережье, так и внутри материка по маршрутам движения санно-гусеничных поездов. В ходе этих работ была уточнена методика гравиметрических наблюдений в течение длительных (до трех-четырёх месяцев) рейсов с применением гравиметров СИ-3 и ГМТ-1, что позволило определять ускорение силы тяжести во внутренних районах Антарктиды с точностью 1–2 мГал.

Гравиметрические данные, полученные во время 4-ой и

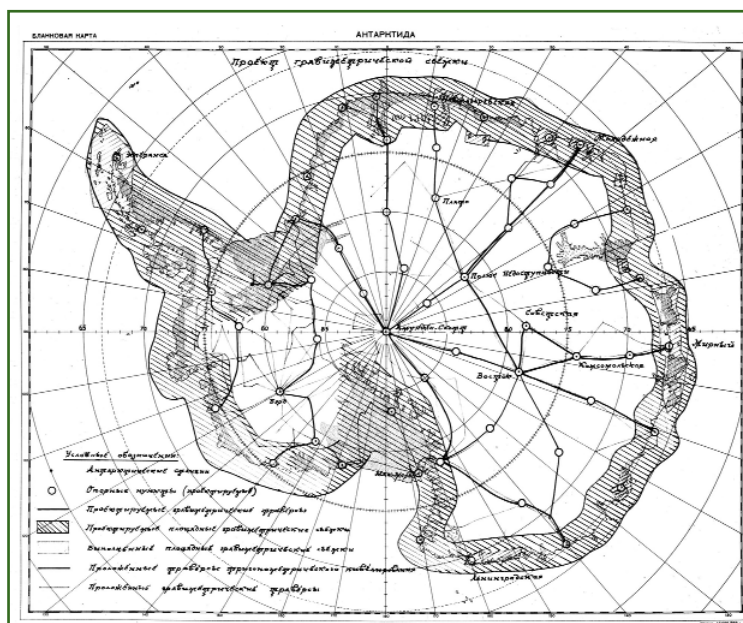


Рис. 9

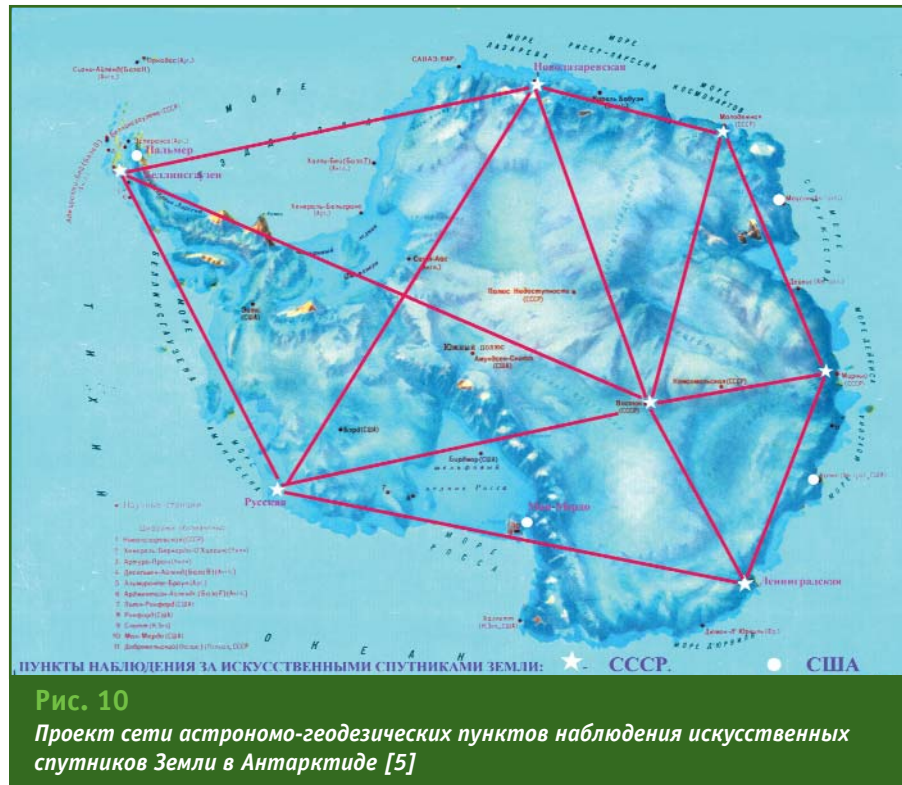
Проект гравиметрической съемки Антарктиды [7]

6-ой КАЭ и 9-ой САЭ в комплексе с сейсмическими и радиолокационными определениями мощности льда, позволили впервые установить материковый характер строения земной коры восточной части Антарктиды и тем самым доказать, что Антарктида — это материк. Результаты гравиметрических съемок дали возможность детализировать, а на отдельных участках получить новые сведения о характере строения подледного рельефа. Важно также отметить, что в результате гравиметрических работ в Антарктиде были стерты многие «белые пятна» на карте гравиметрической изученности Земного шара.

Картографирование территории Антарктиды началось в 1956 г. с организации аэрофото съемочных работ. Аэрофото съемка выполнялась преимущественно в прибрежных районах вглубь материка на 200 км, а также по отдельным маршрутам — на 400 км. На территорию Антарктиды были созданы топографические карты масштабов 1:50 000, 1:100 000 и 1:200 000 [5].

Результаты геодезических и картографических работ, геофизических исследований использовались при составлении Атласа Антарктики, изданного Главным управлением геодезии и картографии Министерства геологии СССР в 1966 г., а также при интерпретации ряда научных прогнозов о прошлом и будущем Антарктиды.

С началом освоения космического пространства и развитием методов космической геодезии важное место стали занимать работы по созданию общеземной системы геодезических координат, что было возможным лишь по наблюдениям искусственных спутников Земли (ИСЗ) с глобальной сети астрономо-геодезических пунктов, расположенных в северном и



южном полушариях. В то время Советский Союз мог разместить астрономо-геодезические пункты в южном полушарии только на территории Антарктиды.

В связи с этим основная работа военных геодезистов в Антарктиде была направлена на создание сети антарктических астрономо-геодезических пунктов (АГП) для фотографических и радиотехнических наблюдений ИСЗ. Наблюдения с антарктических АГП являлись необходимым звеном при создании единой космической геодезической сети (КГС) и позволяли уточнять орбиты ИСЗ при их проходе над южным полушарием и тем самым повышали точность КГС.

В 1966–1970 гг. под научным руководством и при личном участии Г.Е. Лазарева был обоснован, разработан и реализован «Проект сети астрономо-геодезических пунктов наблюдения искусственных спутников Земли в Антарктиде» (рис. 10), вошедшей затем в состав глобальной КГС с целью уточнения параметров Земли и ее гравиметрического поля [8].

Основными задачами научно-производственных наблюдений ИСЗ на антарктических АГП являлись:

- получение измерительной информации для создания КГС по наблюдениям ИСЗ;
- определение эксплуатационных характеристик аппаратуры и особенностей ее использования в экстремальных климатических условиях;
- исследование особенностей привязки измерений по времени при большой удаленности аппаратуры от передающих радиостанций;
- проверка методик радиотехнических и фотографических наблюдений ИСЗ в Антарктиде;
- разработка и проверка предложений по совершенствованию измерительной аппаратуры и организации наблюдений на антарктических АГП.

При проведении наблюдений ИСЗ был вскрыт ряд факторов, серьезно осложнявших выполнение работ и снижавших их качество:

— не обеспечивалась требуемая точность временной привязки измерений из-за большой удаленности антарктических АГП от передающих станций службы единого времени;

— сильно влияли помехи от работающих поблизости передающих радиостанций, локаторов, станций ионосферного зондирования, диапазон работы которых находился в диапазоне частот, наблюдаемых ИСЗ;

— продолжительные периоды неблагоприятных условий видимости для фотографирования ИСЗ, особенно из-за облачности, морозной дымки и тумана, снижали производительность работ;

— периодически повторяющиеся магнитные бури часто искажали получаемую информацию.

Все эти факторы в первое время приводили к тому, что до 30–50% получаемых данных имело неудовлетворительное качество. Однако после доработки аппаратуры, приборов и оборудования, а также уточнения применяемой методики измерений удалось не только повысить надежность получаемых результатов (количество некачественного материала по сравнению с предыдущими измерениями снизилось до 10–15%), но и улучшить условия работы операторов.

Согласно проекту сети (рис. 10), антарктические АГП, расположенные на научных станциях «Мирный», «Молодежная», «Восток», «Новолазаревская», «Белинсауген» и «Ленинградская», были оснащены приемной доплеровской радиотехнической аппаратурой «Сфера-Н», фотографическими

денные наблюдения с участием военных и гражданских специалистов на 25 астрономо-геодезических пунктах на территории СССР и пяти пунктах, расположенных на территории Антарктиды, позволили завершить уравнивание КГС в 1975–1976 гг.

Включение в уравнивание данных, полученных на антарктических АГП, дало возможность повысить точность положения начала координат общеземной (геоцентрической) системы координат — центра масс Земли — и определить, что новое начало координат геоцентрической системы координат находится южнее более чем на 260 м.

В настоящее время КГС включает 26 астрономо-геодезических пунктов на территории стран СНГ и 7 пунктов в Антарктиде, закрепляющих государственную геоцентрическую систему координат РФ [9]. В 2011 г. удалось получить новые (уточненные) параметры государственной геоцентрической системы координат «Параметры Земли 1990 года (ПЗ-90.02)» — ПЗ-90.11, включая гравитационное поле, с точностью, не уступающей уточненным параметрам общеземной системы геоцентрических координат WGS-84 (G1762) и ITRF 2014.

Несомненно, в этом достижении немалая заслуга военных геодезистов, выполнявших работы в Антарктиде в период 1956–1990 гг.

▼ Список литературы

1. Слевич С.Б., Короткевич Е.С. «Человек в Антарктиде». — СПб.: Гидрометеоиздат, 1995.
2. Лукин В.В., Корнилов Н.А., Дмитриев Н.К. Советские и Российские антарктические экспедиции в цифрах и фактах (1955–2005 гг.). — СПб.: ААНИИ, 2006.
3. Российская антарктическая экспедиция. — <http://raexp.ru>.
4. Филатов В.Н. «Антарктида — работы военных топографов по созданию исходной геодезической основы и ее картографированию» — М.: Материалы XI междуна-



Рис. 11
Павильон «Южный крест» на станции «Мирный» для наблюдения ИСЗ [5]



Рис. 12
Работа на измерительном комплексе в павильоне [5]

камерами АФУ-5, ФАУ-2/75, ФАУ-3/25, кварцевыми часами КЧ-515, радиоприемниками, осциллографами и другой измерительной аппаратурой [6].

С 1969 г. на советских антарктических научных станциях начались систематические наблюдения ИСЗ (рис. 11, 12), которые продолжались в течение нескольких десятков лет.

В заключение необходимо отметить, что успешно прове-

Специалисты АО «Аэрогеодезия» выполняют работы в Антарктиде

Специалисты АО «Аэрогеодезия» (входит в АО «Роскартография») в рамках 65-ой Российской антарктической экспедиции с конца 2019 г. работают на антарктических научных станциях «Мирный» и «Прогресс». Программа работ рассчитана до марта-апреля 2020 г.

Среди практических задач специалистов — создание и развитие межматериковой и внутриматериковой фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС) и высокоточной геодезической сети (ВГС), накопление измерительной информации с пунктов ФАГС и ВГС Антарктиды в Центре точных эфемерид Росреестра на базе ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД», создание высотной геодезической основы Антарктиды, участие в международных исследовательских программах по созданию и развитию систем геодезического мониторинга антарктического континента, а также восстановление и развитие гравиметрической сети на территории Антарктиды, необходимой для выполнения исследований, цель которых — изучение гравитационного поля и фигуры Земли.

Кроме того, специалисты АО «Аэрогеодезия» проводят обслуживание постоянно действующих спутниковых станций ГЛОНАСС и спутниковые измерения на пунктах ФАГС антарктических станций — «Прогресс», «Мирный», «Новолазаревская» и «Беллинсгаузен», а также на антарктических полевых базах — «Молодежная», «Ленинградская», «Русская».

Среди научных задач — проведение исследований процессов долговременной динамики движения льда, изменения высоты ледникового и снежного покровов в районе антарктических полевых баз «Молодежная» и «Оазис Бангера» с использованием методов геодезических наблюдений.

По информации АО «Роскартография» (www.roscartography.ru)



родной научно-практической конференции «Геодезия. Маркшейдерия. Аэросъемка», 13–14 февраля 2020 г.

5. Михайлов В.А. Военные топографы России в Антарктиде. — М.: Академиздатцентр «Наука» РАН, 2014.

6. Исторический очерк о становлении и развитии научных исследований в 29-м НИИ МО РФ в области

геодезии. К 70-летию института / Под редакцией д.т.н., профессора А.С. Масленникова. — М.: 29-й НИИ МО РФ, 2006.

7. Лазарев Г.Е. Буранное. Оренбуржье. Чукотка. Антарктида. — М.: Академиздатцентр «Наука» РАН, 2015.

8. Отечественная геодезия, топография и картография. Энциклопедия в лицах. — М.:

Барс; Издание 2-е, испр. и доп., 2015.

9. Система геодезических параметров Земли «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ–90). Справочный документ. // В.Ф. Галазин, Б.Л. Каплан, М.Г. Лебедев, В.Г. Максимов, Н.В. Петров, Т.Л. Сидорова-Бирюкова. Под общей ред. В.В. Хвостова. — М: Координационный научно-информационный центр, 1998.

ТРЕХМЕРНАЯ СТЕРЕОМОДЕЛЬ ТЕРРИТОРИИ — ПЕРВООСНОВА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ГОРОДА

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

В 1974 г. окончил геодезический факультет Львовского политехнического института по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания института работал в ФГУП «Уралаэрогеодезия», с 1999 г. — в ФГУП «Уралгеоинформ». С 2014 г. работает в АО «Урало-Сибирская ГеоИнформационная Компания», в настоящее время — директор. Вице-президент НП «Союз геодезистов и картографов Сибири и Урала». Кандидат технических наук.

К.А. Литвинцев (Росреестр)

В 1987 г. окончил геологический факультет Иркутского государственного университета, в 1997 г. — юридический факультет Иркутской государственной экономической академии. После окончания университета работал в Институте геохимии им. А.Г. Виноградова СО АН СССР (Иркутск), с 1997 г. — в ГУ «Дирекция Госземкадастра Иркутской области», с 2001 г. — директор ФГУ «Земельная кадастровая палата» по Иркутской области, с 2012 г. — директор ФГБУ «ФКП Росреестра». С 2018 г. по настоящее время — советник руководителя Росреестра.

В.Н. Никитин (СГУГиТ, Новосибирск)

В 1997 г. окончил аэрофотогеодезический факультет СГА (с 2014 г. — Сибирский государственный университет геосистем и технологий, СГУГиТ). С 2006 г. работает в СГУГиТ, в настоящее время — доцент. Кандидат технических наук.

В эпоху цифровой экономики наиболее активное развитие происходит в городских агломерациях [1]. При этом качественные и оперативные решения невозможны без аккумуляции всей поступающей информации в единое геоинформационное поле.

В связи с этим создание цифрового двойника территории становится одной из важных задач. И первым шагом в информационном моделировании городов является получение наиболее полных, достоверных и актуальных пространственных данных. «Пространственные данные — данные о пространственных объектах, включающие сведения об их форме, местоположении и свойствах, в том числе, представленные с использованием координат» [2]. Таким образом, базовыми элементами цифрового

двойника местности являются характерные точки объектов капитального строительства или любых других объектов инфраструктуры с пространственными координатами X, Y, Z .

Качество исходных пространственных данных для цифрового двойника — вопрос номер один. Основные условия, которым они должны соответствовать, — это многофункциональность, информативность, актуальность, удобство пользователей при работе с ними. Остановимся подробнее на этих критериях.

Многофункциональность подразумевает соответствие пространственной информации по точности и содержанию требованиям, изложенным в национальных программах Российской Федерации, а также задачам, решаемым в городских агломерациях.

К современным технологиям, используемым для развития города, относятся:

- умный город;
- безопасный город;
- информационное моделирование (BIM);
- единый реестр недвижимости (комплексные кадастровые работы);
- градостроительство.

Анализ национальных программ и технологических регламентов показывает, что содержание пространственных данных должно соответствовать требованиям, предъявляемым к топографическим планам в масштабе 1:500. Таким образом, точность исходной информации для плановых координат (X, Y) составляет 10–20 см, для высотных отметок (Z) — 17–25 см [3–5].

Информативность означает, что все необходимые элементы

городских территорий, включая колодцы подземных коммуникаций, цоколи зданий и т. д., должны однозначно опознаваться по этим данным.

Актуальность — соответствие информации о местоположении и состоянии элементов городской инфраструктуры в текущий момент.

Удобство пользователя обеспечивается представлением изображения городского пространства в трехмерном формате, т. е. в привычном для зрительного восприятия человека объемном виде.

Выполнить все эти условия при получении пространственных данных можно за счет использования фотограмметрического метода (рис. 1).

При этом базовыми являются высокоинформативные цифровые аэрофотоснимки, полученные современными цифровыми фотокамерами при съемке как с

беспилотных воздушных судов (БВС), так и с пилотируемых воздушных судов. Фотограмметрическая модель местности строится как совокупность точек пересечения соответственных проектирующих лучей. Наиболее просто такое пересечение образуется в паре соседних снимков (стереопар), формируя фрагмент трехмерной модели. Данные стереопары являются исходными для создания пространственной геоинформационной продукции в виде топографических планов (топопланов) и трехмерных моделей (3D-моделей) территории.

Сравним эти виды продукции.

Топопланы — масштабируемое двумерное (X,Y) отображение ситуации на плоскости в виде условных знаков, где третья координата (Z) представлена горизонталями и высотны-

ми отметками точек. В топопланах масштаба 1:500 используется до 1000 условных знаков, в связи с чем отображаемая на них информация сложно воспринимается пользователем. Кроме того, создание топопланов — трудоемкий процесс, требующий наличия определенного опыта у исполнителей и значительных временных и финансовых затрат.

3D-модели, векторные или растровые, более наглядны и легки для восприятия, но необходимо учитывать их особенности.

Векторные 3D-модели создаются по стереопаре высококвалифицированным оператором, как правило, вручную. Преимуществом является возможность создания трехмерной модели с высокой степенью метрической детализации. К недостаткам относятся большие трудозатраты и недостаточная фотореалистичность [6].

Растровые 3D-модели строятся автоматически с использованием алгоритмов программного обеспечения в области трехмерного моделирования, предназначенных для восстановления геометрических форм объектов по их стереоизображениям. Среди преимуществ — высокая скорость создания модели города, высокая фотореалистичность. Недостатком является то, что алгоритмы автоматического восстановления форм объектов все еще несовершенны. Вследствие этого, объекты местности искажаются. Автоматическое распознавание не обеспечивает надежной классификации объектов и границ [7]. Кроме того, для повышения качества трехмерной модели необходимо увеличение величины продольных и поперечных перекрытий снимков для получения наклонных (перспективных) снимков, что приводит к дополнительным трудозатратам при аэрофотосъемке.

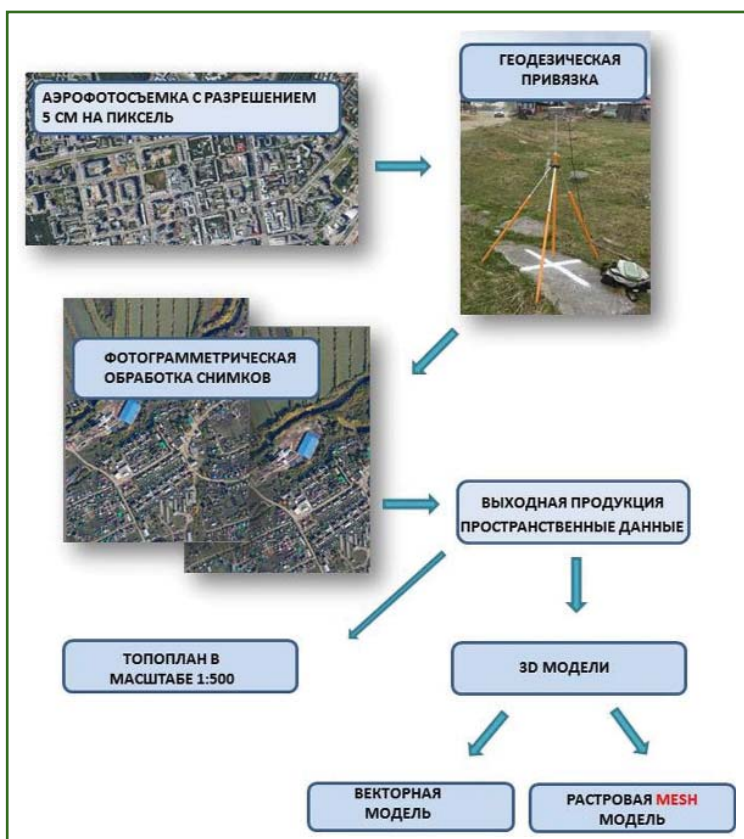


Рис. 1

Технологическая схема создания пространственных данных фотограмметрическим методом

Для фотограмметрической обработки большого количества снимков необходима быстродействующая дорогостоящая вычислительная техника.

Из вышесказанного следует, что создание пространственной геоинформационной продукции в виде топланета, векторной или растровой трехмерной модели связано со значительными затратами и ведет к потерям информативности и/или точности. Поэтому для трехмерного представления городской территории с максимально возможной точностью и без потери информативности необходимо использовать исходные аэрофотоснимки.

Такое решение доступно при работе со стереопарами снимков после фотограмметрической обработки на цифровых фотограмметрических станциях, таких как PHOTOMOD, Agisoft Metashape Professional и др. Но при этом имеются некоторые неудобства. Во-первых, непрерывные измерения можно выполнять только в пределах одной стереопары. При выходе за пределы зоны перекрытия двух снимков необходимо переключаться на другую стереопару. Во-вторых, отсутствует обзорность территории. Каждый фрагмент фотограмметрической модели является высокодетальным источником трехмерной информации об отдельных участках местности, но в единое целое эти фрагменты не объединяются.

Предлагается в качестве пространственных данных использовать общую стереомодель городской территории, созданную путем интеграции всех снимков в единую трехмерную стереомодель.

Для этих целей разработан программный комплекс ИНСОТ — цифровая стереофотограмметрическая система «Информационный стереоскопический образ территории». Про-

граммный комплекс зарегистрирован (Свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ № 2018617544 от 26.06.2018 г.) и включен в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных в соответствии с приказом Минкомсвязи России от 25.07.2019 г. № 412.

Функции стереонаблюдения и стереоизмерения решены путем использования различного оборудования: стереоскопических мониторов, стереоскопических проекторов, а также телевизоров с чересстрочной разверткой, позволяющей формировать стереоизображение. Обзорность территории обеспечивается динамичным формированием стереомодели местности на основе исходных цифровых аэрофотоснимков и цифровой модели рельефа (ЦМР).

Коротко остановимся на основных характеристиках программного комплекса:

Назначение:

— объемная визуализация первичных данных аэрофотосъемки;

— высокоточные трехмерные измерения (на уровне измерений по снимкам — первичным данным аэрофотосъемки);

— использование ЦМР для формирования фоновой (навигационной) стереомодели.

Операционная система:

— Windows 8, Windows 10 в 32-х или 64-х разрядных вариантах;

— возможно портирование на Linux.

Программная платформа: Microsoft Visual Studio + DirectX 11(12) API + WPF (версия для пользователей).

К поддерживаемым форматам данных относятся следующие.

Фотограмметрические проекты:

— формат ЦФС PHOTOMOD;

— собственный формат.

Поддерживаются форматы практически всех цифровых кадровых съемочных систем. Имеется опыт работы с проектами, содержащими до 40 тыс. снимков.

Векторные слои:

— MapInfo MID/MIF;

— Shape Files;

— XML-формат Росреестра.

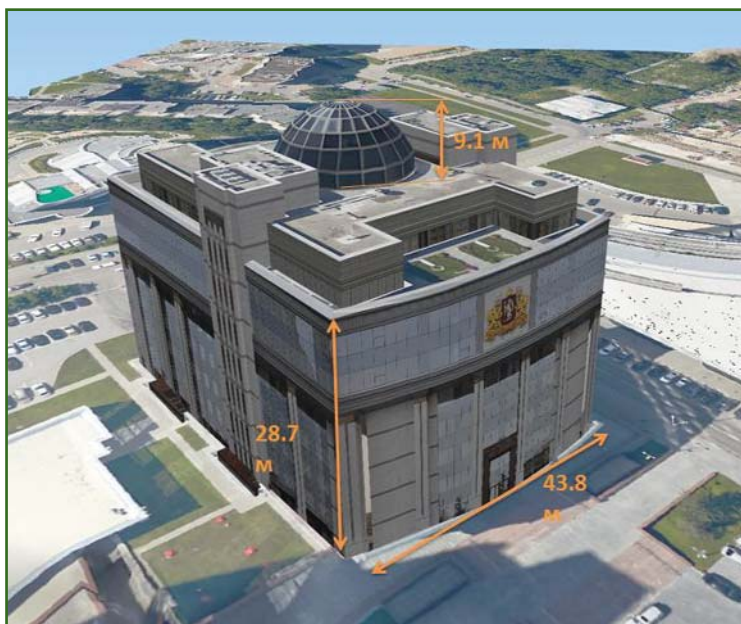


Рис. 2

Векторная 3D-модель объекта для систем автоматизированного проектирования

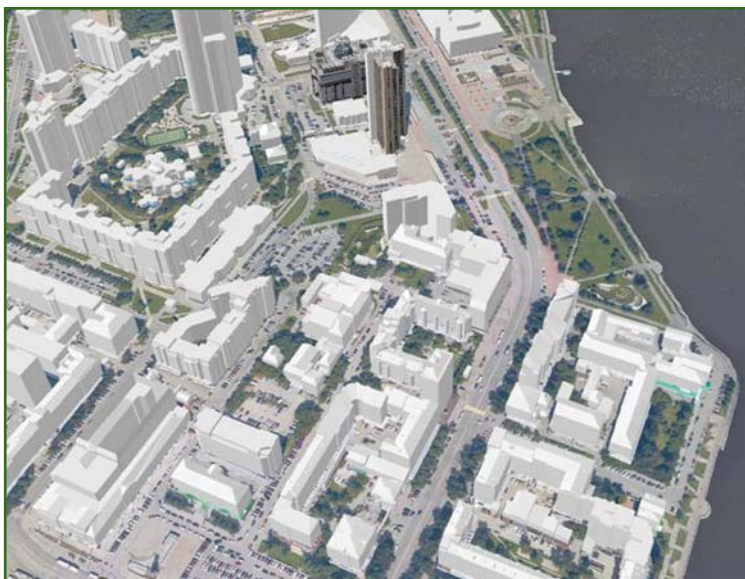


Рис. 3
Векторная 3D-модель территории для систем автоматизированного проектирования

Растровые данные (ортофотопланы и ЦМР):

- GeoTIFF;
- WIC-совместимые форматы + WorldFile + WKT.

Векторные 3D-модели объектов: KML/KMZ и Collada.

С помощью программного комплекса ИНСОТ можно:

- выполнять высокоточные измерения трехмерных координат объектов инфраструктуры;
- проводить оперативное картографирование отдельных участков территорий;

— создавать картографические и тематические слои объектов территорий.

Таким образом, единая трехмерная стереомодель местности решает одновременно две задачи: визуализацию всей территории с высокой детальностью и проведение фотограмметрических измерений с требуемой точностью.

Поскольку измерения, картографирование, создание картографических и тематических слоев проводятся по исходным базовым материалам (аэрофо-

тоснимкам с известными элементами ориентирования), не требуются дополнительные затраты на проведение промежуточной фотограмметрической обработки.

При этом поддерживается многослойная структура данных, что позволяет при необходимости интегрировать имеющуюся 3D-модель в единую стереомодель, а также создавать векторные модели объектов для систем автоматизированного проектирования. На рис. 2 и 3 приведены примеры векторных трехмерных моделей, созданных с помощью программного комплекса ИНСОТ по материалам аэрофотосъемки (АФС) с разрешением 7 см на пиксель.

Для оценки точности измерения трехмерных координат объектов по единой стереомодели на разных территориях были проведены контрольные измерения координат одноименных точек объектов геодезическим методом и вычислены средние квадратические погрешности (СКП).

Приведенные в таблице СКП показывают, что при указанных параметрах АФС точность измерения координат точек по единой стереомодели не превышает 10 см в плане и 17–25 см по высоте.

Результаты оценки точности измерения координат объектов по единой стереомодели в плане и по высоте

Параметры АФС	Наименование территории	Продольное и поперечное перекрытие снимков, %	Количество контрольных точек	СКП в плане, см	СКП по высоте, см
БВС Геоскан 201, камера Sony RX1, разрешение 5 см на пиксель	Республика Башкортостан	60x70	33	7,5	8,3
	Калининградская область	60x70	24	5,3	8,9
	Завод в Свердловской области	80x70	28	8,3	14,2
Пилотируемое воздушное судно Cessna, камера DMC II250, разрешение 7 см на пиксель	Калининград	60x60	24	4,5	10,7

Следовательно, можно сделать вывод, что единая трехмерная стереомодель, формируемая в среде программного комплекса ИНСОТ, является высокодетальной, виртуальной, реалистичной моделью города и позволяет:

- воспринимать мир в трехмерном пространстве;
- принимать решения по оперативному управлению городскими территориями;
- решать задачи в сфере градостроительной деятельности и земельно-имущественных отношений;
- выполнять комплексные кадастровые работы стереофотограмметрическим методом;
- создавать векторные объемные модели объектов для систем автоматизированного проектирования, включая BIM.

Важно учитывать, что основой единой стереомодели является физиологическое

свойство человеческого зрения воспринимать мир в объемном виде, что делает ее понятной и доступной для применения даже пользователями, не знакомыми с фотограмметрическими технологиями.

На текущий момент программный комплекс ИНСОТ для создания единой трехмерной стереомодели находится в эксплуатации в Республике Башкортостан, Калининградской и Свердловской областях, а также в администрациях Екатеринбурга, Калининграда и Ижевска.

▼ Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 г. № 207-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года».
2. ГОСТ Р 57773-2017 (ИСО 19157:2013) Пространственные данные. Качество данных.

3. Приказ Минэкономразвития России от 01.03.2016 г. № 90 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения и помещения».

4. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. ГКИНП (ГНТА)-02-036-02. — М.: ЦНИИГАиК, 2002.

5. Алябьев А.А. Сосновских А.В. Цифровое трехмерное моделирование местности на основании результатов спутниковой стереоскопической съемки // Геодезия и картография. — 2008. — № 8. — С. 23–27.

6. Основные стратегии создания 3D моделей городов. — <http://gis-lab.info/qa/3dcities.html>.

СТАЛКЕР 15-24, 75-24 КОМПЛЕКСЫ ТРАССОПОИСКОВЫЕ



на правах рекламы

ПРИЕМНИК ПТ-24

GPS

выноска подземных трасс с последующим наложением на карту.



ФУНКЦИЯ «КОМПАС» С РЕЖИМОМ «ВТОРАЯ ЛИНИЯ»

Одновременное схематическое отображение на дисплее искомой коммуникации и трассы с протекающим током 50, 100 или 300 Гц.



- Время работы: до 10 часов;
- поиск положения передающих зондов и камер телеинспекции;
- увеличенный, сверхяркий цветной дисплей;
- диапазон рабочих температур: от -30 до +55 °С.

ГЕНЕРАТОР ГТ-15

- Мощность: 10 Вт;
- встроенный индуктор для бесконтактной подачи сигнала в коммуникацию.

ГЕНЕРАТОР ГТ-75

- Мощность 75 Вт.



РАДИО-СЕРВИС

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

НОВАЯ ВЕРСИЯ ПРОГРАММЫ КРЕДО 3D СКАН 1.4

В.О. Литвинов («КД-инжиниринг», Екатеринбург)

В 2016 г. окончил Уральский государственный горный университет (Екатеринбург) с присвоением квалификации бакалавр по направлению «кадастр недвижимости», в 2018 г. — Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ, Екатеринбург) с присвоением квалификации магистр по направлению «геодезия и дистанционное зондирование». С 2018 г. — аспирант УрФУ по направлению «геодезия». С 2014 г. работал в ООО «НПЦ УралГеоСтандарт» (Екатеринбург). С 2016 г. работает в ООО «КД-инжиниринг», в настоящее время — инженер.

Метод лазерного сканирования активно внедряется в производственную деятельность, что позволяет повысить эффективность работ и снизить затраты. Важную роль в данном направлении играют производители оборудования, которые предлагают не менее качественные, но более доступные средства измерений, позволяющие все большему количеству организаций использовать технологии, основанные на этом методе, на практике. В свою очередь разработчики программного обеспечения (ПО) создают целые комплексы программ для быстрой и качественной обработки значительных объемов пространственных данных. Кроме того, адаптация ПО под локальные требования считается неоспоримым конкурентным преимуществом.

Программный комплекс (ПК) КРЕДО уже более 30 лет представлен на рынке геопространственных услуг. Он состоит из около 30 программ, связанных в единую технологическую цепочку и позволяющих решать различные задачи. Все программы сертифицированы и включены в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных [1].

Одной из них является программа КРЕДО 3D СКАН, предназначенная для создания цифровых моделей местности (ЦММ)

на основе облаков точек, получаемых либо методом лазерного сканирования, либо фотограмметрическим методом.

КРЕДО 3D СКАН — одна из новых программ ПК КРЕДО, которая активно развивается с 2015 г. Разработчики и аналитики компании «Кредо-Диалог» постоянно совершенствуют ее функциональность и повышают эффективность работы. В 2019 г. в журнале «Геопрофи» была подробно представлена версия 1.2 программы КРЕДО 3D СКАН [2]. В марте 2020 г. вышло ее очередное обновление — КРЕДО 3D СКАН 1.4.

В данной статье приводится обзор лишь некоторых возможностей программы с учетом применения функций, которые вошли в состав новой версии.

▼ Выделение (классификация) рельефа

Первым и важным этапом при создании ЦММ является

выделение (классификация) из облака таких точек, которые относятся к рельефу земной поверхности. С первой версии в программе постепенно развиваются алгоритмы по качественному выделению рельефа из облака точек. Но перед тем как выделять рельеф, необходимо очистить облако от точек, находящихся ниже поверхности рельефа (нижнего шума), которые могут привести к некорректной классификации. В программе реализовано несколько алгоритмов поиска и удаления нижнего шума. Кроме того, существует алгоритм, который классифицирует изолированные точки, причем неважно — находятся они под или над поверхностью рельефа. Используя один или комбинацию алгоритмов, пользователь может быстро очистить облако точек от таких шумов.

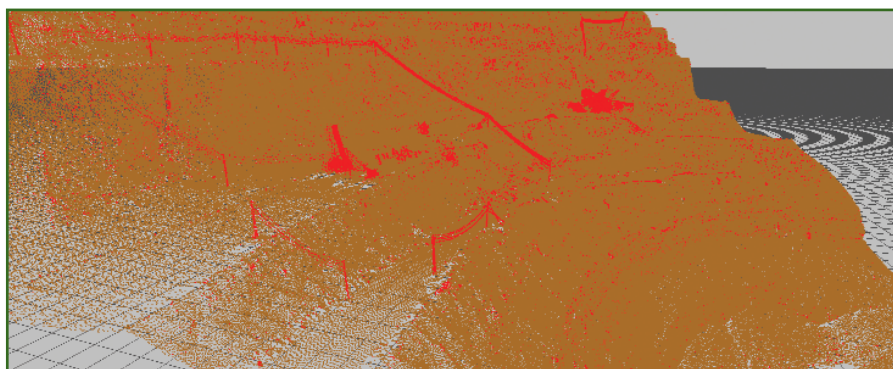


Рис. 1

Пример классификации рельефа с крутыми склонами

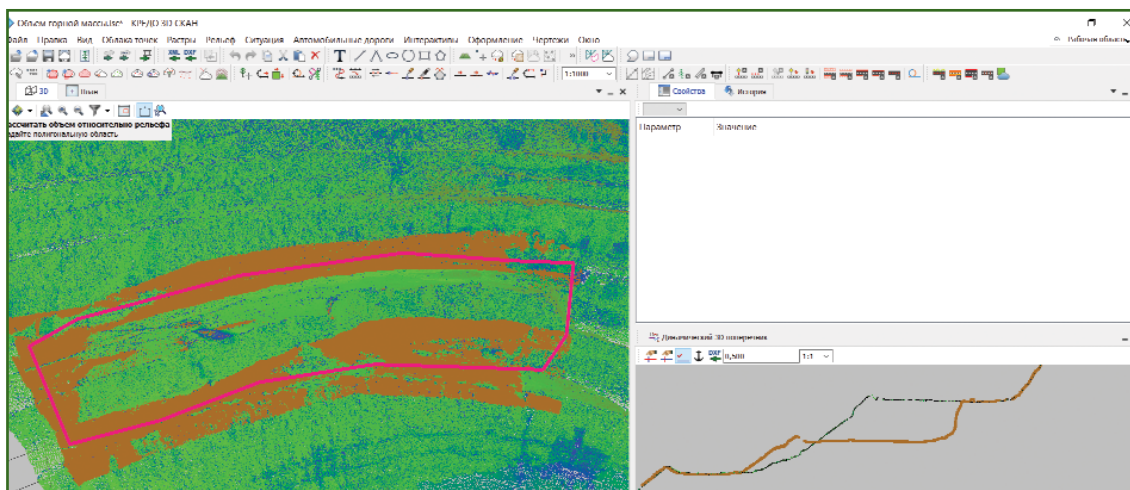


Рис. 2

Облака с выделенными точками, относящимися к рельефу, полученные в разное время (слева), и окно динамического 3D-поперечника (справа)

Качественно выделить точки облака, относящиеся к рельефу, позволяют алгоритмы, которые подходят для различных облаков и типов местности. Подобрать параметры, подходящие под конкретные задачи, пользователь может классифицировать рельеф без потери данных. При необходимости, выделенные из облака точки рельефа можно передать (объединить) в новое облако.

Важно отметить, что правильно подобранные параметры для одного объекта, могут не сработать на другом, так как все зависит от самого облака точек. Например, фильтр, качественно удаляющий растительность на плотном облаке точек, не сработает на облаке точек с большими перепадами высот точек рельефа. Наоборот, он может «срезать» нужные участки рельефа.

Возможности программы позволяют использовать ее в различных областях, например, в горном деле. Рассмотрим ситуацию, описанную выше. Имеется облако точек рельефа, представленного крутыми склонами. В результате выделения рельефа теряются важные данные — происходит его «срезка». Предусмотрев это, разработчики добавили специальный алгоритм выделения крутых

склонов рельефа, который не допускает неверной классификации точек в подобной ситуации.

На рис. 1 отчетливо видна работа алгоритма классификации рельефа с крутыми склонами. Важные части рельефа — бровки и уступы (точки облака, окрашенные в коричневый цвет) — не затронуты, а строительная техника, объекты инфраструктуры (точки облака, окрашенные в красный цвет) классифицированы как шум. В данном случае применена простая классификация — «рельеф — не рельеф».

В программе также предусмотрена более сложная классификация точек в облаке. Использование 20-ти базовых классификационных слоев в соответствии с обменным форматом LAS Американского общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ASPRS) позволяет выполнить классификацию точек в облаке по слоям — по их принадлежности к тому или иному типу объекта местности (рельеф, линии электропередачи, здания, мосты и т. д.) [1]. Кроме 20 базовых слоев имеется возможность добавлять пользовательские слои.

▼ Расчет объемов между облаками точек

Версия КРЕДО 3D СКАН 1.4 включает функцию расчета объемов между моделью рельефа и облаком точек рельефа. Моделью рельефа может являться облако точек рельефа, матрица высот (DEM-модель) или поверхность (TIN).

Рассмотрим новую функцию на локальном примере. На участке облака точек необходимо рассчитать объем вынудой горной массы. Имеется два облака точек, полученных в разное время. Предварительно была проведена классификация «рельеф — не рельеф» — в облаках, полученных в разное время, выделены точки, относящиеся к рельефу (рис.2, слева, точки зеленого и коричневого цветов).

Окно динамического 3D-поперечника позволяет просматривать сечение облаков точек, полученных в разное время (рис. 2, справа). На рис. 2 (слева) видно, как изменился профиль рельефа карьера за промежуток времени между двумя измерениями.

В окне динамического 3D-поперечника не только отображается сечение облаков точек, но и можно создавать графические

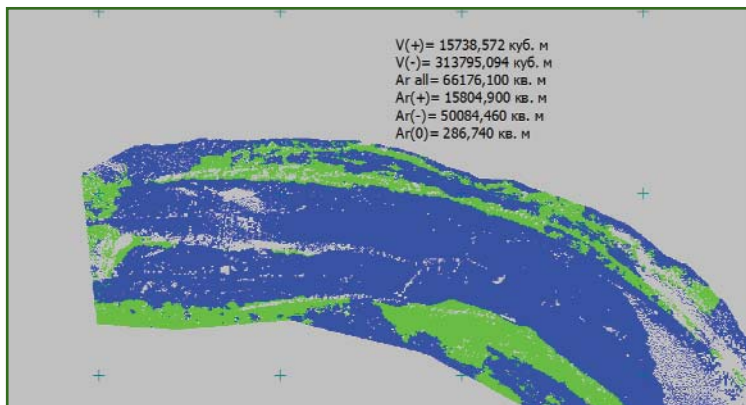


Рис. 3

Растр, на котором разными цветами отображены участки выемки, насыпи и нулевых работ

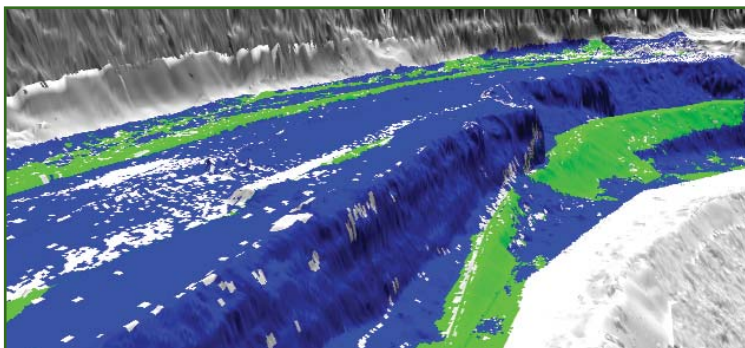


Рис. 4

Матрица высот в облаке, окрашенная в соответствии с рассчитанными объемами работ

объекты, выполнять измерения, экспортировать данные в формат DXF.

Выбрав команду «Рассчитать объем относительно рельефа», пользователь определяет условия действий и параметры алгоритма. Кроме того, расчет объемов может происходить как по всему облаку, так и в определенном контуре (рис. 2, контур красного цвета).

В результате выполнения команды создается растр с текстовой информацией о результатах расчета объемов горной массы, который можно считать картограммой земляных работ. На созданном растре различными цветами отображаются участки выемки, насыпи и нулевых работ (рис. 3).

В окне «План» появилась возможность создать матрицу высот точек рельефа в облаке,

окрашенную в соответствии с рассчитанными объемами работ, что повышает информативность выполненной задачи (рис. 4).

Таким образом, выполнив простую классификацию «рельеф — не рельеф», появляется возможность рассчитать объем

вынутой горной массы. Данный алгоритм можно применить и к различным задачам, требующим определения объемов, например, складированного материала. Для более точного расчета объемов в качестве модели рельефа рекомендуется выбирать матрицу высот. Это позволяет более точно и быстро рассчитать объем.

▼ **Автоматическое распознавание бровок рельефа**

Рассмотрим еще одну локальную задачу на этом же примере. В программе реализована методика автоматизированного поиска линий излома рельефа (бровок) с созданием векторных структурных линий. Поиск выполняется в несколько этапов, на каждом из которых можно оценить полноту и качество работы алгоритма, уточнить параметры для достижения наилучшего результата.

Финальный этап выделения бровок позволяет интерактивно управлять параметрами и видеть в режиме предварительного просмотра результат, получаемый на основе текущего значения параметров.

Конечным результатом являются созданные бровки двух типов (верхняя или нижняя) (рис. 5). Полученные данные можно экспортировать в программы ПК КРЕДО или другие программы для дальнейшей работы с рельефом.

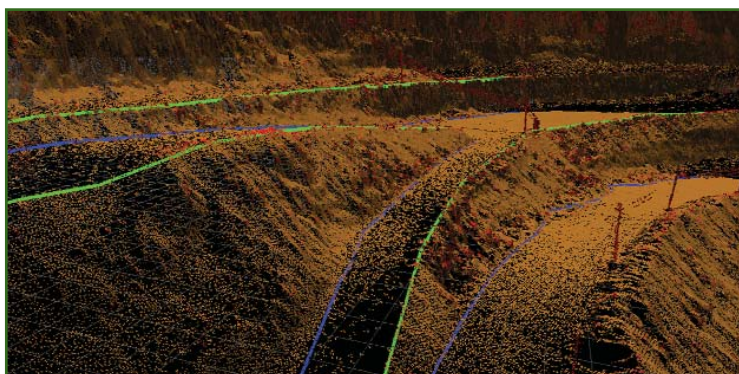


Рис. 5

Созданные векторные структурные линии — верхние и нижние бровки

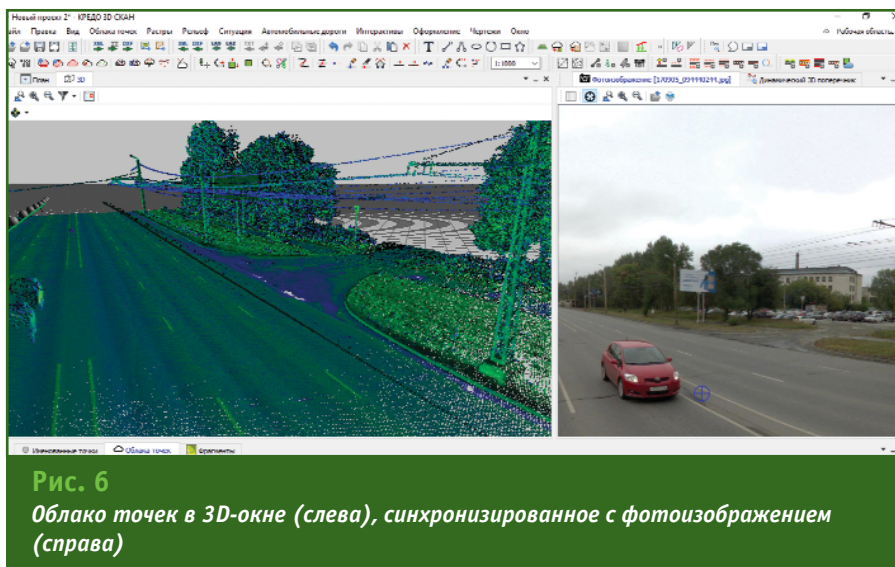


Рис. 6

Облако точек в 3D-окне (слева), синхронизированное с фотоизображением (справа)

Пользователь может проредить полученное облако точек в зависимости от требований к цифровой модели рельефа (максимальное расстояние между точками на плоских участках, минимальный отображаемый размер микроформ рельефа). В результате будет создано облако, содержащее число точек, сопоставимое с числом пикетов при инструментальной топографической съемке. По прореженным (каркасным) точкам облака можно построить поверхность (TIN). При необходимости, настраиваются параметры отображения цифровой модели рельефа (шаг горизонталей, подписи и т. п.).

▼ Выделение границ замкнутых пространств

Программа позволяет выполнить классификацию точек внешних границ замкнутых пространств (подземные горные выработки, помещения). В результате работы этой функции точки облака классифицируются как точки границ пространства или внутренние точки — шум (технологическое оборудование, люди, предметы).

▼ Создание ситуации по облакам точек

Создание топографических объектов по облакам точек может выполняться вручную в

окне «План» или в 3D-окне как отдельно, так и одновременно. Это существенно упрощает отрисовку сложных линейных и площадных объектов. После выбора в облаке точек объекта открывается классификатор топографических объектов, в котором выбирается нужный объект. При этом он отображается и в окне «План» и в 3D-окне. Объекты, создаваемые в окне «План», при наличии заданной модели рельефа получают высотные отметки. В качестве модели рельефа может использоваться облако с выделенными точками рельефа или классификационный слой облака, содержащий точки рельефа, триангуляционную поверхность или матрицу высот.

Для удобства работы в 3D-окне можно воспользоваться параллельно открытым окном с фотоизображением, т. е. загрузить фотоизображение, полученное при сканировании, на область, покрытую облаком точек.

В 3D-окне облако точек отображается синхронизировано с фотоизображением, поскольку оно имеет геопространственную привязку. Это позволяет быстро уточнить характеристики сложных объектов. Возможен как отдельный, так и совмещенный просмотр облака и фотоизображений. Положения центров фотографирования отображаются в окне «План» и 3D-окне, что позволяет в ручном режиме переключаться на нужное фотоизображение (рис. 6).

В программе реализован ряд автоматических методов создания цифровой модели местности по облаку точек. Например, линии электропередачи могут быть выделены в автоматическом режиме. На первом этапе осуществляется поиск всех опор и проверка результата в интерактивном режиме, на втором — восстановление геометрии проводов. При этом можно построить как отдельно провода, так и всю линию электропередачи в виде одного линейного объекта.



Рис. 7

Пример подписей к объектам

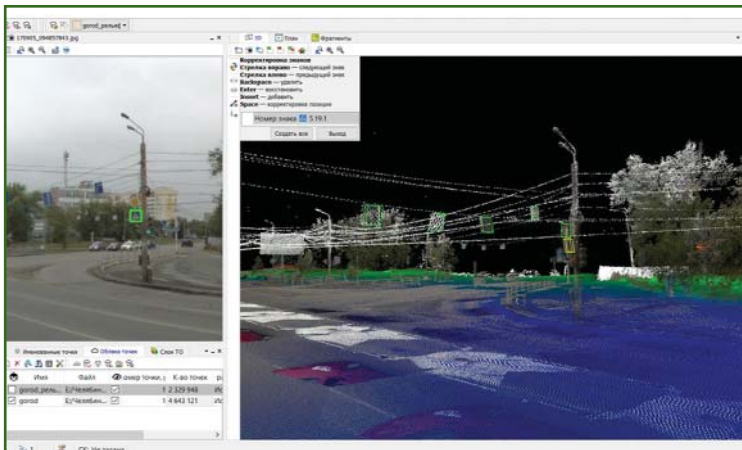


Рис. 8

Проверка и корректировка класса и местоположения дорожных знаков

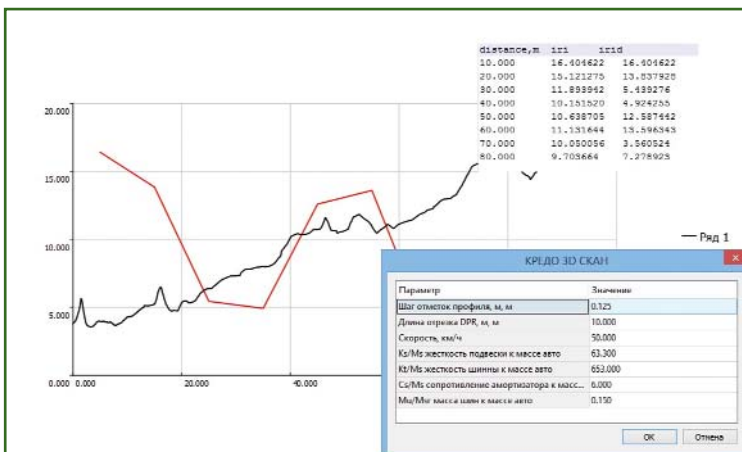


Рис. 9

Расчет уклонов дорожного полотна по облаку точек

Создание цифровой модели объектов ситуации возможно как в 3D-окне, так и в окне «План».

▼ **Создание схем и аннотирование облака точек**

Программа позволяет создавать подписи в окне «План» и 3D-окне с привязкой к объектам и точкам облака. Механизм подписей разработан максимально гибко, с возможностью настройки шаблонов и создания произвольных пользовательских подписей. Часто используемые подписи могут быть сохранены как шаблоны и использоваться повторно. В качестве подписей доступно множество параметров: координаты, расстояния, превышения, разности координат,

характеристики элементов модели (рис. 7).

▼ **Создание и распознавание элементов дороги и объектов организации дорожного движения**

С помощью программы можно автоматически распознавать элементы дорожной инфраструктуры: разметку (по данным интенсивности), столбы дорожных знаков, сигнальные столбики, бровки и подошвы земляного полотна, кромки покрытия (при наличии перепада высот по отношению к обочине), бордюры. Для максимальной автоматизации процесса распознавания элементов дорожной инфраструктуры импортируется траектория дви-

жения мобильного сканера, по которой рассчитывается приблизительное положение трассы автомобильной дороги.

Программа позволяет распознавать и классифицировать дорожные знаки в соответствии с ГОСТ Р 52290–2004 [3]. Поиск дорожных знаков на фотоизображении, полученном при сканировании, осуществляется путем распознавания графического рисунка, нанесенного на лицевой поверхности дорожных знаков, с помощью каскадного детектора (классификатора характерных признаков). Найденные на фото области проходят классификацию нейронной сетью. Определенные таким образом положения дорожных знаков на фото используются для локализации в облаке точек плоскостей, соответствующих лицевой поверхности дорожных знаков. Весь процесс происходит в автоматическом режиме, по завершении которого исполнитель в интерактивном режиме проверяет результаты распознавания знаков и при необходимости корректирует класс знака, его положение или добавляет пропущенные (рис. 8). Если при выполнении сканирования не было препятствий, создающих «тени» в облаке точек, а фотографирование проводилось с частотой около 1 фото на 10 м траектории, в автоматическом режиме может быть определено до 100% дорожных знаков.

В программе решаются задачи оценки качества дорожного покрытия по материалам лазерного сканирования: расчет индекса ровности IRI с формированием ведомости и графика ровности, а также анализ дефектов (колеи, ям, состояние обочины) с графической визуализацией. Можно выполнять расчет уклонов дорожного полотна по облаку точек с заданным шагом (рис. 9).

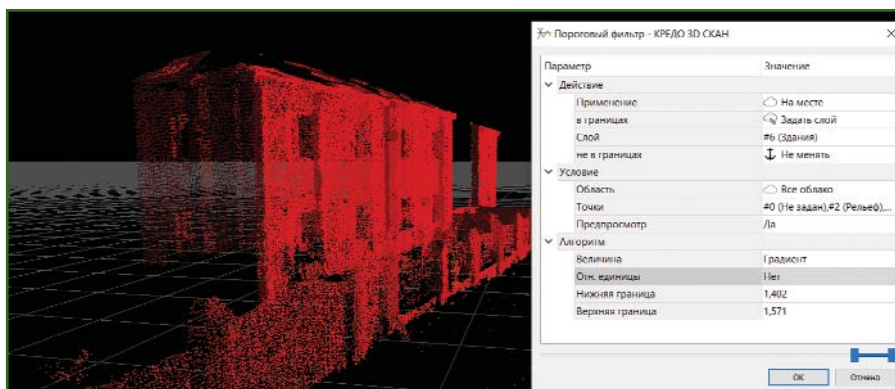


Рис. 10

Пример выделения вертикальных стен, фасада здания и ограждений в облаке точек

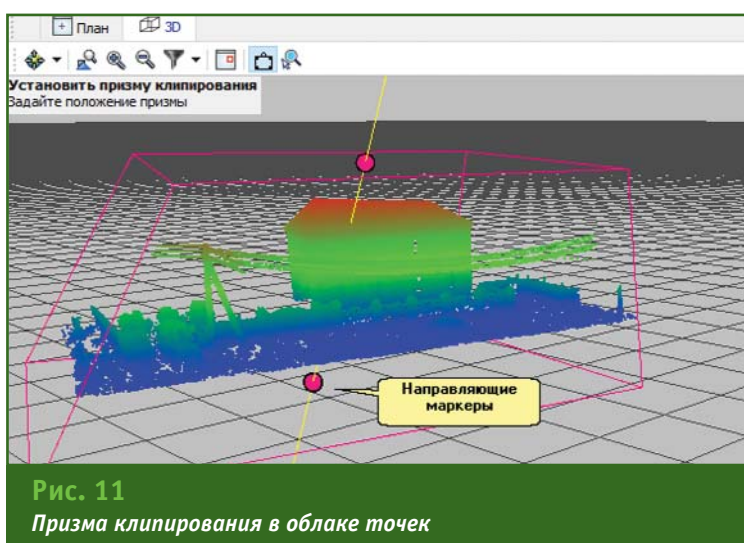


Рис. 11

Призма клипирования в облаке точек

▼ Полезные функции и их применение

Расчет нормалей позволяет добавить в структуру точки облака нормаль, что предоставляет ряд новых возможностей.

Во-первых, повышается наглядность визуализации облака точек. После расчета нормалей можно настраивать освещение 3D-сцены. Это повышает информативность облака точек. Так, например, после расчета нормали становятся видны неровности дорожного полотна.

Во-вторых, можно выделять в облаке точек вертикальные плоскости и вводить пороговый фильтр, с помощью которого проводится анализ точек облака в соответствии с выбранным параметром, например, градиентом. После определения гра-

ниц фильтрации в облаке выделяются точки, относящиеся к вертикальным стенам, фасадам зданий, ограждениям и т. д. (рис. 10).

Одно из нововведений — установка призмы клипирования (рис. 11). Проще говоря, пользователь может ограничить облако точек нужной областью. При этом не создается копия облака точек, и само облако никак не модифицируется, а меняется только его отображение в графическом окне.

▼ BIM-модель в КРЕДО 3D СКАН

Компания «Кредо-Диалог» всегда идет «в ногу» с современными технологиями. Одним из таких обсуждаемых перспективных направлений является

информационное моделирование (BIM). В программе КРЕДО 3D СКАН обеспечивается базовая функциональность 3D-модели. При этом поддерживается импорт BIM-моделей как в формате Industry Foundation Classes (IFC), так и в других популярных форматах. Обеспечиваются импорт и визуализация модели в 3D-окне совместно с облаком точек, а также перемещение и масштабирование 3D-модели, измерения между точками облака и узлами модели.

В данной статье были рассмотрены только те возможности программы, которые активно применяются в производственной деятельности пользователями, а также новый функционал версии 1.4 для решения ряда задач.

Все желающие могут протестировать новую версию программы, обратившись к специалистам компании «Кредо-Диалог».

Следует отметить, что пользователи с подключенной услугой «Подписка» получают новые версии программ ПК КРЕДО бесплатно.

▼ Список литературы

1. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. — <https://reestr.minsvyaz.ru/reestr>.
2. Грохольский Д.В., Кухто П.В. Классификация облаков точек и создание ЦММ в новой версии программы КРЕДО 3D СКАН // Геопрофи. — 2019. — № 4. — С. 12–15.
3. ГОСТ Р 52290-2004 Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования.



КД-ИНЖИНИРИНГ

ООО «КД-инжиниринг»
Тел: +7 (499) 350-73-15,
+7 (343) 288-37-07
E-mail: info@kd-ural.ru,
market@credo-dialogue.com
www.credo-dialogue.ru

ПРЕИМУЩЕСТВА ОДНОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ JAVAD GNSS И RTK ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ*

Один из самых современных и высокопроизводительных приемников ГНСС JAVAD TRIUMPH-LS устанавливает новые стандарты геодезических измерений. В составе с приемником TRIUMPH-3 и роботизированной оптической системой J-Mate он обеспечивает высокий уровень точности и качества. Такое интегрированное решение позволяет максимально использовать преимущества одновременной съемки с помощью оптической системы и приемников ГНСС, работающих в режиме RTK («кинематика реального времени»), для достижения еще большей производительности полевых работ.

▼ TRIUMPH-LS с полевым ПО J-Field

TRIUMPH-LS — высокоточный, интегрированный, универсальный, надежный и компактный ГНСС-приемник. Обладая наибольшим размером (183x124x106 мм) и весом (2,1 кг), он совмещает в себе многочастотную антенну геодезического класса, высокоточный многосистемный приемник ГНСС с 864-мя каналами, обеспечивающими отслеживание сигналов навигационных спутников ГЛОНАСС, GPS, Galileo и Beidou, встроенный контроллер с полевым программным обеспечением (ПО) J-Field (подробнее см. «Геопрофи» № 2-2018, с. 26–28).

Визуальный вынос, навигация, шесть параллельных RTK-процессоров, более 3000 преобразований координат, усовершенствованная координатная геометрия, обеспечивающая графическое отображение аналитических решений на активном цветном дисплее высокого разрешения многофункционального контроллера, принципиально отличают его от всех существующих в настоящее время геодезических приемников.

TRIUMPH-LS зарекомендовал себя как уникальный спутниковый приемник, позволяющий получать надежные фиксированные решения в режиме RTK в местах с сильно ограниченным доступом приема сигналов навигационных спутников, например, в густом лесу.

Полевое программное обеспечение J-Field встроено в TRIUMPH-LS и автоматически обновляется с сайта компании JAVAD GNSS при подключении к сети Интернет через Wi-Fi.

J-Field позволяет легко настраивать TRIUMPH-LS на оптимальное проведение разных видов работ за счет ввода следующих параметров: точности как в плане, так и по высоте, значений доверительных интервалов статистик, необходимого количества непрерывных эпох наблюдений, минимального времени записи данных, учета компенсации наклона приемни-

ка, измерений в режиме RTK и т. д.

ПО обеспечивает решение основных геодезических задач, включая такие, как линейные и угловые засечки, створные измерения, вынос точек проекта в натуру и др. Предусмотрена подготовка картографических материалов по результатам съемок для создания геоинформационных проектов (подробнее см. «Геопрофи» № 6-2017, с. 22–25).

Несомненными преимуществами данного программного обеспечения является технология использования шести параллельных RTK-процессоров, обеспечивающих максимальный доступ к поправкам от базовых станций для съемочных точек, определенных ровером (подвижным приемником) в режиме RTK «DPOS it» или «Reverse Shift it».

В режиме RTK «DPOS it» все «сырые» (измеренные) данные с приемника TRIUMPH-LS автоматически направляются на постобработку с помощью специализированного облачного Интернет-сервиса JAVAD DPOS. После обработки приемник получает уточненные координаты и автоматически пересчитывает координаты всех съемочных точек. Функция «DPOS-It», а также функция проверки решений в режиме RTK и опция автоматического контроля, определяющая ложные фиксации,

* Статья подготовлена пресс-службой компании JAVAD GNSS.



Общий вид J-Mate

гарантируют надежность и точность данных, получаемых ровером.

Функция «Reverse Shift It» предусматривает установку приемника TRIUMPH-LS на точку с известными координатами. При этом после выбора на экране расширенных настроек функции Shift и ввода координат этой точки можно выполнять на ней измерения. После обработки в сервисе DPOS смещение базовой станции будет автоматически вычислено и учтено во всех прежде измеренных и последующих съемочных точках данной сессии (подробнее см. «Геопрофи» № 1-2016, с. 44–47).

Множество полезных функций делают J-Field необходимым и востребованным ПО при всех видах ГНСС-измерений,

позволяя оператору экономить время и силы. Например, функция «Lift&Tilt» («держи и наклоняй») позволяет автоматически начать съемку при наклоне вехи с приемником менее 5° от вертикали, а при более 15° — автоматически закончить, что значительно повышает производительность при измерениях на съемочных точках. Кроме того, возможна запись голосовых комментариев, фотографирование в ручном или автоматическом режиме, составление различных видов графических и числовых отчетов о достоверности результатов.

▼ J-Mate

J-Mate вместе с приемником ГНСС составляют универсальное решение («Total Solution»), представляющее собой комбинацию спутникового приемника, датчиков горизонтальных и вертикальных углов и лазерного дальномера, которые позволяют выполнять гораздо больший спектр геодезических работ за счет объединения трех технологий — спутникового позиционирования, электронной тахеометрии и лазерного сканирования (подробнее см. «Геопрофи» № 4-2018, с. 12–13).

J-Mate — это роботизированная оптическая система, усовершенствованный тахеометр с лазерным сканером, цифровой смарт-камерой, встроенными уровнями и датчиками углов. Большинство измерений полностью автоматизированы. Во время работы система J-Mate размещается на штативе, а ее положение в горизонтальной плоскости контролируется по трем цилиндрическим уровням, расположенным в верхней части корпуса.

В большинстве случаев, когда доступен надежный прием сигналов навигационных спутников, съемка выполняется только приемником TRIUMPH-LS. Если сигналы отсутствуют и/или не-

возможно получить высокоточное ГНСС-решение (такие зоны обычно не превышают 100 м), используется J-Mate с TRIUMPH-LS, который устанавливается на специальной площадке в верхней части корпуса J-Mate. Вместе они обеспечивают точность в несколько сантиметров.

Как и в случае с TRIUMPH-LS, обновления для J-Mate выпускаются регулярно и бесплатно. При подключении TRIUMPH-LS к J-Mate, после подтверждения пользователем, загрузка обновлений осуществляется автоматически. TRIUMPH-LS связывается с J-Mate по Wi-Fi.

▼ TRIUMPH-3

TRIUMPH-3 — это новый приемник на базе сверхбольшой интегральной микросхемы компании JAVAD GNSS с 864-мя каналами, обеспечивающими отслеживание сигналов: ГЛОНАСС L1, ГЛОНАСС L2, GPS L1, GPS L2, GPS L2C, GPS L5, Galileo, QZSS и BeiDou. Приемник включает встроенный 4G/LTE/3G модуль со съемными картами microSD и microSIM. В режимах «статика» и RTK прибор позволяет выполнять измерения с частотой 10 Гц.

TRIUMPH-3 может использоваться:

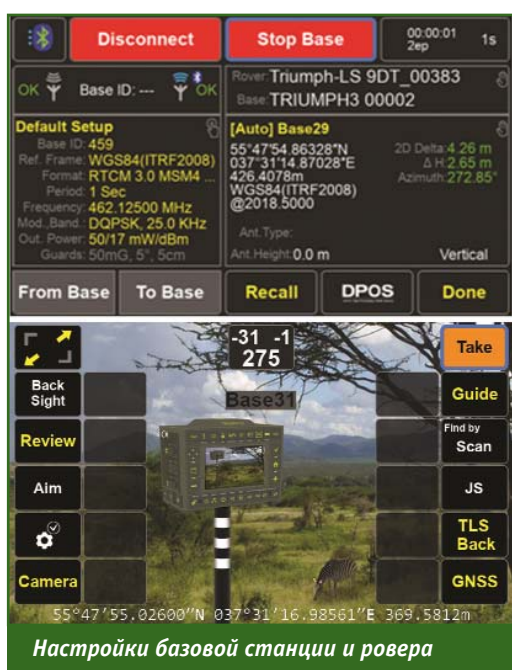
— как базовая станция или ровер с последующей обработкой данных;

— как базовая станция в сети постоянно действующих референционных станций или одиночная (временная) базовая станция для обеспечения работы в режиме RTK;

— как научная станция, предназначенная для сбора информации при исследованиях, например, для мониторинга ионосферы.

▼ Преимущества совместной работы оптической системы и приемника ГНСС в режиме RTK

В состав интегрированного комплекса входят приемники



Настройки базовой станции и ровера

ГНСС TRIUMPH-3 и TRIUMPH-LS, а также оптическая система J-Mate. TRIUMPH-3 выступает в качестве временной базовой станции, обеспечивающей передачу поправок для работы в режиме RTK, TRIUMPH-LS используется в качестве ровера, J-Mate является оптической базовой станцией, а веха с «зеврой» (специальная маркировка нанесенная на вехе) — оптическим ровером.

Перед началом измерений необходимо установить TRIUMPH-3 на горизонтальную площадку, расположенную в верхней части корпуса J-Mate, а TRIUMPH-LS закрепить на вехе с «зеврой».

Измерения приемником ГНСС в режиме RTK и роботизированной оптической системой могут выполняться одновременно и использоваться для взаимной проверки, а также дополнять друг друга, когда один из способов съемки недоступен.

У приемника TRIUMPH-LS шесть RTK-процессоров. Решение, получаемое с помощью J-Mate, можно рассматривать как седьмой процессор.

Подобный комплекс является самодостаточным для всех видов работ. Нет необходимости платить за поправки от постоянно действующих референционных станций, а также оплачивать связь, которая обеспечивается посредством встроенных в комплекс Bluetooth, УВЧ-модема и Wi-Fi. Кроме того,

больше не нужно устанавливать временную базовую станцию и оставлять персонал для ее обслуживания, в том числе, охраны. Это позволяет сократить количество специалистов, которых требуется транспортировать к месту работ и обратно. Таким образом, становится проще планировать время на выполнение работ, поскольку данные с TRIUMPH-3 — собственной временной базовой станции — доступны в любое время. Еще одно важное преимущество заключается в том, что базовая станция находится недалеко от ровера, а значит решения в режиме RTK более надежные и предоставляются гораздо быстрее.

В J-Mate в режиме выноса точек проекта в натуру к опции автоматического отслеживания положения вехи с «зеврой» добавлена новая опция «цель». Эта опция позволяет с помощью видимого лазерного луча задать направление на искомую точку, что дает возможность исполнителю быстро найти ее, перемещаясь вдоль лазерного луча.

Среди автоматизированных функций J-Mate следует отметить возможность выполнять полное сканирование заданного объекта, расположенного на расстоянии до 100 м со скоростью 3 точки в секунду. Цифровая камера J-Mate по заданному направлению на объект автоматически анализирует область сканирования,

Новые режимы RTK-процессоров приемника ГНСС TRIUMPH-LS

Компания JAVAD GNSS постоянно работает над совершенствованием приборов спутникового позиционирования. В настоящее время при обновлении TRIUMPH-LS доступны три режима RTK-процессоров, два из которых являются новыми:

- Optional GPS + GLO + GAL + BDU 6Eng;
- Optional GPS + GLO + GAL + BDU.

Режим процессора выбирает пользователь и, при необходимости, может его изменить за несколько минут.

Главной особенностью новых режимов является возможность настроек принимаемых сигналов спутников ГНСС для каждого из процессоров. Благодаря обновленному интерфейсу можно оценить качество сигналов. Такие возможности с высокой долей вероятности позволяют исключить появление ложных фиксированных решений при работе в режиме RTK.

идентифицирует и находит нужный объект и, используя лазерный дальномер и два датчика вертикальных и горизонтальных углов, выполняет его сканирование.

При этом, в случае, когда информация об объекте заранее может быть получена из других источников, цифровая камера определяет области, которые не нужно сканировать, или можно интерполировать без потерь. Так, если камера идентифицирует полностью однородную плоскую область, сканируются только точки в углах, а внутренние точки этой области определяются интерполяцией. Эта функция помогает увеличить эффективную скорость сканера до 10 точек в секунду.

В заключение следует отметить, что среди конкурентов компании JAVAD GNSS выделяет возможность автоматического и бесплатного обновления программного обеспечения через Интернет, использование облачного сервиса DPOS, а также получение технической поддержки в режиме онлайн.



ОБОРУДОВАНИЕ

▼ Спектроанализатор в приемниках ГНСС компании JAVAD GNSS

Форма спектра

Важность измерения и анализа спектра частот сигналов навигационных спутников ГНСС в геодезических спутниковых приемниках, в первую очередь, связана с необходимостью мониторинга помех в месте выполнения съемки, а также с определением степени влияния «паразитных» сигналов и других возможных помех на точность проводимых измерений.

Влияние радиосигналов различного рода на прием сигналов навигационных спутников постоянно исследуется. Такие сигналы от самых разных источников могут стать причиной помех в работе оборудования. Например, радиосигналы FM-диапазона, телевизионные

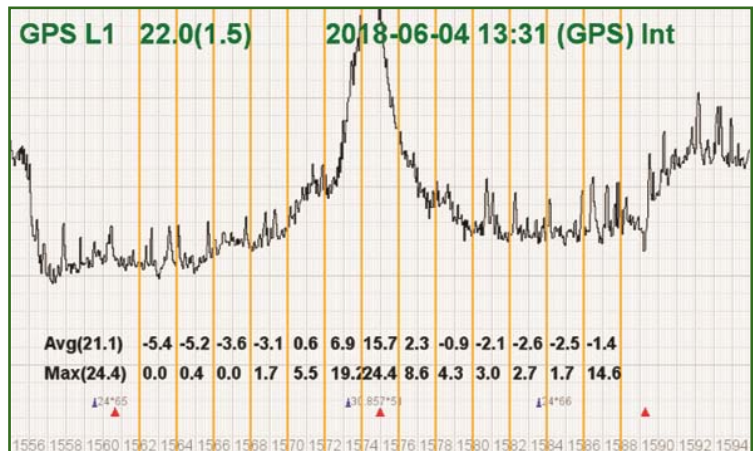


Рис. 2

Пример производной спектра полосы GPS L1, когда сигнал заблокирован мощной помехой

сигналы и сигналы сотовой связи могут влиять на прием сигналов ГНСС. В иных случаях источниками помех служат природные явления, например, грозовые разряды. В последнее время стало обычным явлением искусственное зашумление диапазона сигналов ГНСС, так называемый «jamming». Иногда даже Bluetooth-модуль обычного гаджета (телефона, планшета и т. п.) становится дополнительным источником помех, действие которых может понизить уровень сигналов навигационных спутников или привести к полной потере слежения за их сигналами. В результате выполнение полевых работ оборудованием ГНСС будет существенно затруднено, что приведет к дополнительным затратам времени, либо полностью невозможно.

Все приемники, выпускаемые компанией JAVAD GNSS, оснащены современным и высокоэффективным анализатором спектра. В приемнике TRIUMPH-LS спектроанализатор включен в базовую комплектацию (рис. 1, сверху). В TRIUMPH-OMEGA, TRIUMPH-1M и других приемниках для анализа спектра необ-

ходимо активировать соответствующую опцию.

Быстрые изменения спектра отслеживаются в режиме реального времени и на дисплей приемника выводятся спектрограммы, представляющие графики производных спектра в различные моменты времени и для различных полос (диапазонов) сигналов ГНСС с указанием мощности и формы нежелательных сигналов и помех. На рис. 1 показана форма производной спектра полосы сигналов GPS L1, где в центре виден пик кода C/A с частотой 2 МГц. Спектроанализатор, встроенный в СБИС «TRIUMPH», гораздо мощнее и производительнее своих аналогов, анализаторов спектра, выпускаемых как отдельный прибор (рис. 1, внизу).

Интегрированный анализатор спектра, встроенный в приемники компании JAVAD GNSS, контролирует спектр внутри СБИС, где это имеет особое значение. Кроме того, он имеет эффективную полосу анализа с частотой 1 кГц. Преимущество встроенного анализатора спектра заключается в том, что он может быть запрограммирован

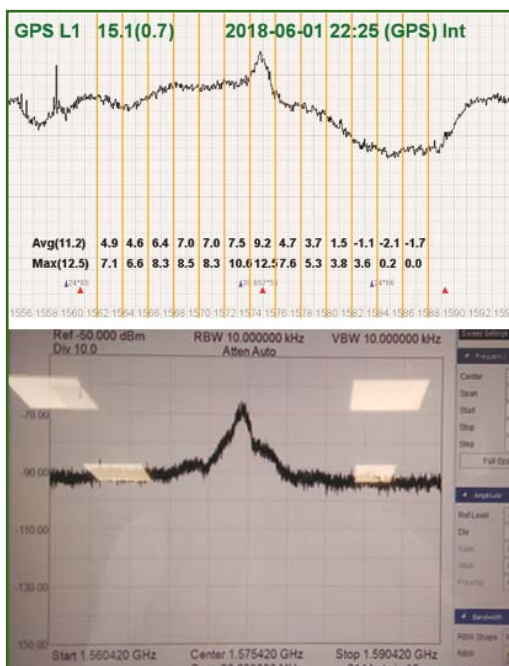


Рис. 1

Форма производной спектра полосы сигналов GPS L1 на экране анализатора спектра: в приемнике TRIUMPH-LS (вверху), в отдельном приборе (внизу)

на автоматическую запись спектра (и другой информации) периодически или в соответствии с заданными условиями непрерывного мониторинга помех.

На рис. 2 приведен график производной спектра полосы сигнала GPS L1 на дисплее приемника, когда сигнал заблокирован мощной помехой. В центре графика виден пик кода C/A (24,4 дБ). Средняя высота спектра составляет 21,1 дБ, что указывает на помехи (около 10 дБ).

Автоматическая регулировка усиления

На дисплее в приемниках ГНСС компании JAVAD GNSS, помимо графика производной спектра, линией красного цвета отображается состояние автоматической регулировки уси-

ления (APU), которое указывает на присутствие внешних нежелательных сигналов.

В зависимости от уровня помех автоматически регулируется усиление. Изменение состояния APU является еще одним индикатором помех.

Линия красного цвета на рис. 3 показывает состояния автоматической регулировки усиления. В верхнем левом углу графиков приведено среднее значение APU и его среднеквадратичное значение. На рис. 3, вверху — APU находится в состоянии покоя, а внизу — APU показывает, что в полосе сигнала навигационного спутника появились помехи, которые алгоритм APU полностью сглаживает.

По информации компании JAVAD GNSS



Рис. 3

Пример отображения состояния APU (красная линия): помехи отсутствуют (вверху); имеются помехи, которые алгоритм APU полностью сглаживает (внизу)

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

▼ **Новая версия 2.4 систем КРЕДО III**

Обновление систем на платформе КРЕДО III — это современный функционал, доработки существующих возможностей, повышение удобства работы и учет пожеланий пользователей.

Обо всех общеплатформенных изменениях в системах КРЕДО проектного и геологического направлений, реализованных в выпуске, можно узнать на сайте www.credo-dialogue.ru в разделе «Новое в КРЕДО». Также на YouTube-канале компании «Кредо-Диалог» размещены видео, представляющие новую версию.

Версия 2.4 систем на платформе КРЕДО III бесплатно предоставляется всем пользователям, оформившим услугу «Подписка». Для перехода на версию 2.4 требуется перепрошивка ключа аппаратной защиты.

По вопросам оформления услуги «Подписка», обновления и приобретения систем КРЕДО

обращайтесь по e-mail: market@credo-dialogue.com или по тел: +7 (499) 961-61-02.

▼ **Акция — пройди обучение в зачет приобретения!**

Предлагаем специальные условия обучения по программам комплекса КРЕДО.

Если вы пройдете дистанционное обучение по одной из программ КРЕДО в Интерактивном учебном центре (ИУЦ) КРЕДО, то при покупке любой программы комплекса КРЕДО ее цена будет уменьшена на стоимость учебного курса. Для дистанционного обучения необходимо заполнить заявку и зарегистрироваться в ИУЦ.

Скидка учитывается один раз при приобретении одной программы. Данное предложение не распространяется на программы КРЕДО СМЕТА и КРЕДО КАДАСТР онлайн.

Специальное предложение действует до конца II квартала 2020 г.

▼ **Новые телефонные номера компании «Кредо-Диалог»**

В сложившихся непростых условиях компания «Кредо-Диалог» остается на связи с пользователями КРЕДО, и специалисты компании готовы оперативно решить любые вопросы: оказать консультацию и техподдержку, оформить договора и т. д. С нами всегда можно связаться по многоканальному телефону или электронной почте, а также обратиться через социальные сети.

Внимание! Изменились телефонные номера.

По вопросам приобретения программного обеспечения и услуг КРЕДО: +7 (499) 961-61-02.

Техническая поддержка: +7 (499) 961-61-03.

ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»: +7 (499) 350-73-15.

АНО ДПО «КРЕДО-образование»: +7 (499) 350-73-19.

Оставайтесь с нами на связи!

По информации компании «Кредо-Диалог»

СОБЫТИЯ

▼ Студенческая неделя науки онлайн 2020 в МИИГАиК



10 апреля 2020 г. в МИИГАиК завершилась ежегодная студенческая неделя науки, которая проводилась с использованием дистанционных технологий. Это масштабный научно-образовательный проект, основная идея которого заключалась в создании онлайн площадки для реализации интеллектуального потенциала студентов и молодых ученых, которым предстояло работать в области сбора, обработки, анализа и применения пространственных данных. Главными принципами научного онлайн форума являлись междисциплинарный подход, предоставление возможности участникам высказать свое мнение, показать знания и научные наработки, проверить практические навыки, доказать состоятельность своих идей и обменяться опытом, узнать что-то новое.

Студенческая неделя науки 2020 началась с открытого онлайн хакатона «Есо Наск 2020», который состоялся 3–5 апреля. Пять тематических заданий этого хакатона были ориентированы на использование ГИС в решении актуальных экологических проблем. В конкурсе приняли участие 27 команд из Москвы, Санкт-Петербурга, Нижнего Тагила, Одессы и многих других городов, что стало рекордом для хакатонов в МИИГАиК. Студенческие команды, объединившие начинающих экологов, разработчиков программного обеспечения, анали-

тиков, дизайнеров, картографов и менеджеров проектов в режиме онлайн предложили решения для практических задач, стоящих перед представителями власти и бизнеса. Одним из постоянных партнеров хакатона является компания ООО «ГЕА РУ Си-Ай-Эс» — представитель картографической компании HERE Maps в России.

По решению компетентного жюри хакатона в задаче «Разработка цифрового решения, которое способствует развитию экотуризма в России» от компании «Открытые технологии» второе место заняла команда XYZ. Команда XYZ — это студенты МИИГАиК, которые являются уже опытными участниками и не раз занимали призовые места как на хакатонах МИИГАиК, так и на других московских форумах. Состав команды XYZ: Андрей Иванов, Ксения Бандуркина, Дмитрий Никитин, Кирилл Жуков, Александр Семенов.

Первое место в задаче «Создание продукта, который позволит повысить уровень комфорта и улучшить экологическую ситуацию городской среды» от компании HERE Technologies заняла еще одна команда из МИИГАиК — «Бригада». Состав команды: Родион Леушкин, Денис Фатеев, Кирилл Белов, Евгения Семёнова и Алексей Дюбо.

Центральным событием студенческой недели науки стала 75-я международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК онлайн. Конференция проходила с 6 по 10 апреля в формате вебинаров. Ее работа была организована по 14-ти тематическим секциям, одна из которых прошла на английском языке. Свои доклады представили более 200 как рос-

сийских студентов, так и студентов из Австрии, Белоруссии, Вьетнама, Германии, Израиля, Киргизии, Филиппин. По решению модераторов секций лучшие доклады были удостоены дипломами 1-ой, 2-ой и 3-ей степени. Доклады победителей в номинации «Лучший доклад» рекомендованы к публикации в сборнике статей журнала Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка».

В рамках закрытия студенческой недели науки на итоговом пленарном заседании 10 апреля участники конференции заслушали выступления приглашенных гостей с интересными докладами по актуальным тематическим направлениям, которые привлекли внимание не только студентов, но и преподавателей.

А. Широков, социальный инженер, координатор исследовательских проектов, изобретатель, председатель правления Intelligent Lda — Латвийского университета, выступил с докладом «Логистика дистанционного обучения и продвижение научных разработок».

Е. Морозова, научный сотрудник Института геодезии и геоинформатики Латвийского университета, представила доклад «Научные исследования и актуальные проекты Института геодезии и геоинформатики Латвийского университета».

Также с докладом по итогам работы научно-дискуссионного клуба на тему «Открытые гео-данные для бизнеса, государственного и муниципального управления территориями», с решением поставленной задачи от партнера МИИГАиК АО КБ «Панорама» выступил Евгений Лебедев (студент МИИГАиК). Были объявлены результаты работы секций и победители соревнования хакатон.

Завершением студенческой недели науки стала трансляция онлайн форума, посвященного празднованию 75-й годовщины победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг., организованная Военным учебным центром МИИГАиК. С докладами выступили более 20 студентов.

Программа конференции, электронные дипломы победителей по результатам работы секций, ссылки на видеозапись работы секций и список победителей в номинации «Лучший доклад» размещены на сайте МИИГАиК (www.migaik.ru) в разделе «Наука» — «Студенческая неделя науки».

По информации МИИГАиК

▼ **АО «Роскартография» разработало для городов-героев граффити, приуроченные к 75-летию Великой Победы**

В рамках подготовки к празднованию 75-летия Победы в Великой Отечественной войне на основе картографических материалов Атласа сражений Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. разработаны индивидуальные макеты художественных рисунков (граффити) для использования при оформлении зданий и сооружений 13 городов-героев.

К созданию Атласа сражений Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. специалисты АО «Роскартография» приступили в 2019 г. При разработке атласа использовались архивные и справочные материалы, фотографии, а также карты военных лет, в создании которых принимали участие сотрудники Главного управления геодезии и картографии (ГУГК) при Совете Народных Комиссаров СССР. В 1941 г. перед ГУГК была поставлена задача в срочном порядке обеспечить Генеральный штаб и войска топографическими картами на огромные территории страны от западной границы до Волги, а также различными

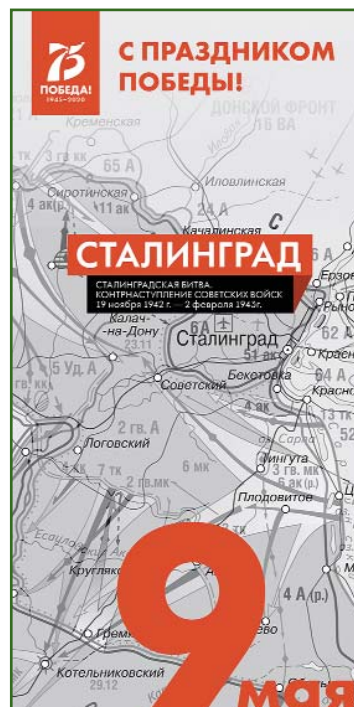
топографо-геодезическими данными для боевых операций. Для решения этой грандиозной задачи потребовалось объединение усилий ГУГК с Военно-топографической службой Генерального штаба РККА и мобилизация всех имевшихся людских и материальных ресурсов.

В начале 1942 г. было закончено создание топографической карты масштаба 1:100 000 на территорию европейской части СССР до Волги включительно, и с этого времени РККА бесперебойно снабжалась топографическими и обзорно-топографическими картами масштабов 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:500 000 и 1:1 000 000, разведывательными картами (топографическими картами с нанесенными на них сведениями о противнике), а также специальными картами. К этому времени было составлено 13 тысяч листов карт и отпечатано около 200 млн экземпляров карт. Кроме того, в конце 1941 г. были развернуты работы по созданию новой карты в масштабе 1:200 000, первые тиражи которой поступили в войска в июне 1942 г. Карты в масштабе 1:200 000 были высоко оценены в войсках и приняты на вооружение.

Для стратегической подготовки разгрома врага заблаговременно готовились карты территорий Германии и стран Восточной Европы, где предстояло вести боевые операции после освобождения своей страны от захватчиков. Наряду с удовлетворением нужд вооруженных сил выполнялась большая работа по созданию геодезической основы и топографических карт на важные в экономическом отношении районы страны.

За все годы войны топографической съемкой было покрыто свыше 5 млн км², т. е. 30% территории страны, и было подготовлено к изданию 19,6 тыс. номенклатурных листов топографических карт. Их ежегод-

ные тиражи достигали сотен миллионов листов. Всего было отпечатано более 930 млн экземпляров различных карт.



К юбилею Великой Победы АО «Роскартография» разработало макеты граффити следующих городов-героев: Москва, Ленинград (Санкт-Петербург), Сталинград (Волгоград), Севастополь, Керчь, Тула, Новороссийск, Смоленск, Мурманск, Минск, Брест (для комплекса «Брестская крепость-герой»), Киев, Одесса. На каждом изображении содержится фрагмент карты военных лет, относящейся к фронтовым операциям, связанным с конкретным городом.

Скачать макет граффити можно с сайта АО «Роскартография» — <https://www.roskartography.ru/karty-pobedy>, там же находится справочная информация о каждом городе-герое.

Кроме того, при размещении информации на своих страницах в соцсетях можно использовать специальный хештег — #КартыПобеды.

По информации АО «Роскартография»



 **ТОРСОН**

на правах рекламы

**Комфортная работа в
экстремальных условиях!**

www.geopribori.ru
ООО «Геодезические приборы» - Официальный дилер TOPCON
в Северо-Западном регионе России



ИЗДАНИЯ

Журнал «Изыскательский вестник» СПб АГиК, март 2020 (№ 22)



Вышел из печати очередной 22-й выпуск «Изыскательского вестника» — журнала Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии (СПб АГиК). Как отмечает А.С. Богданов, президент СПб АГиК, этот номер получился и по объему, и по содержанию, наверное, самым емким из выпущенных за 15 лет.

В журнале размещены публикации, посвященные ряду юбилейных дат, связанных с профессиональной деятельностью изыскателей, геодезистов, топографов, картографов и кадастровых инженеров:

— 300 лет Указу Сената Российской империи о «Генеральном регламенте или Указе», определившем порядок государственного управления и необходимость изготовления «ландкарт», подписанному Петром I 28 февраля 1720 г. (А.С. Богданов);

— 100 лет АО «Аэрогеодезия» — приемнику Петроградского полевого округа, образованного Высшим геодезическим управлением при научно-техническом отделе ВСНХ РСФСР 30 июня 1920 г. с целью топографо-геодезического изучения

Северо-Западной части РСФСР (А.Ю. Матвеев);

— 90 лет АО «ВНИМИ» — Всесоюзному НИИ Горной геомеханики и маркшейдерского дела (М.А. Шадрин, С.Н. Мулёв, А.И. Немец и В.И. Глейзер).

К 75-й годовщине Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. размещена небольшая, но примечательная публикация. Она напоминает о блокадном Ленинграде, стойкости ее жителей и о преданных четвероногих друзьях, которые своим присутствием не только помогали перенести тяжелые дни блокады, но и даже спасали от голода как дворовый пес по кличке Трезорка (А. Смирнов).

200-летию открытия Антарктиды посвящено две статьи члена СПб АГиК, участника нескольких Российских антарктических экспедиций В.А. Бондаренко, а также статья о Бруно Зендере, журналисте и фотографе, посвятившем свою жизнь изучению повадок пингвинов и погибшем в Антарктиде (Д.Д. Щаспройдёт).

Рубрика «Градусные измерения. Исследования продолжают» открывается стихотворением, посвященным Дуге Струве (А.С. Богданов и В.И. Глейзер), а также статьей о градусных измерениях в России в XIX веке, созданной интерактивной карте «Геодезическая Дуга Струве» и планируемой работе по созданию интерактивной карты «Градусные измерения планеты Земля» (А.С. Богданов).

Следующая часть рубрики включает подборку статей, посвященных: арктической и экваториальной экспедициям градусных измерений, предпринятым в середине XVIII века Французской академией наук (Е.В. Журавлева), результатам поисковых работ, выполненных в Белоруссии на Русско-Скандинавской дуге меридиана

(В.М. Красуцкий, Д.В. Чадович), а также оценке точности элементов ряда триангуляции дуги меридиана Теннера-Струве (В.А. Светличный).

Завершает рубрику материал о результатах экспедиции «Полярный меридиан» на Шпицберген в 2014–2016 гг. (М.Г. Малахов и В.Г. Шляхин).

В рубрике «История геодезии и культуры» размещено несколько статей: об исследовании истории создания геодезических марок высотной основы города Москвы (Р.Р. Барков), о поиске базисных центров триангуляционной сети, созданной Ф.Ф. Шубертом для топографических съемок Петербургской губернии в первой половине XIX века (Ю.И. Прядко), о церкви в поселке Хальяла (Эстония), объединяющей религиозную и геодезическую историю и культуру (М.Н. Нирги).

Рубрика «Жизнь учебных заведений» представлена статьями о комплексной экспедиции на остров Сахалин (Е.А. Наймушина) и об участии СПб АГиК в подготовке профессиональных кадров (В.И. Глейзер).

В журнале также затрагиваются актуальные вопросы кадастровых работ (Т.С. Мартынова), инженерных изысканий (Д.А. Безруков и Ю.А. Упаловский) и эталонирования современных средств измерений (В.И. Глейзер, И.Е. Стариков, Е.Н. Королёв, Г.А. Жуков).

Традиционно журнал содержит литературно-художественную часть «ГЕОполе».

Завершает журнал рубрика «Памяти товарищей». Кроме печальных известий о смерти Юрия Христофоровича Гилевского и Евгения Геннадьевича Капралова, публикуется стихотворение В.И. Глейзера «Коллегам геодезистам поэтам!».

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ СИСТЕМЫ TRIMBLE MX9 ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

А.И. Шумаков («ТиГео»)

В 2006 г. окончил физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «физик», специализация «оптика и спектроскопия». С 2005 г. работал в ООО «НПК Йена инструмент», с 2009 г. — в ООО «Транс Гидро проект», с 2013 г. — в ООО «Промсервис». С 2016 г. работает в ООО «ТиГео», в настоящее время — руководитель направления «3D сканирование и BIM».

Н.В. Сангаджиев («Русгеоторг», Новосибирск)

В 2006 г. окончил Институт дистанционного зондирования и природопользования СГГА (в настоящее время — Сибирский государственный университет геосистем и технологий) по специальности «аэрофотогеодезия», а в 2007 г. — Институт геодезии и менеджмента СГГА по специальности «экономика и управление на предприятии». С 2006 г. работал в ООО «Навгеоком-Новосибирск», с 2007 г. — в ЗАО «Геостройизыскания» (Новосибирск), с 2013 г. — в ООО «Геонекс» (Новосибирск), с 2016 г. — в АО «Сибгипротранс» (Новосибирск). С 2018 г. работает в ООО «Русгеоторг», в настоящее время — технический директор.

Задачи по качественному и оперативному сбору значительных объемов пространственных данных в совокупности с семантической информацией в настоящее время достаточно остро стоят перед предприятиями, занимающимися контролем в дорожно-строительной отрасли.

С учетом увеличения объемов производственных работ, а также в рамках реализации государственной программы «Развитие транспортной системы», национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги», включающего федеральные проекты: «Дорожная сеть», «Общесистемные меры по развитию дорожного хозяйства», «Безопасность дорожного движения» и «Автомобильные дороги Минобороны России», проблема оптимизации ресурсных мощностей параллельно с повышением эффективности трудозатрат без потери качества привела к необходимости новых дискуссий.

Большое количество вопросов, а также возрастающий интерес к новым технологиям и возможностям их применения для контроля строительства, эксплуатационного содержания и паспортизации автомобильных дорог, стали обоснованием проведения полевой демонстрации мобильной системы лазерного сканирования Trimble MX9 для специалистов ГКУ НСО «Территориальное управление автомобильных дорог Новосибирской области».

Мероприятие, включающее полевые испытания и практический семинар, было организовано ООО «Русгеоторг» (Новосибирск) при поддержке технических экспертов ООО «Руснавгеосеть» и ООО «ТиГео» и прошло в Новосибирске 13–14 ноября 2019 г.

Условия проведения полевых испытаний системы Trimble MX9 максимально соответствовали реальным производственным условиям на территории

Сибири в зимний период, характеризующийся отрицательной температурой окружающей среды. Местом демонстрации был выбран участок строительства новой автомобильной дороги «Новосибирск — Кочки — Павлодар», протяженностью более 4 км.

Практический семинар проходил в Сибирском государственном университете геосистем и технологий (СГУГиТ) и включал презентацию системы Trimble MX9 и результатов полевых испытаний (рис. 1) с последующей демонстрацией ее работы на территории университета (рис. 2) и улицах Новосибирска.

Основными темами, интересовавшими участников полевых испытаний, являлись:

— работа системы при отрицательной температуре воздуха;

— особенности контроля геометрических параметров (поперечных и продольных уклонов, разметки и качества

покрытия дорожного полотна, местоположения дорожных знаков и др.) по облакам точек, получаемым в результате сканирования;

- использование данных сканирования автомобильных дорог и прилегающей инфраструктуры для задач инвентаризации и паспортизации объектов дорожного хозяйства;

- адаптация системы для геодезического обеспечения и контроля строительства автомобильных дорог;

- экономическая эффективность от внедрения системы по сравнению с традиционными геодезическими технологиями.

Ознакомиться с особенностями конструкции системы Trimble MX9 приглашенные спе-

циалисты, а также преподаватели и студенты университета могли на площадке перед главным входом в СГУГиТ. Кроме того, всем желающим была предоставлена уникальная возможность принять участие в тестовых проездах на автомобиле, оборудованном системой Trimble MX9, по заранее запланированному маршруту и увидеть процесс сканирования (съемки).

Во время проведения мероприятия температура окружающей среды опустилась ниже 0°C, что не соответствовало нормативам, установленным производителем для работы системы Trimble MX9 [1]. Ранее система испытывалась при температуре -10°C, но только в лаборатор-

ных условиях. При полевых испытаниях температура воздуха составляла от -7°C до -9°C. Дополнительно к этому проезды при сканировании сопровождался ледяным дождем и холодным порывистым ветром. Практическая демонстрация системы проходила уже при температуре воздуха от -13°C до -15°C.

Важно отметить, что даже при таких непростых погодных условиях система Trimble MX9 подтвердила заявленные характеристики как по эффективности работы в процессе съемки, так и по качеству полученных результатов.

Полевые испытания включали монтаж и подготовку системы Trimble MX9 к работе, съемку дорожного полотна и прилегающей инфраструктуры автомобильной дороги, камеральную обработку данных и анализ полученных результатов.

Измерения и обработку данных, полученных системой Trimble MX9 на участке автомобильной дороги «Новосибирск — Кочки — Павлодар», проводили сотрудники компании «Русгеоторг». На полевой демонстрации присутствовали представители Территориального управления автомобильных дорог Новосибирской области.

▼ Монтаж и подготовка системы Trimble MX9 к работе

Система была доставлена самолетом из Москвы. Перед включением требовалось обеспечить оборудованию условия для акклиматизации в течение 24 часов при постоянной температуре и давлении воздуха, поскольку резкое изменение температуры могло привести к конденсации влаги внутри основных компонентов системы (блок датчиков, блок управления, блок питания).

Система Trimble MX9 может устанавливаться на различных



Рис. 1

Презентация системы Trimble MX9 в СГУГиТ



Рис. 2

Демонстрация работы системы Trimble MX9 на территории СГУГиТ



Рис. 3

Система Trimble MX9, смонтированная на автомобиле Volkswagen Caravelle

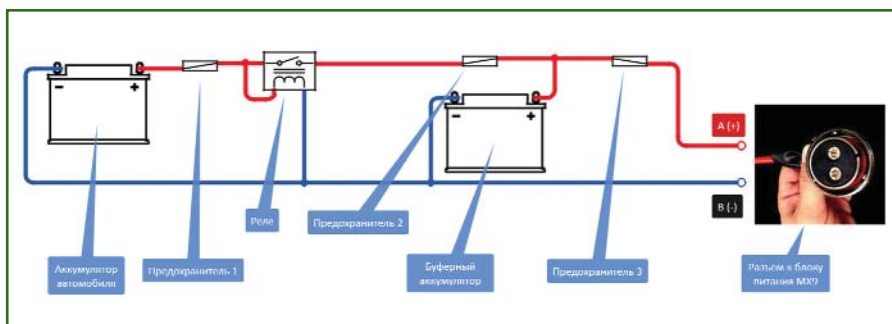


Рис. 4

Схема электропитания системы Trimble MX9

типах транспортных средств: автомобилях, подвижных составах железных дорог, квадроциклах и даже самоходных установках. В настоящее время в России имеется опыт работы с системами, которые монтировались на автомобилях и подвижных составах железных дорог.

Для полевых испытаний использовался автомобиль Volkswagen Caravelle (рис. 3). При выборе транспортного средства для работы с системой Trimble MX9 следует учитывать следующие критерии:

- высоту автомобиля, от которой зависит обзор сканируемого пространства;
- форму задней части кузова, которая может приводить к появлению «мертвой зоны» в облаке точек на сканах и фото-

изображениях, получаемых задней обзорной камерой;

— наличие рейлингов и поперечных креплений на крыше и возможность размещения системы максимально близко к заднему свесу автомобиля с целью исключения «мертвой зоны» в облаке точек на сканах.

Монтаж оборудования предельно прост, а для его выполнения достаточно двух специалистов. Проведение монтажных и демонтажных работ по возможности следует проводить в помещении, главное не забывать, что автомобиль со смонтированным сканером становится почти на метр выше.

Последовательность установки компонентов системы во всех случаях ее использования одинакова [2].

Электропитание системы возможно от бортовой сети автомобиля, с наличием резервного аккумулятора в цепи на случай, если основной аккумулятор разрядится, а также, если автомобиль оснащен системой «старт-стоп» (рис. 4).

При полевых испытаниях электропитание осуществлялось от автомобильного аккумулятора повышенной емкости, который был размещен в багажнике автомобиля, рядом с блоком питания системы Trimble MX9, то есть без подключения к бортовой сети автомобиля.

При постоянном проведении работ систему электропитания Trimble MX9 рекомендуется интегрировать в бортовую сеть автомобиля.

Блок управления размещался в салоне автомобиля между пассажирскими сиденьями.

Система Trimble MX9 оснащается инерциально-навигационной подсистемой Arplanix AP60 либо AP40, позволяющей осуществлять ежесекундный контроль пространственного положения системы в течение всего времени проведения съемки. Данные, получаемые при съемке (сканы лазерных измерений, являющиеся основой для формирования облаков точек, панорамные фотоизображения), имеют пространственную привязку к траектории движения автомобиля, которая определяется как инерциальной системой, так и спутниковым методом в автономном режиме.

Система Trimble MX9, участвовавшая в испытаниях, была оснащена инерциально-навигационной подсистемой Arplanix AP60. Для ускорения ее инициализации на крыше автомобиля была установлена и откалибрована дополнительная антенна ГНСС.

▼ Съемка дорожного полотна и прилегающей инфраструктуры автомобильной дороги

После монтажа на датчики лазерных сканеров были одеты защитные карбоновые колпаки, система Trimble MX9 включена для естественного подогрева с учетом температуры окружающей среды, и сотрудники компании «Русгеоторг» вместе с приглашенными специалистами выехали в район испытаний.

Общая последовательность измерений системой Trimble MX9 при съемке участка автомобильной дороги была следующей:

- включение системы и выбор настроек для съемки;
- запуск задания (миссии);
- первичная инициализация;
- проезд по тестовому участку, протяженностью 2,1 км, в двух направлениях (туда и обратно);
- финальная инициализация;
- завершение задания;
- выключение системы.

После первичной инициализации была выполнена съемка участка автомобильной дороги со средней скоростью 60 км/ч. Затем было проведено два дополнительных проезда и съемка при разных скоростных режимах (20 и 40 км/ч) с потенциальными заказчиками системы и приглашенными специалистами, проявившими интерес к технологии мобильного лазерного сканирования (рис. 5).

Пространственные данные, полученные системой Trimble MX9, сохранялись на двух съемных носителях SSD с интерфейсом USB3.0.

Следует отметить, что управление системой Trimble MX9 осуществляется с помощью встроенного программного обеспечения Trimble Mobile Imaging (TMI) с любого устройства через WiFi. Для этих целей

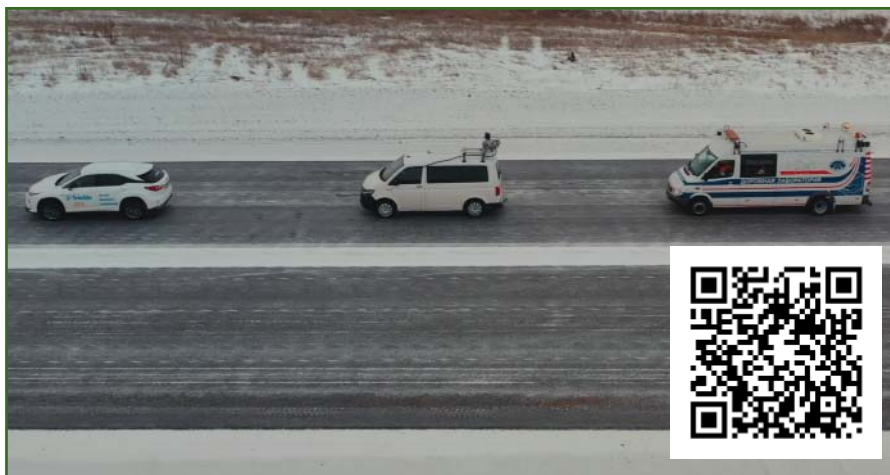


Рис. 5

Съемка участка автомобильной дороги «Новосибирск — Кочки — Павлодар» системой Trimble MX9

удобно использовать планшетный компьютер, так как сенсорное управление в полевых условиях предпочтительнее.

Процесс сбора данных в системе Trimble MX9 максимально автоматизирован. Программное обеспечение TMI отличается простым и понятным интерфейсом. При настройке параметров проведения съемки есть возможность указать используемые камеры, разрешение и количество измерений в заданный интервал времени. Это позволяет подобрать наилучший вариант плотности точек в облаке, исходя из требований к материалам съемки.

Полевые испытания завершились финальной инициализацией.

Сотрудники компании «Русгеоторг» на автомобиле с системой Trimble MX9 выехали в Новосибирск, где была выполнена съемка в окрестностях СГУГиТ.

▼ Камеральная обработка результатов измерений

Обработка данных осуществляется в три этапа:

- вычисление точной траектории движения автомобиля (движения системы);
- формирование облаков точек и их классификация;

— создание реалистичной модели объекта съемки по облакам точек и фотопанорамным изображениям.

Исходя из поставленных задач, полученные на каждом из этапов результаты уже могут являться окончательными.

Этап 1. Вычисление точной траектории движения автомобиля выполнялось в программном комплексе (ПК) Applanix POSPac MMS (рис. 6), который используется для повышения качества определения координат траектории [3]. Этот программный комплекс позволяет повысить точность определения координат точек траектории за счет ввода в результаты измерений поправок, принимаемых от постоянно действующих базовых (референчных) станций ГНСС локальной сети в районе работ, или от станций Международной службы ГНСС (IGS). Список базовых станций задает оператор.

Для получения заявленной производителем точности рекомендуемая дальность референчных станций или станций IGS от траектории движения автомобиля не должна превышать 30 км, поэтому при отсутствии станций в непосредственной близости к объекту съемки может применяться сер-

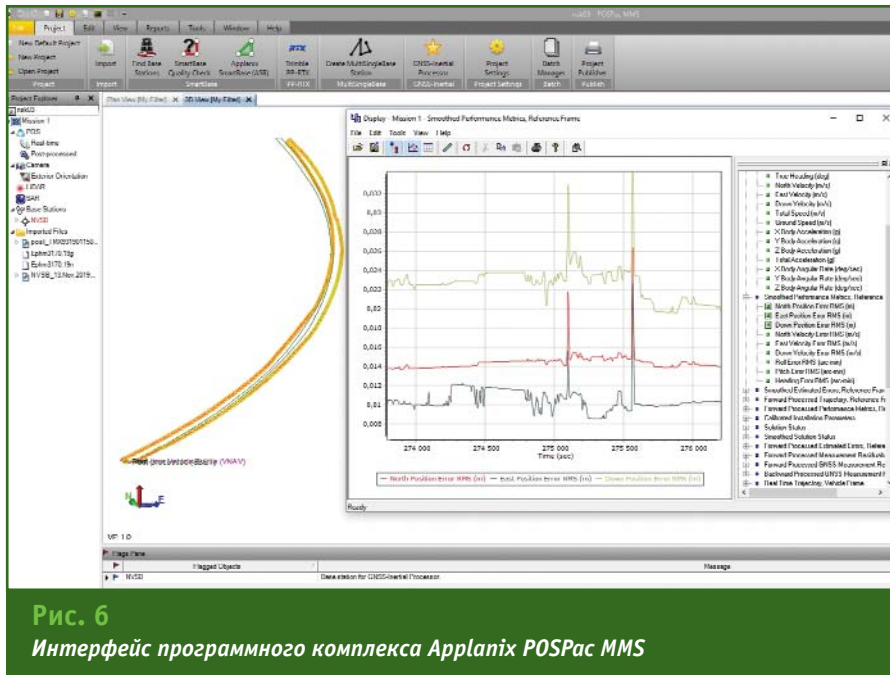


Рис. 6
Интерфейс программного комплекса Arplanix POSPac MMS

вис глобальной коррекции Trimble CenterPoint RTX. Очевидно, что уровень точности при использовании этого сервиса будет ниже, поэтому предпочтительнее использовать поправки, передаваемые с ближайших референчных станций.

При вычислении точных координат траектории движения автомобиля при испытаниях были использованы поправки от постоянно действующих базовых станций, расположенных в районе работ, что позволило выпол-

нить коррекцию траектории движения автомобиля в четырех проездах (по два в обе стороны) и достичь заявленных производителем показателей точности определения планово-высотного положения объектов в заданной системе координат в 2–3 см.

Для получения качественного облака точек в технических требованиях к системе Trimble MX9 установлена допустимая скорость движения автомобиля при съемке от 5 до 110 км/ч. Поскольку система предна-

значена для измерений не только с постоянной скоростью, но и в городской среде, где неизбежны внезапные остановки автомобиля в пробках и на светофорах, что вызывают срывы и дрейф инерциально-навигационной подсистемы. Поэтому в программном комплексе Arplanix POSPac MMS предусмотрена коррекция скорости движения по данным, получаемым при съемке с помощью одометра, который предварительно должен быть установлен на автомобиле.

При проведении испытаний измерения выполнялись непрерывно, поэтому установка одометра не требовалась.

Этап 2. Массивы пространственных данных, полученные системой Trimble MX9, обрабатывались в программном комплексе Trimble Business Center (TBC), который имеет специальный модуль — Mobile Mapping [4]. Набор включенных в него функций позволяет формировать облака и проводить классификацию точек (необходимый этап обработки измерений), а дополнительно отснятые в процессе движения фотопанорамы обеспечивают возможность колоризации точек в реалистичные тона и помогают

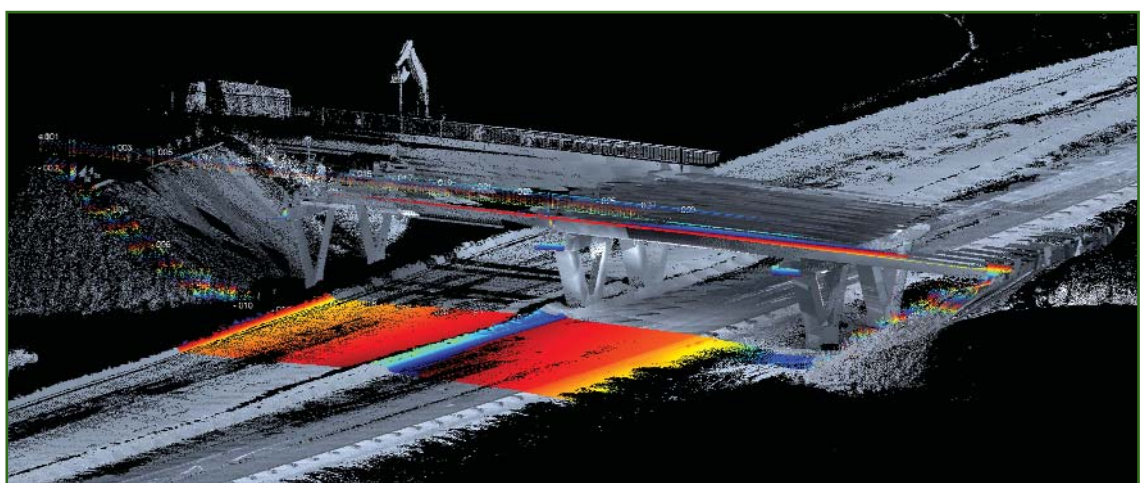


Рис. 7
Фрагмент облака точек участка автомобильной дороги «Новосибирск — Кочки — Павлодар» в программном комплексе TBC

оператору распознавать объекты, если их определение по точкам затруднено (рис. 7).

Также в программном комплексе TBC доступна «сшивка» нескольких облаков по общим точкам, привязка облаков к контрольным точкам, полученным спутниковыми или другими методами и загруженным в общий проект, классификация точек облака по слоям. Имеется функция автоматической классификации точек по предустановленным слоям — поверхность земли (Ground), строения (Buildings), деревья и крупная растительность (High Vegetation), столбы и дорожные знаки (Poles and Signs), линии электропередачи и провода (Power Lines). Объемы полученных данных при съемке могут быть чрезвычайно велики, поэтому, если не требуется высокая детализация, точки в облаке можно проредить. Дополнительным инструментом является возможность автоматической регистрации таких объектов, как деревья, столбы и дорожные знаки по заданным пользователем параметрам. Программный комплекс позволяет в полуавтоматическом

режиме получить поперечные разрезы по заданной траектории, сформировать поверхность и другие операции для подготовки данных, необходимых при проектировании или оценки эксплуатационного состояния дорожного полотна.

В совокупности, все эти и многие другие функции TBC позволяют существенно сокращать время выполнения работ по классификации объектов, что в современных реалиях при условии значительного объема измеренных данных и информации о состоянии снимаемых объектов является единственно приемлемым методом камеральной обработки.

Этап 3. Программный комплекс TBC позволяет сохранять облака точек, полученные в результате сканирования, в нескольких распространенных форматах (E57, LAS и др.) и экспортировать их для дальнейшей обработки в других программах. Компания Trimble для обработки и систематизации таких данных предлагает многофункциональное средство — Trimble MX Office (TMX) [5].

Эта программа позволяет обрабатывать и оптимизиро-

вать, проверять двойные проходы или отсутствующие детали, прореживать облако точек, корректировать точность позиционирования, стирать движущиеся объекты, размывать лица, номерные знаки автомобилей и многое другое. С помощью TMX можно извлечь из набора данных любую интересующую информацию (рис. 8).

На основе комбинации данных сканеров и информации с панорамных цифровых камер были получены массивы пространственных данных о дорожном полотне и выявлены следующие элементы инфраструктуры, наиболее важные для контроля и паспортизации при эксплуатации автомобильных дорог:

- искусственные сооружения (местоположение, тип, протяженность и габариты мостов, путепроводов, эстакад, тоннелей; высота бордюров; размеры и состояние водопропускных труб);
- километровые знаки и сигнальные столбики;
- дорожные знаки (дислокация, взаимное расположение, состояние и соответствие нормам и правилам);

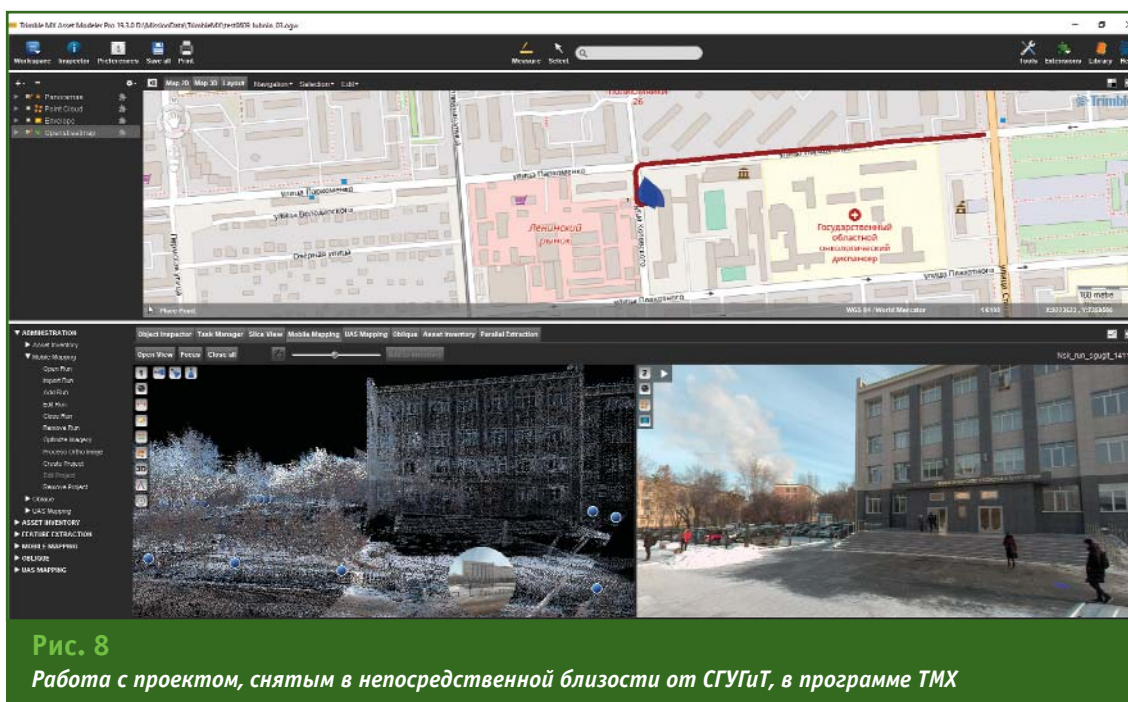


Рис. 8

Работа с проектом, снятым в непосредственной близости от СГУГиТ, в программе TMX

— разметка дорожного покрытия (состояние и соответствие нормам и правилам нанесения);

— ограждающие конструкции (местоположение, протяженность, состояние, соответствие нормам и правилам установки);

— освещение;

— примыкания, пересечения с автомобильными и железными дорогами (тип, местоположение, соответствие нормам проектирования);

— автобусные остановки и павильоны, площадки отдыха, стоянки автомобилей (основные параметры и соответствие нормативным требованиям);

— дополнительные полосы проезжей части и разгонные полосы (параметры и характеристики).

С помощью программы ТМХ пространственные данные были обработаны в полуавтоматическом режиме и сформированы JXML-файлы, которые в последующем легко интегрировать в распространенные ГИС.

По этим данным можно быстро и объективно проводить контроль геометрических параметров дорожного полотна, например, строить продольные и поперечные профили дороги с привязкой к местной системе координат. В отличие от использования дорожной лаборатории, когда измерение ширины проезжей части приходится выполнять вручную, останавливая транспортное средство, а привязка данных ведется только по пикетажу, с применением одометра.

Для дальнейшей обработки пространственных данных, полученных при испытаниях, применялась программа Trimble RealWorks (TRW), предназначенная для обработки и анализа облаков точек. Данные сканирования были экспортированы из ТВС в формате LAS в TRW, где в автоматическом режиме были

построены продольные и поперечные профили по оси дороги, которые необходимы специалистам по контролю за дорожной инфраструктурой в ежедневной работе.

▼ Анализ полученных результатов

Результаты проведенных испытаний показали возможность использования мобильной системы лазерного сканирования Trimble MX9 в суровых климатических условиях отдельных регионов Российской Федерации, а именно при отрицательной температуре окружающей среды. Полученные данные подтвердили точностные характеристики системы, заявленные производителем [1], и продемонстрировали простоту и удобство ее применения.

В заключение следует отметить, что темпы современной жизни требуют поиска решений для быстрой реакции на изменения, происходящие на территориях и объектах, включая автомобильные дороги и прилегающую инфраструктуру. Одними из самых востребованных инструментов для обеспечения устойчивого развития территорий становятся не только цифровые двойники городов, но и цифровые модели дорожных, коммунальных, энергетических и других территориально распределенных объектов.

Система Trimble MX9, рассмотренная в данной статье, обладает такими свойствами и высоким потенциалом для широкого применения в автомобильно-дорожной отрасли. Она позволяет:

— получать достоверную и наглядную цифровую модель (цифрового двойника) всей автомобильной дороги и прилегающей инфраструктуры, а не отдельных участков, для контроля геометрических парамет-

ров и качества дорожного полотна, а также принятия решения о проведении ремонтных работ и реконструкции;

— проводить мониторинг состояния эксплуатационных характеристик дорожного полотна и элементов дорожной инфраструктуры, обеспечивающих безопасность движения транспортных средств (разметка дорожного полотна, наличие дорожных знаков и состояние обочины, прилегающей территории и многое др.).

Выражаем благодарность руководству Сибирского государственного университета геосистем и технологий и ГКУ НСО «Территориальное управление автомобильных дорог Новосибирской области» за возможность проведения испытаний и оказанную поддержку.

Стоит также отметить, что система Trimble MX9 доступна к заказу, демонстрациям и аренде. Предлагаем всем заинтересованным профессионалам в области технологий мобильного сканирования провести совместные испытания и убедиться в возможности применения системы Trimble MX9 для решения самого широкого круга задач.

▼ Список литературы

1. Технические характеристики мобильной системы лазерного сканирования Trimble MX9. — <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-mx9>.
2. Ерохин С.Н. Мобильная система лазерного сканирования премиум класса Trimble MX9 в России // Геопрофи. — 2019. — № 3. — С. 15–19.
3. Applanix POSPac MMS. — <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/applanix-pospac-mms>.
4. Trimble Business Center. — <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-business-center>.
5. Trimble MX Office. — <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-mx-office-software>.

ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ С КА SENTINEL-1 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СМЕЩЕНИЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Р.Р. Назаров («Эридан», Казань)

В 1986 г. окончил Институт физики Казанского (Приволжского) федерального университета (КФУ) по специальности «астрономогеодезия». После окончания института работает на кафедре астрономии и космической геодезии КФУ. С 1999 г. по настоящее время — директор ООО «Эридан».

Л.И. Булатова («Эридан», Казань)

В 2019 г. окончила Институт физики Казанского (Приволжского) федерального университета по специальности «геодезия и дистанционное зондирование». После окончания института работает в ООО «Эридан», в настоящее время — инженер-геодезист.

▼ **Космическая программа Copernicus**

Космические программы по дистанционному зондированию Земли играют существенную роль в развитии науки и совершенствовании понимания процессов, происходящих на планете.

Одним из таких значимых проектов является программа Европейского космического агентства (European Space Agency) Copernicus. Она предусматривает проведение глобального мониторинга окружающей среды за счет получения непрерывных, автономных и высококачественных снимков с группировки космических аппаратов (КА) семейства Sentinel. В настоящее время группировка Sentinel представлена пятью различными миссиями по два космических аппарата в каждой. Шестая миссия планируется к реализации в 2020 г. Одним из преимуществ программы является доступное (открытое) и бесплатное предоставление космических снимков, получае-

мых в ее рамках, всем желающим.

Первый КА по программе Copernicus Sentinel-1A был выведен на орбиту 3 апреля 2014 г., а второй — Sentinel-1B — 26 апреля 2015 г. На обоих космических аппаратах размещен радар с синтезированной апертурой C-SAR, который обеспечивает всепогодное, круглосуточное получение радиолокационных снимков (радиолокационных изображений). Радиолокационная съемка выполняется в C-диапазоне (длина волны 6 см). Скорость передачи данных на наземный сегмент — 300 Мбит/с. Периодичность получения изображений на территорию РФ со спутников Sentinel составляет 5–15 дней (<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1>).

Основным режимом радиолокационной съемки земной поверхности является Interferometric Wide Swath, который обеспечивает ширину захвата 250 км, с пространственным разрешением изображений

(без обработки) в азимутальном направлении 5 м/пиксель, а в продольном — 20 м/пиксель.

▼ **Метод устойчивых отражателей**

Определение смещений земной поверхности может проводиться с использованием технологии дифференциальной радарной интерферометрии (SAR), а именно — метода устойчивых отражателей (Persistent Scatterer Interferometry, PSI). Метод устойчивых отражателей (рассеивателей) заключается в совместной обработке фазовой информации от отдельных объектов земной поверхности с геометрическими размерами, меньше величины разрешения радара с синтезированной апертурой, с яркостью, значительно превышающей фоновую, постоянно наблюдаемых на радиолокационных изображениях вне зависимости от погодных условий или времени года (<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.10.011>). Как правило, к таким объектам (устой-

чивым отражателям) относятся элементы искусственных сооружений, по характеру обратного рассеяния соответствующие уголковым отражателям. Метод используется для долговременного мониторинга смещений земной поверхности, при этом количество обрабатываемых пар составляет десятки или даже сотни.

▼ Исследуемые территории и результаты

Авторами статьи были проведены исследования возможности применения метода PSI для определения вертикальных деформаций зданий, сооружений и земной поверхности на различных территориях.

Городская застройка. В качестве первого объекта была выбрана территория города Казани (Республики Татарстан). Целью являлась оценка плотности распределения устойчивых отражателей в городских условиях, так как этот фактор во многом определяет тип решаемых задач при мониторинге деформаций на застроенных территориях. В качестве исходных данных использовались 23 радиолокационных изображения с КА Sentinel-1A за период с апреля 2018 г. по май 2019 г., при этом интервал между снимками составлял 12 дней.

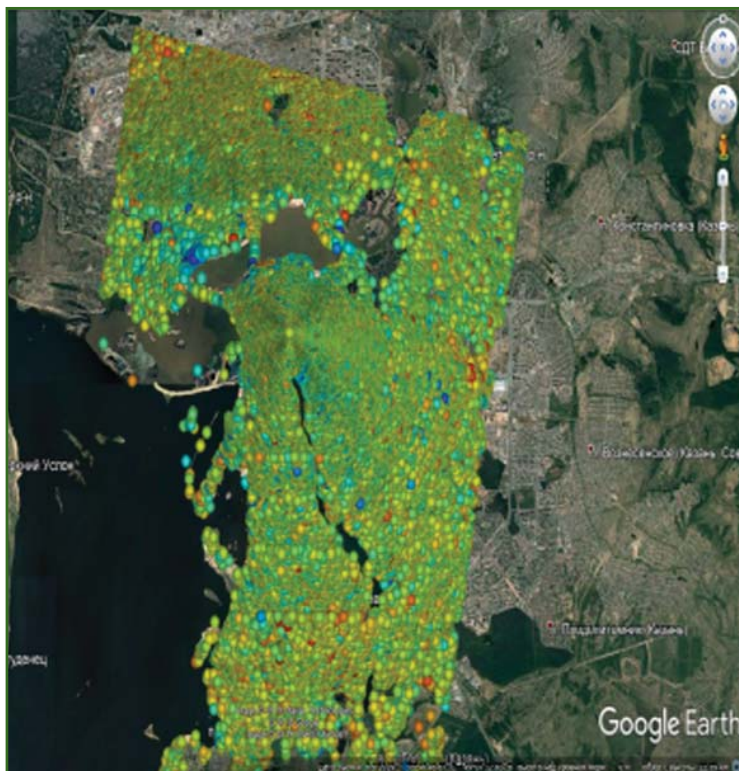


Рис. 1
Устойчивые отражатели на территории города Казани

На данной территории были обнаружены в общей сложности 282 156 постоянных отражателей, высотные смещения которых находились в диапазоне от -21 мм до $+16$ мм. Столь высокая плотность устойчивых отражателей (рис. 1), в среднем 5300 на 1 км^2 , позволяет решать задачи мониторинга деформаций отдельных зданий и сооружений.

В целях косвенного подтверждения полученных результатов для зданий, на которых и вблизи которых регистрировались значительные вертикальные смещения, был проведен визуальный осмотр на наличие внешних проявлений значимых вертикальных смещений. На рис. 2 и рис. 3 представлены сооружения со значениями вертикальных смещений, рассчитанных методом PSI, и их внешними проявлениями.

Подводя итоги выполненных работ, можно сделать следующие выводы. Учитывая высокую плотность устойчивых отражателей, метод PSI является эффективным для исследования деформаций на застроенных территориях. При этом, он позволяет осуществлять мониторинг отдельных сооружений и объектов. Кроме того, для застроенных территорий возможно косвенное подтверждение значительных вертикальных смещений по наличию проявления на фасадах

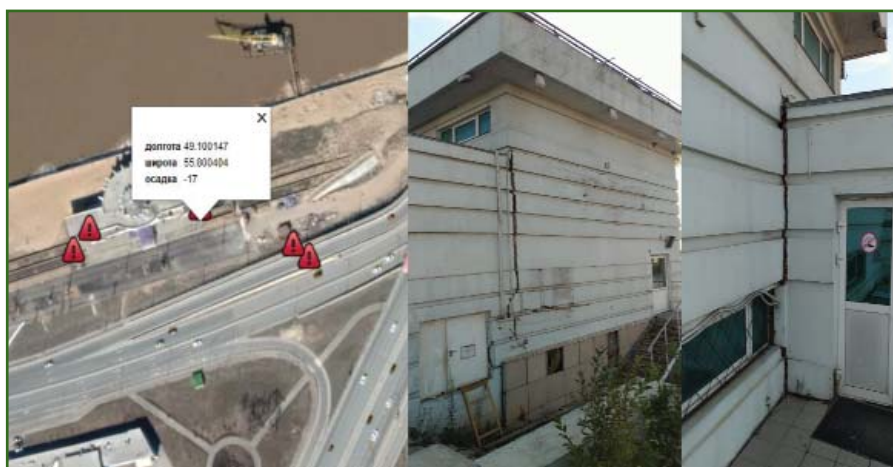


Рис. 2
Зарегистрированная деформация (слева), фото здания с частичным разрушением (справа)

здания трещин и частичных разрушений.

Нефтяное месторождение с сетью базовых (референсных) станций ГНСС. Второе исследование было проведено в Альметьевском районе Республики Татарстан на территории одного из нефтяных месторождений. В качестве исходных данных использовались 32 радиолокационных изображения с КА Sentinel-1B за период с апреля 2017 г. по октябрь 2018 г., при этом интервал между снимками составлял 12 дней.

Особенностью этой территории является наличие сети из 25-ти постоянно действующих базовых станций ГНСС, которые используются при выполнении геодезических и маркшейдерских работ, а также для мониторинга деформаций земной поверхности в районе месторождения. На рис. 4 представлена одна из базовых станций ГНСС на объекте.

Исходя из этого, целью работ стало сопоставление изменения высоты базовой



Рис. 4
Базовая станция ГНСС на нефтяном месторождении

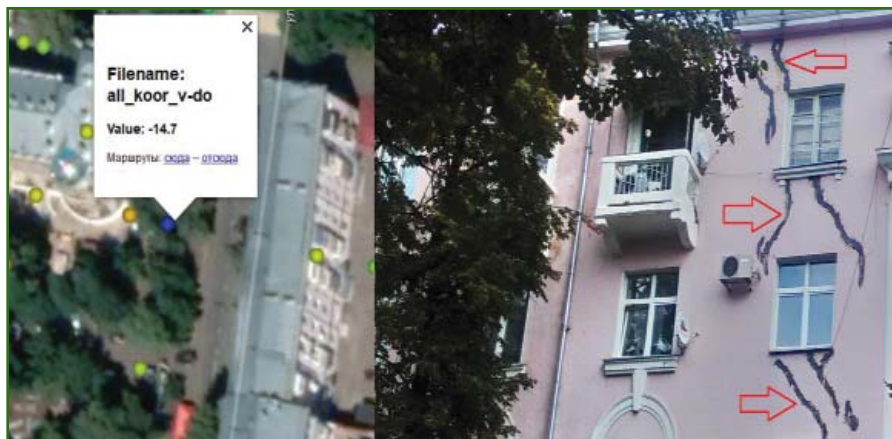


Рис. 3
Зарегистрированная деформация (слева), фото фасада здания с трещинами (справа)

станции ГНСС и зарегистрированного значения вертикального смещения устойчивого отражателя, находящегося в непосредственной близости к этой станции. Таким образом, базовые станции ГНСС являлись своеобразными высотными реперами, которые использовались для подтверждения данных, полученных с помощью метода PSI.

Следует отметить, что станции ГНСС работают в режиме 24/7. Это позволяет непрерывно получать информацию об их положении в плане и по высоте с точностью в несколько миллиметров. Оператор сети базовых станций ГНСС предоставил для эксперимента данные пространственных координат станций за период 2017 и 2018 гг.

На первом этапе по измерениям на базовых станциях были отобраны станции без резких изменений высоты, так как изменения высоты могут быть обусловлены другими факторами, не связанными с деформациями земной поверхности.

На следующем этапе станции ГНСС отбирались по критерию наличия достаточного числа устойчивых отражателей в заданном радиусе от станции, в данном случае величина радиуса была принята равной 300 м (рис. 5). После такого отбора

дальнейшие исследования проводились с данными высотного положения 12-ти станций ГНСС и вычисленными методом PSI смещениями устойчивых отражателей, выбранных в заданном радиусе от этих станций.

Для каждой базовой станции ГНСС были рассчитаны ожидаемые вертикальные смещения методом обратных расстояний по смещениям ближайших устойчивых отражателей в заданном радиусе. Таким образом получили расчетное значение вертикального смещения для каждой из 12-ти станций методом PSI. Фактические вертикальные смещения, полученные по ГНСС-измерениям — **H(ГНСС)**, и вычисленные с помощью метода PSI — **H(PSI)**, а также абсолютная разность между этими смещениями — **ΔH** для каждой станции приведены в таблице.

Как видно из представленных результатов, максимальная абсолютная разность между фактическим вертикальным смещением базовых станций ГНСС и ожидаемым, вычисленным методом PSI, составила 8 мм (рис. 6).

Исходя из полученных результатов, можно с уверенностью говорить о том, что технология дифференциальной интерферометрии SAR, а точ-



Рис. 5
 В радиусе 500 м от станции ГНСС 12 устойчивых отражателей (слева); в радиусе 100 м от станции ГНСС 10 устойчивых отражателей

Фактические и вычисленные методом PSI вертикальные смещения базовых станций ГНСС

	Наименование базовой станции ГНСС											
	NKR2	3204	SAH1	NKR3	TUM1	1500	3199	AN10	BLK1	3196	3192	GZU1
	Величина вертикального смещения, мм											
Н (ГНСС)	-1,1	-2,8	5,4	-0,5	4,4	-0,8	3	-6,1	5,4	4,1	-2,9	-0,4
Н (PSI)	-1,0	-2,2	6,2	0,6	3,3	0,5	1,5	-4,6	7,9	0,7	1,4	7,6
ИДН	0,1	0,6	0,8	1,1	1,1	1,3	1,5	1,5	2,5	3,4	4,3	8,0

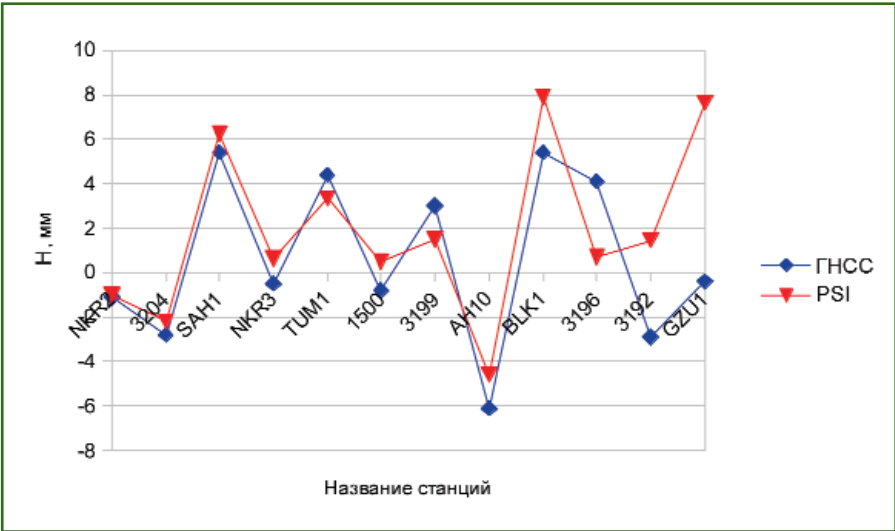


Рис. 6
 График фактических и вычисленных методом PSI вертикальных смещений базовых станций ГНСС

Это позволяет рекомендовать метод PSI для количественной оценки при мониторинге деформационных процессов на различных территориях. Следует отметить, что при наличии в районе работ постоянно действующих базовых станций ГНСС целесообразно использовать данные спутниковых измерений для подтверждения величин деформаций, определенных методом PSI.

Значительный объем накопленных архивных радиолокационных данных с КА Sentinel-1 обеспечивает наличие необходимого количества снимков (более 20) для определения смещений земной поверхности методом PSI, что позволяет выполнять мониторинг вертикальных смещений в режиме, близком к режиму реального времени.

нее ее разновидность — метод устойчивых отражателей, может обеспечить довольно высокую точность определе-

ния вертикальных смещений земной поверхности и объектов на незастроенных территориях.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РЕШЕНИЯ В РЕЖИМЕ PPP STATIC В ПРОГРАММЕ RTKLIV

В.Ю. Афанасьев («НИИ прикладной акустики», Дубна)

В 2017 г. окончил магистратуру геодезического факультета МИИГАиК с присвоением квалификации «магистр» по направлению «геодезия и дистанционное зондирование». С 2015 г. работал в ООО «Топкон Позишининг Системс», с 2017 г. — в ООО «Мостоотряд-55». С 2019 г. работает в ФГУП «НИИ прикладной акустики», в настоящее время — научный сотрудник.

Среди автономных методов определения пространственных координат особого внимания заслуживает метод точного позиционирования Precise Point Positioning (PPP), разработанный компанией NovAtel (Канада) и реализованный в программе GrafNav [1, 2]. Этот метод позволяет определять пространственные координаты по абсолютным фазовым ГНСС-наблюдениям с погрешностью 1–6 см за счет включения в обработку значений точных эфемерид и поправок часов навигационных спутников, информации о задержке навигационного сигнала в ионосфере и тропосфере и других данных, предоставляемых через сеть Интернет центрами обработки информации глобальных навигационных спутниковых систем.

Внедрение метода PPP в практику спутниковых геодезических измерений требует исследования возможностей существующих программных средств и влияния точности параметров эфемерид и поправок часов на определение пространственных координат.

В качестве исходных данных для проведения исследований были приняты непрерывные спутниковые измерения, выполненные автором в течение пяти дней на четырех пунктах геодинамического полигона «Лёдово»

во» во время прохождения производственной практики в 2014 г. в лаборатории спутниковых методов изучения геофизических процессов № 203 Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН).

Геодинамический полигон «Лёдово» ИФЗ РАН находится в населенном пункте Долгое Лёдово (Щелковский район, Московская область). На террито-

рии полигона имеется 4 пункта: LED0, LED2, LED3, LED4. Пункт LED0 входит в Московскую геодинамическую сеть, а периодические спутниковые измерения на нем ведутся с 1995 г. Все пункты имеют следующую конструкцию: обратный отвес, заглубленный в грунт на глубину 20–22 м. Условия для спутниковых наблюдений на пунктах можно считать достаточно благоприятными (рис. 1).

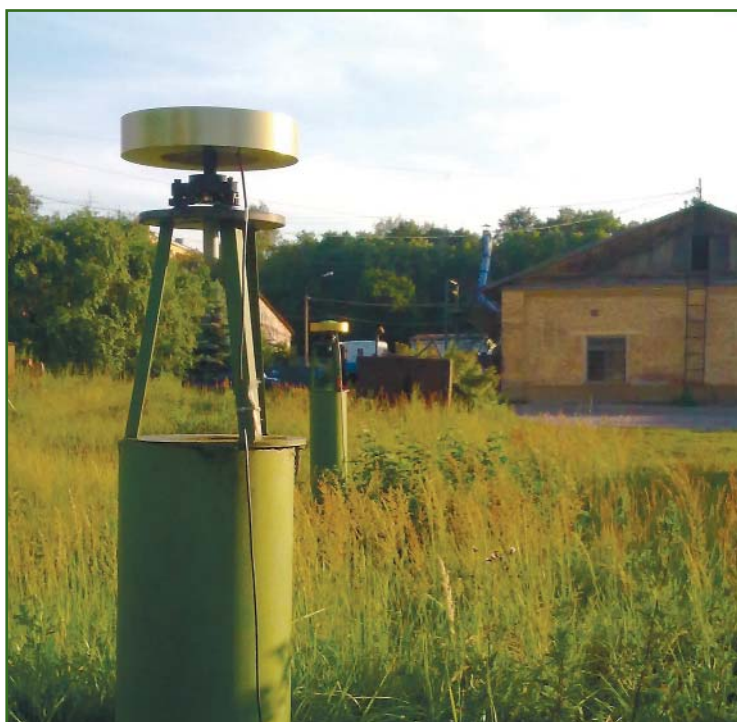


Рис. 1

Спутниковые антенны, установленные на пунктах геодинамического полигона «Лёдово»

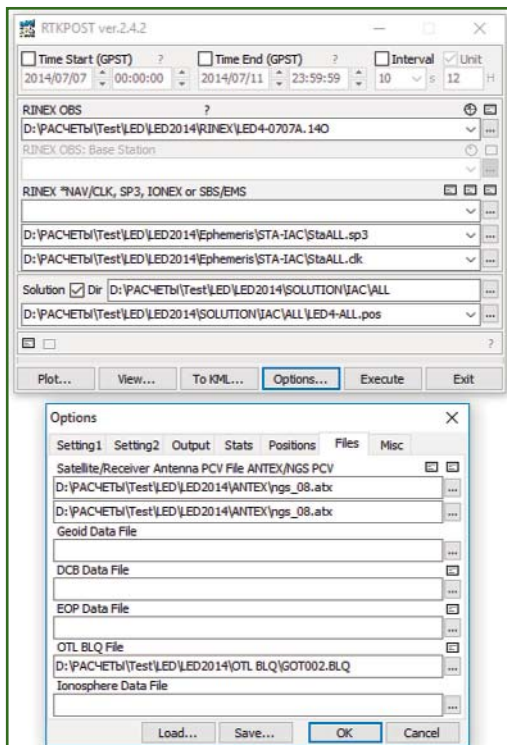


Рис. 2

Файлы, использованные для обработки спутниковых измерений в режиме PPP Static в программе RTKLib

Измерения на геодинимическом полигоне проводились непрерывно с 7 по 11 июля 2014 г. одновременно на четырех пунктах при помощи четырех двухчастотных геодезических спутниковых приемников JAVAD Maxor-GGDT и четырех антенн JAVAD RingAnt-G3T в режиме «статика» с регистрацией сигналов GPS и ГЛОНАСС с длительностью цикла измерений 30 с и маской угла возвышения спутников 10° .

Спутниковые измерения обрабатывались в научной программе Bernese Астрономического института Университета Берна (Швейцария). Положение пунктов геодинимического полигона определялось относительно четырех пунктов Международной службы ГНСС (IGS) — KHAR (Харьков, Украина), POLV (Полтава, Украина), MOBN (Обнинск, Калужская область) и SVTL (п. Светлое, Ленинградская область), а также пункта ФАГС CNG1 (ЦНИИГАиК), координаты

которых заданы с высокой точностью в системе WGS-84. В результате обработки были получены уравненные геоцентрические и геодезические координаты всех пунктов. Средние квадратические ошибки (СКО) координат не превысили 2 мм в плане и по высоте. Значения координат, полученные в программе Bernese, в дальнейших исследованиях были приняты за истинные.

Из результатов спутниковых измерений 2014 г. были выбраны данные за 5 суток и с интервалами в 12 часов, которые использовались для вычисления координат четырех пунктов геодинимического полигона в программе RTKLib ver.2.4.2 в режиме PPP Static [3].

При обработке использовались следующие данные (рис. 2):

- файл с данными наблюдений и файлы навигационных данных для спутников GPS и ГЛОНАСС в формате RINEX;

- файлы точных эфемерид и поправок часов спутников;

- файл в формате ANTEX, содержащий параметры антенн спутников для учета вариации фазового центра антенн спутников;

- файл в формате ANTEX, содержащий параметры антенн приемников для учета вариации фазового центра антенн приемников;

- файл данных коррекции за океанические приливы в формате BLQ (<http://holt.oso.chalmers.se/loading>).

Для каждого пункта были указаны тип антенны (JAV_RingAnt_G3T) и высота опорной точки антенны (ARP) над центром пункта (рис. 3).

Финальные точные эфемериды и поправки часов спутников навигационных систем GPS и ГЛОНАСС были взяты из открытого ресурса, предоставляемого Информационно-аналитическим центром координатно-вре-

менного и навигационного обеспечения АО «ЦНИИМаш» (<ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/PRODUCTS>).

Следует отметить, что для корректной работы программы RTKLib файлы навигационных данных должны быть размещены в одной директории с файлом данных наблюдений, а их имена — совпадать. В файле точных эфемерид спутников в формате SP3 количество спутников (в 3-й строке файла) не должно превышать 99. Если эти требования не будут соблюдены, программа не сможет выполнить обработку. По этой причине автором была написана программа на языке Python v3.3.3, которая убирает из файла точных эфемерид все строки и элементы строк, которые не относятся к навигационным системам GPS и ГЛОНАСС (т. е. количество спутников становится примерно равным 54).

При обработке использовались следующие настройки (рис. 3):

- Frequencies (частоты) — L1 + 2;

- Filter Type (тип фильтра) — Combined (комбинированный);

- Elevation Mask (маска угла возвышения) — 10° ;

- Earth Tides Correction (коррекция за земные приливы) — Solid/OTL (коррекция за приливы в твердом теле Земли и за океанические приливы);

- Ionosphere Correction (ионосферная коррекция) — Iono-Free LC (линейные комбинации, свободные от влияния ионосферы);

- Troposphere Correction (тропосферная коррекция) — Estimate ZTD+Grad (оценка параметров полной вертикальной ионосферной задержки и горизонтального градиента);

- Satellite Ephemeris/Clock (спутниковые эфемериды и часы) — Precise (точные);

- Sat PCV (вариации фазового центра антенны спутника);
- Rec PCV (вариации фазового центра антенны приемника);
- PhWindup (коррекция сдвига фаз);
- Reject Ecl (исключение спутников GPS Block IIA, когда они находятся в затмении);
- RAIM FDE (обнаружение и исключение ошибок при автономном контроле целостности приемника);
- GPS и GLONASS (используемые сигналы спутников навигационных систем).

В результате обработки спутниковых измерений в программе RTKLib в режиме PPP Static для каждого из четырех пунктов были получены значения координат из 5-суточных и 12-часовых наблюдений.

В программе Microsoft Office Excel для каждого пункта относительно координат, принятых за истинные, были вычислены абсолютные отклонения координат, полученных из обработки 5-суточных наблюдений, и СКО координат, полученных из обработки 12-часовых интервалов по формуле Гаусса (см. таблицу). Среднее по четырем пунктам абсолютное отклонение координат, полученных из обработки 5-суточных наблюдений, составило 16 мм в плане и 9 мм по высоте. Средняя по четырем пунктам СКО координат, полученных из обработки 12-часовых интервалов, составила в плане 21 мм, а по высоте 18 мм.

Относительно среднего значения координат, полученных

из обработки 12-часовых интервалов по формуле Бесселя, были вычислены СКО координат для каждого пункта (см. таблицу). Среднее СКО по четырем пунктам составило в плане 14 мм, а по высоте 13 мм.

Программа RTKLib позволяет включать в обработку спутниковых измерений файл данных дифференциальных кодовых задержек (DCB Data File, ftp://ftp.aiub.unibe.ch/CODE) и файл данных параметров ориентации Земли (EOP Data File, http://ftp.aiub.unibe.ch/BSWUSER52/ORB). Следует отметить, что после включения в обработку этих файлов, не произошло существенных изменений и повышения точности получаемого решения.

В работе [1] приведены средние СКО координат, полученных из обработки спутниковых измерений за 2007 г. на 5 пунктах Международной службы ГНСС в программе GrafNav 8.10. Файлы финальных точных эфемерид и поправок часов спутников были скачаны через интерфейс программы GrafNav с ресурса ftp://cddis.nasa.gov. Для 12-часовых интервалов СКО координат составила 9 мм в плане и 20 мм по высоте. Для суточных интервалов СКО координат составила в плане 7 мм, а по высоте 16 мм.

В работе [2] отмечено, что в результате обработки в программе GrafNav спутниковых наблюдений продолжительностью в одни сутки с использованием метода PPP могут быть

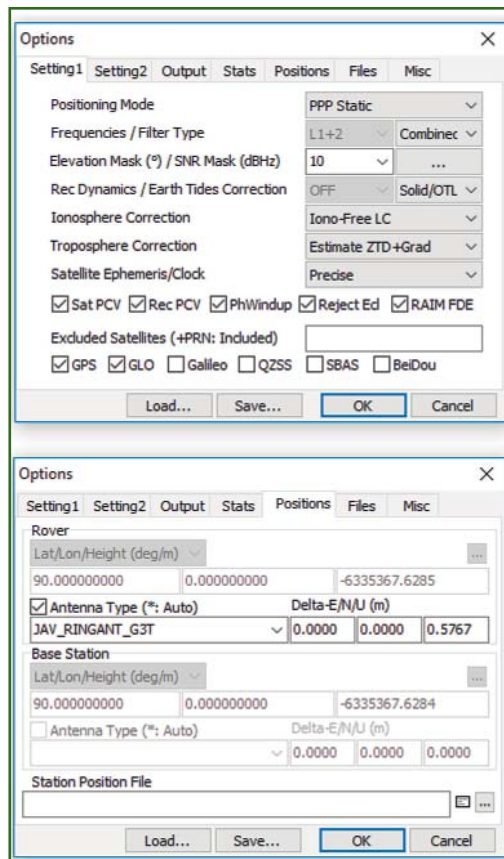


Рис. 3
Основные настройки программы RTKLib при обработке спутниковых измерений в режиме PPP Static

получены координаты с СКО менее 5,0 см.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. Ошибка определения координат пунктов геодезического полигона в режиме PPP Static, реализованного в программе RTKLib ver.2.4.2, в несколько раз превышает ошибку определения координат этих пунктов в режиме Static

Результаты оценки точности координат пунктов, обработанных в программе RTKLib в режиме PPP Static

Наименование пункта	Абсолютные отклонения 5-суточные наблюдения		СКО по формуле Гаусса 12-часовой интервал		СКО по формуле Бесселя 12-часовой интервал	
	В плане, мм	По высоте, мм	В плане, мм	По высоте, мм	В плане, мм	По высоте, мм
LED0	25	7	25	20	11	14
LED2	3	16	16	18	12	5
LED3	7	4	17	11	13	11
LED4	27	7	25	21	21	20

относительно четырех пунктов Международной службы ГНСС и пункта ФАГС в программе Bernese. Следовательно, оценка точности координат пунктов, полученных в режиме PPP Static, относительно координат, вычисленных в программе Bernese, и принятых за истинные, оправдана.

2. Значения полученных оценок точности координат достаточно хорошо согласуются со значениями, приведенными в работах [1] и [2]. Следовательно, решение в режиме PPP Static, реализованное в программе RTKLib, не уступает по точности решению, реализованному в программе GrafNav 8.10.

3. Длительность сессии наблюдений в 12 часов достаточно для получения абсолютных координат в режиме PPP Static с точностью не менее 3 см

при благоприятных условиях для спутниковых наблюдений.

Автор намерен в дальнейшем выполнить обработку спутниковых измерений в режиме PPP Static, реализованного в программе RTKLib, используя точные эфемериды и поправки часов спутников разной точности (final, rapid, ultra-rapid) и из разных источников, с целью определения оптимального ресурса для практического применения и выявления зависимости точности определения координат от используемых эфемерид и поправок часов навигационных спутников.

Автор благодарен профессору Геннадию Анатольевичу Шанурову (1949–2017) за привитые им любовь к научной работе, внимательность при обработке измерений и осмысленный подход при изучении

результатов экспериментов, бережное и уважительное отношение к геодезическим приборам, что не раз спасало от грубых ошибок и повреждения измерительного оборудования при выполнении геодезических работ. А одну из фраз Геннадия Анатольевича удалось осознать на деле: «Геодезист верит только себе, только с третьего раза и только до обеда!»

▼ Список литературы

1. Static Precise Point Positioning Accuracy in GrafNav 8.10 / Waypoint Products Group, NovAtel Inc. January 2008.

2. Виноградов А.В., Войтенко А.В., Жигулин А.Ю. Оценка точности метода Precise Point Positioning и возможности его применения при кадастровых работах // Геопрофи. — 2010. — № 2. — С. 27–30.

3. T. Takasu. RTKLIB ver. 2.4.2 Manual. 2013.

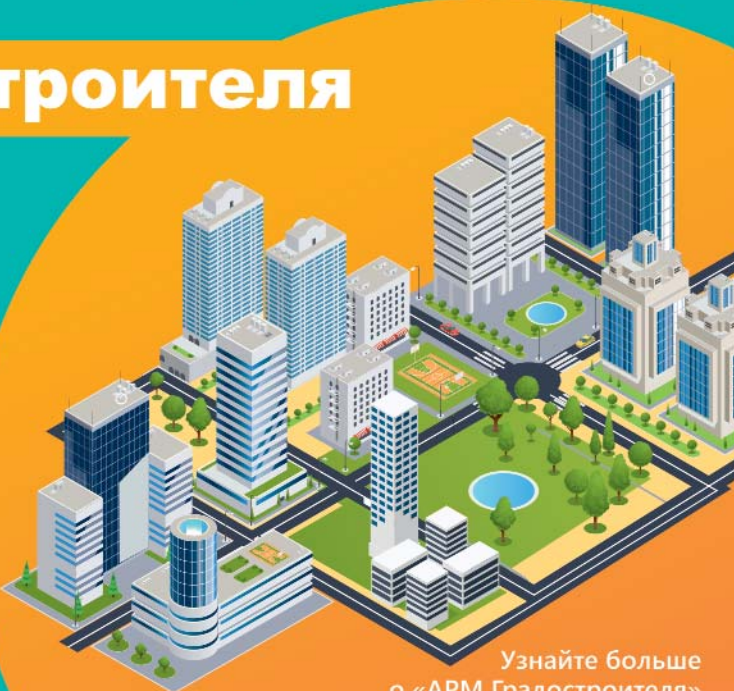


КБ ПАНОРАМА
Геоинформационные технологии

Комплект программ

АРМ градостроителя

- Автоматизация работы органов архитектуры и градостроительства
- Упрощение процессов подготовки и выдачи документов ИСОГД
- Помощь в принятии управленческих решений о развитии городской территории



АО КБ «Панорама» Россия, г. Москва
тел.: +7 (495) 739-0245,
panorama@gisinfo.ru

Узнайте больше
о «АРМ Градостроителя»
здесь: gisinfo.ru/urban

Кашин Леонид Андреевич (23.07.1920-12.02.2002) — советский и российский ученый, астрономо-геодезист, организатор топографо-геодезического производства, государственный деятель.

Леонид Андреевич 15 лет работал главным инженером двух аэрогеодезических предприятий, 20 лет был заместителем и первым заместителем начальника Главного управления геодезии и картографии при Совете Министров СССР, отвечая за топографо-геодезическое обеспечение страны, развитие отрасли с учетом научно-технического прогресса, и руководил межгосударственным взаимодействием в области геодезии и картографии.

Л.А. Кашин — инициатор создания геодинамических полигонов, расположенных в сейсмоопасных районах, призванных отслеживать предвестники землетрясений. Он участвовал в организации работ по геодезическим съемкам континентального шельфа СССР и Антарктиды, картографированию в интересах мелиорации земель, аналитическому построению фотограмметрических сетей, развитию астрономо-геодезической и нивелирной сетей.

Кандидат технических наук, автор около 130 научных работ и публикаций. Лауреат премии им. Ф.Н. Красовского, Почетный геодезист.

Награжден орденами «Трудового Красного Знамени», «Знак Почета» и «Дружбы Народов», медалью «За доблестный труд в Великой отечественной войне 1941–1945 гг.».

В память о Л.А. Кашине на топографических картах появились наименования географических объектов, названных его именем: на Главном Кавказском хребте — «гора Кашина» с абсолютной высотой 1425 м и на горных вершинах острова Беринга на Командорских островах — «гора Кашина» с абсолютной высотой 743,4 м.

Свой опыт и знания он отразил не только в более чем 130 публикациях, но и в книгах «Построение классической астрономо-геодезической сети России и СССР (1816–1991 гг.)» и «Топографическое изучение России».

Редакция журнала

ПЯТЬ ВОЕННЫХ ЛЕТ Л.А. КАШИНА (К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Т.А. Прокофьева

В 1946 г. окончила геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезист». После окончания института работала в Северо-Кавказском АГП (Пятигорск), с 1959 г. — в Казахском АГП (Алма-Ата), с 1966 г. — в МИИГАиК. С 1973 по 1977 гг. работала в Центральном картографо-геодезическом фонде. В настоящее время на пенсии.

Н.Л. Кашина

В 1970 г. окончила физический факультет Казахского государственного университета им. С.М. Кирова по специальности «ядерная физика». После окончания университета работала во ВНИИЯГГ, ИОТТ, ВНИИА, МГУ и ООО «Деко-сервис». В настоящее время на пенсии.

После окончания III курса геодезического факультета МИИГАиК, летом 1941 г., Леонид Андреевич Кашин на время студенческой практики был оформлен техником Ухтинской съемочно-изыскательской экспедиции. Он и еще пятеро студентов только приступили к геодезическим изысканиям в районе нефтегазового месторождения в Республике Коми, как пришло известие о начале

Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Когда студенты пришли в военкомат, то местный военком махнул рукой: «Чтоб я вас, московских студентов, тут не видел. Без вас голова кругом идет!».

Через неделю студенты добрались до МИИГАиК. Вскоре в институт пришла разнарядка Центрального военно-проектного управления Наркомата обороны СССР по привлечению

студентов старших курсов к работам по геодезическому обеспечению строительства проектируемых военных аэродромов.

В число мест, где должны были появиться аэродромы, входил старинный город Кинешма в Ивановской области. Вблизи этого города находилась деревня Акишево, в которой жили родители Л.А. Кашина, где он родился, учился и работал до



Дом семьи Кашиных в Акишево, 1944 г.

1939 г. По этой причине он постарался попасть и попал в число командиремых в Кинешму, в качестве техника-геодезиста Центрального военно-проектного управления.

Новый полевой аэродром по решению Наркомата обороны СССР строился у поселка Решма, в 20 км от Акишево. Это позволило Л.А. Кашину хотя бы изредка навещать родителей. Однажды по дороге в Решму он с отцом попал под налет немецкой авиации. Решили укрыться



Т.А. Прокофьева и Л.А.Кашин. Молодожены, студенты МИИГАиК, 1943 г.



Рытье студентами противотанкового рва, 1941 г.

на сельском кладбище. Взрывом одной из бомб разметало осколки могильных плит, из земли торчали гробовые доски, обнажились белые камни, а может быть, и кости. Они бросились прочь от этого места, так как их могло убить осколками плит, но все обошлось.

Строительство аэродрома у Решмы шло быстро, благодаря слаженной работе геодезистов и строителей, и скоро было завершено. По возвращении в Москву Л.А. Кашина направили в Иваново, где проектировалась взлетно-посадочная полоса протяженностью 1200 м (одна из самых длинных в то время) для ночных бомбардировщиков дальнего действия. Геодезическую разбивку взлетно-посадочной полосы аэродрома также выполнили успешно и в кратчайшие сроки.

14 октября 1941 г., закончив изыскательские работы, необходимые для проектирования, студенты на поезде выехали в Москву. Добрались до Александрова, и тут всех пассажиров высадили. Пассажирские поезда на Москву больше не ходили. Запомнилось, что из Москвы по рельсам гнали вагоны метро. Военный комендант посадил студентов в воинский эшелон, и 15 октября, вечером, они все же добрались до МИИГАиК, где разместились в 38-й аудитории. Тогда это был парткабинет, большая аудитория у лестницы.

В сентябре и октябре 1941 г. при начале бомбардировок студенты МИИГАиК должны были дежурить за чердаке. Девушки следили за местом падения «зажигалок» (зажигательных бомб), а ребята особыми щипцами сбрасывали их с крыши на землю. Зенитки стояли недалеко, на улице Радио, на крыше ЦАГИ. После их выстрелов осколки зенитных снарядов барабанили по крыше институ-

та, как горох. Студенты прятали головы под чердачными перекрытиями. После отбоя тревоги они были обязаны проверить крышу и лишь потом уходить.

15 октября 1941 г., после принятия постановления «Об эвакуации столицы СССР» по Москве распространились слухи, что город сдают немцам, и началась паника. Люди штурмовали поезда, уходившие в восточном и северном направлениях. Студенты-москвичи в институте не появлялись, исчезло и руководство. Только дня через три ситуация в городе стабилизировалась.

Был организован студенческий отряд, который на грузовиках отправили в Кунцево на рытье окопов и противотанковых рвов. В этот отряд входила и студентка геодезического факультета Тамара Александровна Прокофьева — будущая жена Л.А. Кашина. Ребята копали землю, а девушки на носилках ее относили. Студентов расселили на близлежащих дачах. Там тоже бомбили, но вдалеке, поэтому было не так страшно и не думалось о плохом.

Л.А. Кашину для решения организационных вопросов пришлось однажды поехать в Москву. Во время бомбежки Курского вокзала всех, кто был в этом районе, отправили в метро. Детей и стариков размещали в вагонах, стоящих на станции, а остальных направляли в тоннель, ведущий к площади Революции. Там были деревянные настилы и нары. На них Леонид Андреевич провел всю ночь. Из метро он вышел на площади Революции и был поражен: на месте здания ЦК КПСС на Старой площади виднелся огромный котлован — туда попала бомба. Купола церковей были закрашены матовой краской, на Большом театре натянуто полотно и нарисованы документы на Покровке,

добравшись до института и решив все вопросы, он вернулся в Кунцево. Через несколько дней пришли грузовики, и студентов отправили в МИИГАиК готовиться к эвакуации в Ташкент.

28 октября колонна студентов от института направилась к Казанскому вокзалу. Пригородным поездом доехали до Егорьевска. Погода была промозглая. Снега еще не было, но шел мелкий дождь, и дул порывистый холодный ветер. Ночевали в Егорьевске, в общежитии фабрики. Протопили огромную печь, высушились. Каждому, не спрашивая документов, выдали пятисотграммовый паек: крупа, икра частиковой рыбы, очень соленая, и карамель. По узкоколейке повезли на Шатуру, а оттуда — в Муром. В Муроме студентов разместили в монастыре и на частных квартирах.

Руководство МИИГАиК имело опыт проведения полевых геодезических работ, поэтому эвакуация в Ташкент была хорошо организована. Студенты получили паек на десять дней, включающий хлеб и все ту же икру частиковых рыб. Распорядок для студентов был военный: с построениями, переключками, линейками и выдачей продуктов по спискам.

7 ноября 1941 г. в Москве состоялся парад на Красной площади, с которого солдаты отправлялись прямо на фронт. Кода немецкие войска были отброшены достаточно далеко на запад, появилась возможность вернуться в Москву, но распоряжения об этом не последовало.

Эвакуация продолжилась. До Куйбышева (в настоящее время — Самара) поезд шел медленно: почти на каждой полустанке его загоняли в тупик, так как навстречу шли воинские эшелоны. Куйбышев поезд проскочил без остановки, поскольку

ку сюда были эвакуированы правительственные учреждения СССР. Далее поезд опять постоянно замедлял ход и прибыл в Ташкент лишь под Новый год. После долгой дороги студенты прошли через санпропускник, и их поселили в физкультурном зале Ташкентского топографического техникума. Спали на полу, на своих чемоданах, а питались по карточкам в столовой аэрогеодезического предприятия.

Еда была скудная: маленькие пончики с повидлом и суп в пол-литровой баночке, в котором плавало что-то вроде галушек из теста. Занятия были формальные: лишь некоторые преподаватели читали лекции, большинство распространялись на общие темы.

Студенты подрабатывали на Ташкентском хладокомбинате. Л.А. Кашина взяли грузчиком холодного склада, но и там было голодно. Тогда он по договору с Центральным военно-проектым управлением начал выполнять геодезические работы в районе Семипалатинска. Учебу пришлось бросить. После завершения работ, через месяц, он вернулся в Ташкент, и соскурсники ему сообщили, что его вызывает Г.Н. Черданцев, который руководил работой преподавателей и студентов МИИГАиК во время эвакуации.

Как вспоминал Леонид Андреевич, Г.Н. Черданцев спросил его:

— Где ты пропал?

— Я был здесь!

— Ладно, если сдашь три экзамена, то я тебя оставлю. Не сдашь — иди куда хочешь, на все четыре стороны.

Все экзамены были успешно сданы.

Вскоре студентов откомандировали на рытье Карасуйского канала, что спасло их от постоянного недоедания. В колхозе, где разместили студентов, их кормили обильно. Суп варили из конины. Кашу делали из

крупы «маш», похожей на чечевицу.

В это время в Москве МИИГАиК продолжал функционировать, поскольку эвакуировались, в основном, иногородние студенты. В конце весеннего семестра 1942 г. была организована геодезическая практика в Башкирии. По распоряжению директора института А.И. Мазмишвили на эту практику были направлены студенты как из Москвы, так и из Ташкента, которые работали в составе Башкирской экспедиции МИИГАиК от Московского аэрогеодезического предприятия. Л.А. Кашин был назначен начальником партии.

Летом 1943 г. студентов направили на практику в Казахстан. Они выполняли производственные работы, заключающиеся в измерении геодезических базисов инварными проволоками. Такие измерения требуют привлечения большого количества исполнителей, поэтому геодезическая партия была многочисленная и состояла, в основном, из девушек.

В один из жарких ветреных дней базисы измерять оказалось невозможным, поскольку инварные проволоки раскачивались, «ходили» и нагревались. В этом случае в соответствии с инструкцией необходимо прекратить измерения, поэтому солнцепек студенты отправились переждать в лагерных палатках. Случайно один из них заметил, что поваренок (подросток из местных жителей) топчет рядом с костром и пытается потушить загоревшуюся траву вокруг кострища.

На крик Леонид Андреевич как был босиком, так и побежал, вместе с начальником партии и остальными работниками. Девушки помогали как могли, сбивая огонь только недавно выданными новенькими телогреечками, зелеными, с белоснежной подкладкой. Их

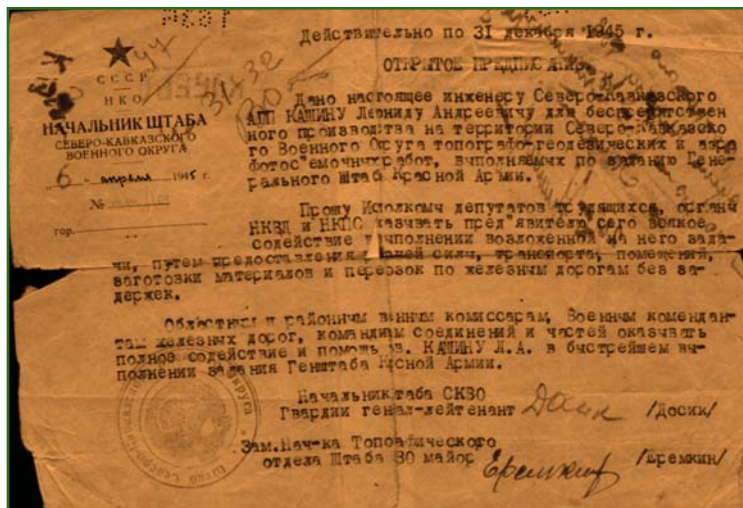
мочили в воде и ими, набухшими от воды, пытались остановить огонь. У девушек хватало сил лишь на то, чтобы раз пять махнуть телогрейкой, и к тому же воды было мало. Огонь не удавалось удержать даже с помощью пастухов, которые прискакали на лошадях из соседних стойбищ и сбивали пламя метлами. К счастью, огонь полосой дошел до реки и остановился.

Пастухи были обозлены и собирались побить студентов, поэтому девушек на время спрятали в овраге. В течение следующего дня пришлось с большими сложностями договариваться с местными властями, чтобы дело «не раздувалось». Так как огонь вспыхнул случайно, из-за обуглившейся палки, которой поваренок ворошил золу и неосторожно положил на траву, инцидент удалось утрясти. Руководители партии заплатили большой штраф, дело замяли, поскольку на пути огня не было населенных пунктов, а в пожаре был виноват практически еще ребенок.

Аналогичный случай перед этим, летом того же года, закончился совсем трагически: геодезист-наблюдатель и его помощница погибли, спасаясь от пожара, когда пытались перебежать полосу огня, прикрываясь геодезическим зонтом.



Медаль «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.»



Предписание начальника штаба Северо-Кавказского военного округа на имя инженера Л.А. Кашина, 1945 г.

После возвращения в МИИГАиК и защиты диплома в 1944 г. Л.А. Кашин был назначен на должность астрономо-геодезиста в Южное АГП (Ростов-на-Дону), а затем — начальником базисной партии № 65 геодезического отряда. Этот отряд проводил геодезические изыскания между Каспийским и Аральским морями. По материалам нивелирования, выполненного геодезическим отрядом, оказалось, что местность, где проводились изыскания, находится ниже уровня мирового океана. Исполнителям чуть не был объявлен выговор за недостоверные результаты, пока не разобрались в сути вопроса: в прикаспийской низменности абсолютные отметки высот имеют отрицательные значения.

После окончания работ в Казахстане отряд переподчинили Северо-Кавказскому АГП (Пятигорск). 6 апреля 1945 г. Л.А. Кашин получил предписание начальника штаба Северо-Кавказского военного округа на выполнение на территории округа топографо-геодезических и аэрофотосъемочных работ по заданию Генерального штаба Красной Армии. В предписании, которое действовало по 31 декабря 1945 г., содержа-

лось указание «...Исполкомам депутатов трудящихся, органам НКВД и НКПС оказывать предьявителю сего всякое содействие в выполнении возложенной на него задачи...».

Работы проводились в районе Сталинграда. Город был совершенно разрушен. Вокруг царил нищета, голод, не хватало самого необходимого. Функционировала всего одна гостиница при железной дороге на 12 мест, но геодезисты привыкли и к более тяжелым бытовым условиям.

Основные сложности заключались не в этом: для закладки геодезических знаков требовался цемент. Благодаря предписанию, на Сталинградском тракторном заводе удалось получить 6 мешков цемента из 20, которые нашлись во всем городе. Власть дали также подводу и лошадей, на которых Л.А. Кашин и его помощник передвигались по степи, закладывали репера для повторного нивелирования по линии 2 класса Сталинград-Тихорецкая.

Эти работы были успешно завершены, а в июне 1945 г. Л.А. Кашина наградили медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», которая была учреждена Указом Президиума ВС СССР от 6 июня 1945 г.

Trimble
@trimble_russia

Журнал «Геопрофи»
@geoprofi_2020

ГБУ «Мосгоргеотрест»
@mosgorgeotrest

«Геокурс»
@geokurs

КБ «Панорама»
@kbrpanorama

«Геодезические приборы»
@geopribori

«Кредо-Диалог»
@credo_dialogue

«Кадастровые инженеры»
@a_sro_kadastr

МИИГАиК
@miigaik

«Трейд-ин-Гео»
@tigeoru

«Геодавайс Геодезия»
@gd_geo

MOL'T Geo
@moltgeo

МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ
В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ
ТРАНСФОРМАЦИИ»



ОНЛАЙН
КОНФЕРЕНЦИЯ



Организатор: Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК)
Место проведения: Москва, МИИГАиК

25 – 27 мая 2020 года



Надежда Камынина
Ректор МИИГАиК, д.э.н.

О КОНФЕРЕНЦИИ

В эпоху цифровой трансформации пространственные данные и технологии работы с ними обретают все большее значение для всех отраслей социально-экономической жизни современного государства. Глобальные цели устойчивого развития, провозглашенные ООН, также не могут быть достигнуты без применения пространственных данных.

Немаловажным в этой связи становится и вопрос о наращивании кадрового потенциала. Это означает потребность в трансформации образовательного процесса и подходов к организации научной и инновационной деятельности.

Международная научно-техническая конференция «Пространственные данные в условиях цифровой трансформации» станет ключевым мероприятием научно-технической жизни МИИГАиК, приуроченным к дате основания университета – 25 мая 1779 года. В работе конференции традиционно примут участие ведущие представители науки, бизнеса и государственной власти из России, СНГ и других стран.

Рабочие языки конференции – русский и английский.



РЕГИСТРАЦИЯ НА МЕРОПРИЯТИЯ ОТКРОЕТСЯ 15 марта 2020 года

ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



miigaik.ru



office@miigaik.ru



+7 499 261 4848

Trimble R10

МОДЕЛЬ 2



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ TRIMBLE MAXWELL™ 7:

- ▶ Уникальный процессор **Trimble ProPoint™** для производительной RTK съемки в сложных условиях приема
- ▶ Усовершенствованная технология **Trimble Everest™ Plus** для подавления переотраженных сигналов
- ▶ Защита от воздействия имитированных сигналов и других РЧ помех
- ▶ Надежный алгоритм контроля и отбраковки проблемных измерений

WWW.GEOPROFI.RU



ПРОФЕССИОНАЛЬНО ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ!

ГЕОПРОФИ #2-2020