

#5
2021

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

ГЕОДЕЗИЯ
#113

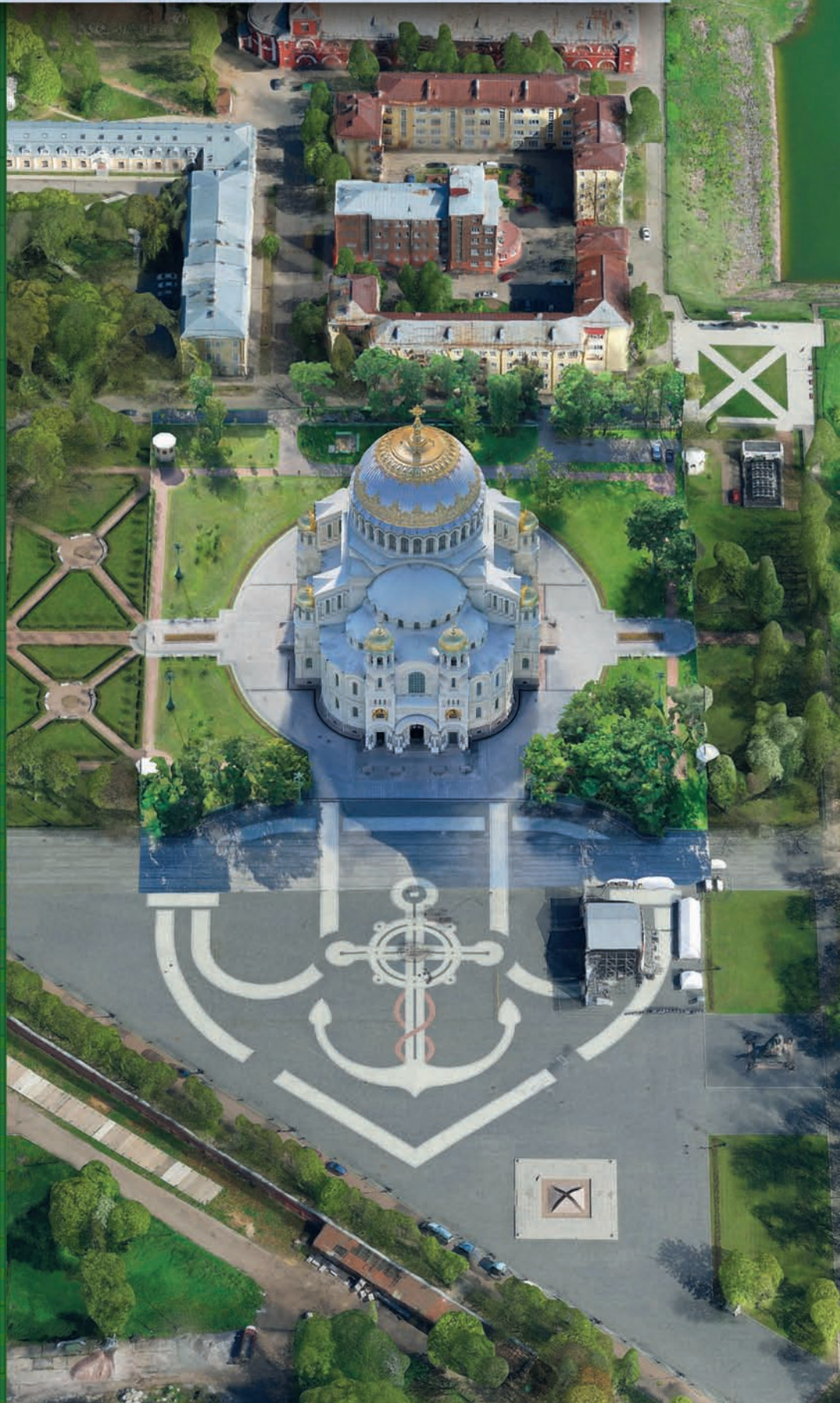
Платиновый спонсор



Золотой спонсор



Информационный партнер

ООО «ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ
ПРИБОРЫ» 20 ЛЕТКОНФЕРЕНЦИИ И ВЫСТАВКИ
(СЕНТЯБРЬ-ОКТЯБРЬ)ПРИЛОЖЕНИЯ BENTLEY
ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ
ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОЕКТОВКРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ
В ПК КРЕДОСПУТНИКОВО-ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ
МОДУЛИ И СИСТЕМЫ NOVATELО ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
КООРДИНАТ В РЕЖИМЕ
PPP STATICУЧАСТИЕ ГК «ГЕОСКАН»
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММАХОПЫТ ДИСТАНЦИОННОГО
ОБУЧЕНИЯ В МИИГАИКМЕЖЕВОЙ ИНЖЕНЕР
А.П. ЗАХАРОВ (1830-1899)

SOKKIA

ГАРАНТИЯ
ПЯТЬ **5** ЛЕТ*
НА ГНСС ПРИЕМНИКИ SOKKIA
*при прохождении ежегодного обязательного ТО



GRX3

GCX3

на правах рекламы

www.gsi.ru
ООО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» - Генеральный дистрибьютор
TOPCON и SOKKIA в России.



Уважаемые коллеги!

Редакционная статья и ряд материалов, опубликованных в этом номере, посвящены многочисленным событиям, состоявшимся в августе-октябре 2021 г., информационным партнером которых выступила редакция журнала. В основном они проходили в офлайн-формате, но учитывая эпидемиологическую обстановку в России и мире, имели ряд ограничений, в том числе по количеству участников. В связи с этим, часть докладов была сделана онлайн, а все выступления записывались на видео и в настоящее время доступны для просмотра. Перечислим некоторые из этих событий, а также отметим организации, принявшие участие в них. Для тех, кто не смог принять участие в мероприятиях или желает прослушать доклады повторно, приведены ссылки на видео.

В Казани с 31 августа по 1 сентября 2021 г. рамках Татарстанского нефтегазохимического форума прошла X Международная научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы геодезии и геоинформационных систем»**. В ней приняли участие и выступили с докладами представители организаций из Казани: Министерство цифрового развития государственного управления, информационных технологий и связи Республики Татарстан, Казанский (Приволжский) федеральный университет, ГБУ «Фонд пространственных данных Республики Татарстан», НПК «ГЕОПОЛИГОН», «Эридан», «СКАНИНГ», НИЦ «Страна городов»; а также из Москвы и других городов: ФГУП «Центр геодезии, картографии и ИПД», АО «Российские космические системы», Trimble, АО «Роскартография», «ГНСС плюс», «Сигма Метрикс», Комитет по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга, Санкт-Петербургская ассоциация геодезии и картографии, Институт горного дела Уральского отделения РАН (Екатеринбург), «Университет Иннополис» и др.

Видео докладов, которые были представлены на конференции 31 августа, доступны на YouTube-канале RENT MEDIA SYSTEMS.



В Москве 21–22 октября 2021 г. в Национальном исследовательском Московском государственном строительном университете состоялась III Международная научно-практическая конференция **«Российский форум изыскателей»**, организованная Национальным объединением изыскателей и проектировщиков (НОПРИЗ). Конференция включала всероссийское совещание по вопросам инженерных изысканий и 11 секционных заседаний, посвященных различным проблемам организации и проведения инженерных изысканий. В рамках конференции прошел мастер-класс компании «АГМ СИСТЕМЫ» (Краснодар).

На секции «Развитие науки и образования в сфере инженерно-геодезических изысканий» обсуждались вопросы повышения уровня подготовки специалистов в области инженерно-геодезических изысканий, по которым с докладами выступили: М.А. Потапов (КузГТУ им. Горбачева, Кемерово), Г.Л. Хинкис (МКГиК), А.М. Корнеев, В.М. Курков, А.С. Киселева, А.М. Тарарин, А.О. Куприянов, В.В. Шлапак, Д.Е. Лева, Д.А. Кузнецов, Д.А. Морозов и А.Ю. Перминов (МИИГАиК), Т.П. Винникова (ННГАСУ, Нижний Новгород), В.А. Костеша и В.И. Холов (ГУЗ), С.К. Костовска («Мосoblгеотрест»), Л.Б. Богатырев.



Видео выступлений участников форума доступны на YouTube-канале «Российский форум изыскателей».

На страницах этого номера размещены итоги следующих событий, а также ссылки на презентации докладов и видео выступлений:

— Международная научно-техническая конференция **«Цифровая реальность: космические и пространственные данные, технологии обработки»** (Иркутск, 6–9 сентября 2021 г.) — с. 20–22;

— конгресс и выставка по геодезии, геоинформатике и управлению земельными ресурсами **INTERGEO 2021** (Германия, 21–23 сентября 2021 г.). Мероприятия прошли на территории выставочного комплекса города Ганновер и одновременно в цифровом формате. С информацией об участниках выставки и представленной ими продукции, в том числе партнеров журнала — Trimble (с. 25), JAVAD GNSS, Phase One, АО «Ракурс», RIEGL (с. 26), а также компаний из РФ — Agisoft (Санкт-Петербург), SCANVIZ (Калининград), «АГМ СИСТЕМЫ» (Краснодар), «ГрадИНФО» (Екатеринбург), «Ориент Системс» — можно ознакомиться в каталоге выставки;



— конференция Bentley **Going Digital 2021** (Москва, 5 октября 2021 г.) — с. 22–24.

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

 www.roscartography.ru

Редакция благодарит компании,
поддержавшие издание журнала:

Trimble (Платиновый спонсор),
JAVAD GNSS (Золотой спонсор),
«ГНСС плюс» (Информационный партнер),
«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»,
АО «Роскартография», «АртГео»,
Bentley Systems, АО «Ракурс»,
ГК «Геоскан», «Кредо-Диалог»,
КБ «Панорама», ПК «ГЕО»,
ГБУ «Мосгоргеотрест», GeoTop

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
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 29.10.2021 г.

Печать Издательство «Проспект»

ОТ РЕДАКЦИИ

ДАЙДЖЕСТ СОБЫТИЙ В СЕНТЯБРЕ-ОКТЯБРЕ 2021 Г. 1

ЮБИЛЕЙ

В.И. Глейзер
КОМПАНИЯ «ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ». 20 ЛЕТ РАБОТЫ
В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧНО РАЗВИВАЮЩИХСЯ ТЕХНОЛОГИЙ 4

ТЕХНОЛОГИИ

СЕРВИС SMART MILL КОМПАНИИ MERIUS OY ДЛЯ
ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ 10

Д.В. Грохольский
КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ — НОВАЯ ПРОГРАММА
КОМПЛЕКСА КРЕДО 13

А.Н. Воронов, Д.А. Никулин
ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ И
СПУТНИКОВО-ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ NOVATEL 17

В.Ю. Афанасьев
ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ
В РЕЖИМАХ STATIC ОТНОСИТЕЛЬНО ПУНКТОВ IGS И PPP STATIC 28

НОВОСТИ

СОБЫТИЯ 20

ОБОРУДОВАНИЕ 25

ОБРАЗОВАНИЕ

В.Р. Заблочный
ОПЫТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В МИИГАИК
НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА C++ 33

ОТ ПЕРВОКЛАССНИКА ДО АСПИРАНТА: УЧАСТИЕ
КОМПАНИИ «ГЕОСКАН» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММАХ 39

ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

Р.Р. Барков
МЕЖЕВОЙ ИНЖЕНЕР А.П. ЗАХАРОВ. ОТ ТОПОГРАФА И
АСТРОНОМА ДО ПРОФЕССОРА И ЧИНОВНИКА
ОСОБЫХ ПОРУЧЕНИЙ 44

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

52

При оформлении первой страницы обложки использовано изображение Морского Никольского собора в Кронштадте, полученного по материалам аэрофотосъемки с Геоскан 401. Изображение предоставлено ГК «Геоскан».



КОМПАНИЯ «ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ». 20 ЛЕТ РАБОТЫ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧНО РАЗВИВАЮЩИХСЯ ТЕХНОЛОГИЙ

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

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

В 2021 г. исполнилось 20 лет с момента основания ЗАО «Геодезические приборы». Официальное открытие компании состоялось 14 июня 2001 г. в помещении небольшого офиса по адресу: г. Санкт-Петербург, Пионерская улица, д. 30.

С первых дней работы ЗАО «Геодезические приборы» вошло в группу компаний «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» и, в основном, работало в Северо-западном федеральном округе РФ, представляя продукцию фирмы SOKKIA (Япония) — одного из мировых лидеров в области производства геодезических средств измерений (СИ). В дальнейшем (с 2008 г.), после слияния двух производителей геодезического оборудования SOKKIA и TOPCON, ЗАО «Геодезические приборы» стало дилером корпорации TOPCON (Япония), поставляя геодезические СИ и технологии двух ведущих компаний.

Прошедшие 20 лет показали, что главным достоянием компании «Геодезические приборы» является ее коллектив (рис. 1).

На начальном этапе в развитии организации приняла уча-

стие пришедшая в бизнес в конце 1990-х гг. талантливая молодежь. Теперь эта молодежь уже ветераны компании, образующие ее костяк: это М.Д. Алексеев, К.В. Панов, И.Е. Стариков, М.В. Бушуев, И.В. Сыротюк, Ж.Г. Вербицкая, В.И. Колокольникова. Более того, за годы своей деятельности компания «Геодезические приборы» вырастила много молодых специалистов, которые, в свою очередь, обеспечивают ее дальнейшее развитие. В настоящее время в организации работает 46 человек, и каждый из них влияет на ее успех. Все вместе они образуют единый уникальный дружный коллектив, способный успешно трудиться в условиях динамично меняющегося рынка.

Что касается рынка геодезических приборов и основанных на его использовании технологий, то он неразрывно связан с состоянием отраслей, в которых применяются топографо-геодезические технологии, достижениями производителей и способностью компаний-поставщиков формировать спрос на переносное оборудование.

Пропагандируя современное геодезическое оборудование и технологии, компания «Геодезические приборы» взяла курс на тесное сотрудничество с организациями, выполняющими инженерно-геодезические изыскания. Примером может служить сотрудничество с такими предприятиями, как ОАО «Трест ГРИИ», ЗАО «ЛентИСИЗ», компания «Морион» и многими другими ведущими изыскательскими организациями Санкт-Петербурга и других городов Северо-западного федерального округа РФ. В связи с этим, мы с благодарностью вспоминаем ушедших от нас: М.А. Солодухина, возглавлявшего многие годы ЗАО «ЛентИСИЗ», Г.В. Токуева, директора предприятия «АрхангельскТИСИЗ», и В.Ю. Ландграфа, руководителя предприятия «Карелгеоцентр» (Петрозаводск). Выразить благодарность также хочется ныне здравствующим Б.В. Резункову, который более 25 лет руководил ОАО «Трест ГРИИ», И.Ю. Батурину, основателю и руководителю компании «Морион», П.И. Хомичу, генеральному директору ЗАО «ПсковТИСИЗ»,

Л.А. Роголь, директору ООО «ЛенТИСИЗ-Калининград», П.Ю. Бурбану, генеральному директору АО «Новгородское аэрогеодезическое предприятие», и многим другим. Все они оказали огромное влияние на уровень развития компании «Геодезические приборы».

Общение с ведущими производственными предприятиями, взаимодействие с коллективами группы компаний «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ», и, в первую очередь, с ее головной организацией ООО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ», собственный практический опыт и теоретическое изучение основ бизнеса способствовали развитию и совершенствованию отдельных подразделений (служб) нашего предприятия. К настоящему времени сформировались следующие основные службы: коммерческая, сервисная, финансовая, логистическая и информационная.

Безусловно, все перечисленные службы взаимосвязаны.

Каждая из них участвует в решении задач других подразделений. Вместе с тем, следует признать, что коммерческая служба, деятельность которой наиболее сложная и ответственная, приносит основную прибыль предприятию. Нельзя недооценивать и деятельность сервисной службы, оказывающей как платные, так и бесплатные услуги в области технической и методической поддержки клиентов и партнеров компании. Ведь некачественное оказание услуг может повлечь за собой отказ от работы с компанией. Другими словами, весьма трудно разделить первичную работу с клиентом и его поддержку в процессе освоения и эксплуатации поставляемого оборудования.

С осени 2007 г. до настоящего времени компания «Геодезические приборы» располагается в офисном помещении по адресу: г. Санкт-Петербург, улица Большая Монетная, д. 16, где имеется просторный торговый

зал, рабочие места для всех вышеперечисленных служб и учебный класс. Техническое оснащение офисного помещения позволяет сотрудникам компании при необходимости вести оперативную работу дистанционно, что немаловажно в существующей в стране эпидемиологической ситуации.

В связи с изменением законодательства с 6 марта 2017 г. компания сменила организационно-правовую форму деятельности, став ООО «Геодезические приборы», при этом являясь правопреемником ЗАО «Геодезические приборы».

Возвращаясь к оценке деятельности компании, нельзя не отметить, что залогом ее развития служит непрерывное совершенствование геодезического оборудования и технологий. Так, если в первые годы работы речь шла о поставках геодезических приборов и инструментов (отсюда и название компании), то в последнее десятилетие основу ее деятельности



Рис. 1
Коллектив компании «Геодезические приборы», 2019 г.

составляет выполнение технологических проектов, основанных на применении программно-аппаратных комплексов. К таким проектам относятся: создание сетей дифференциальных геодезических станций, обеспечение сбора массивов пространственных данных применительно к BIM-технологиям как в проектировании, так и в строительстве, автоматизация процессов управления дорожно-строительной техникой (machine control) (рис. 2), автоматизация управления машинами сельскохозяйственного назначения при решении задач точного земледелия, решение маркшейдерских, метрологических и других специальных задач.

За двадцать лет существенно изменились и средства измерений, составляющие основу современных геодезических технологий. При проведении геодезических работ практически не используются оптико-механические средства угловых и линейных измерений. Их заменили электронные теодолиты и тахеометры, причем, если первые тахеометры не имели безотражательного канала измерения дальности, то сейчас трудно себе представить, что измерения расстояний были возможны только на специальную призму. При этом дальность измерений в безотражательном режиме непрерывно возрастает. Созданы модели с повышенной дальностью безотражательного канала — до 2000 м. Передача данных с тахеометра по кабелю с использованием специализированного программного обеспечения заменена на различные съемные носители информации, с помощью которых можно выполнять импорт — экспорт данных с прибора в различных форматах, увеличены внутренняя память и быстродействие, появилась возможность отслеживать местоположение прибора в режиме реального времени

(защита от кражи). Уже никого не удивит функциональными возможностями инженерного или роботизированного тахеометра.

Быстрыми темпами развиваются спутниковые технологии. Первые спутниковые приемники в начале своего развития могли принимать сигналы по одной частоте только со спутников GPS, в настоящее время современное оборудование позволяет принимать все возможные типы сигналов разных ГНСС, находящихся над горизонтом. Первые спутниковые приемники могли работать только в режиме «статика» с постобработкой результатов, сейчас в большинстве работ используется режим «кинематика в реальном времени» (RTK), причем, роверный приемник может получать поправки от базовой станции по радио, GSM или Bluetooth каналу. Наряду с появлением новых функциональных возможностей, внешний вид приемников также претерпел значительные изменения: они стали более компактными и легкими. Пространственные данные, получаемые с помощью приемников ГНСС,

служат источником для геоинформационных систем, земельных информационных систем и т. п., применяемых для управления территориями, для решения задач мониторинга земельных ресурсов и кадастрового учета, для отслеживания динамики экологических процессов и др.

20 лет назад трудно было представить активное применение технологий по сбору массивов пространственных данных, например, с применением лазерного сканирования, для создания 3D-модели здания или сооружения и ее дальнейшего использования при сравнительном анализе или управлении тем или иным процессом. В настоящее время лазерные сканирующие системы отдельно или в комплексе с другими средствами измерений успешно применяются на различных носителях, в качестве которых могут выступать автомобильный и железнодорожный транспорт, пилотируемые и беспилотные летательные аппараты и другие виды средств передвижения.

Интенсивное развитие геодезических СИ требует соответствующей подготовки специа-



Рис. 2

Автоматизация асфальтирования дорожного полотна

листов фирмы-поставщика. Инженерный состав и менеджеры компании регулярно повышают свою квалификацию на специализированных курсах, в рамках курсов внутреннего обучения, а также, участвуя в профильных конференциях и семинарах.

ООО «Геодезические приборы» взаимодействует с различными учебными заведениями. Стратегическое партнерство вузов и предприятий в сфере научно-технического сотрудничества, обучения и повышения квалификации персонала — это неоспоримое требование времени. Тесное сотрудничество вуза и предприятия становится для молодых специалистов хорошей возможностью для знакомства и освоения новейших технологий, а также понимания требований потенциального работодателя к выпускнику.

Положительным опытом такого взаимодействия является сотрудничество ООО «Геодезические приборы» с Санкт-Петербургским государственным аграрным университетом (СПбГАУ). Так, в 2016 г. по предложению профессора Д.А. Шишова на факультете землеустройства и сельскохозяйственного строительства была создана кафедра геоинформационных технологий на базе компании «Геодезические приборы». Кроме того, привлечение представителей нашего предприятия к участию в научно-образовательном процессе повышает к нему интерес, расширяет круг рассматриваемых научно-прикладных вопросов. В качестве примера можно привести участие сотрудников компании «Геодезические приборы» М.Д. Алексеева, В.И. Глейзера, Г.А. Жукова и И.Е. Старикова с докладом «Современные решения компании TOPCON для землеустройства и кадастра» в заседании «круглого стола», организованного СПбГАУ и прошедшего 3 сентября 2021 г. в рамках

деловых и конгрессных мероприятий 30-й Юбилейной международной агропромышленной выставки «АГРОРУСЬ-2021».

За годы серьезной методической работы, включающей разработку учебных планов и планов семинаров, подготовку лекций и создание презентационных материалов, ООО «Геодезические приборы» в партнерстве с ООО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» был накоплен значительный объем информации. В последнее время эта информация была дополнена серией учебных фильмов и видеоинструкций. После демонстрации новых разработок учебных видеоматериалов руководителям профильных кафедр и преподавательскому составу СПбГАУ и других вузов, родилась идея создания учебных пособий на электронных носителях. В реализации этой идеи компания «Геодезические приборы» поддержала руководителя ООО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» А.М. Шагаева, и к настоящему времени в подготовленные учебные пособия [1] вошли более 20 фильмов и не меньшее количество презентаций. Содержание видеоматериалов отражает историю развития и совершенствования конструкций геодезических СИ и раскрывает сущность ряда передовых геодезических технологий. Данное направление работ, ориентированное на совершенствование учебного процесса, планируется продолжить и в будущем. Тем более, что использование в учебном процессе видеоматериалов в существующих эпидемиологических условиях приобретает еще большую значимость.

Вообще сотрудничество учебных заведений и предприятий, которые принято называть работодателями, не является чем-то новым. Однако существенно изменились условия, в которых реализуется этот процесс. В частности, это двухступенчатое

высшее образование (бакалавриат и магистратура), многопрофильность в подготовке колледжами технических специалистов среднего звена, менталитет выпускников учебных заведений, условия трудоустройства выпускников, дефицит преподавательских кадров и многое, многое другое. Не способствует повышению качества подготовки кадров чрезмерная, по нашему мнению, коммерциализация учебного процесса. И все-таки, партнерство ООО «Геодезические приборы» с рядом вузов и колледжей Санкт-Петербурга и Северо-западного федерального округа РФ подтвердило свою целесообразность, обеспечивая совершенствование учебно-методической работы и востребованность практических возможностей и достижений одной из ведущих компаний Санкт-Петербурга. Так, осенью 2017 г. по инициативе и при участии ООО «Геодезические приборы» в штаб-квартире Русского географического общества в Санкт-Петербурге была проведена выставка раритетных геодезических приборов, и в рамках выставки для студентов и преподавателей была прочитана лекция, отражающая историческую ретроспективу производства геодезического оборудования в нашей стране и развитие геодезических технологий. За 22 дня работы выставки ее посетили около 2000 человек: преподавателей, аспирантов и студентов 11 вузов, преподавателей и студентов 8 учреждений профессионального образования. При этом было проведено около 80 экскурсий [2].

В период времени до пандемии COVID-19 специалисты ООО «Геодезические приборы» проводили выездные занятия со студентами вузов и колледжей с демонстрацией современных геодезических средств измерений, обучали работе с новым

оборудованием преподавателей учебных заведений, организовывали специальные семинары в форме «круглых столов» и мастер-классов (рис. 3). В свою очередь, выпускники учебных заведений проходили в ООО «Геодезические приборы» производственную практику, а некоторые из них на базе компании готовили выпускные квалификационные работы.

Ярким положительным примером является участие специалистов компании летом 2018 г. в создании учебного полигона для студентов СПбГАУ с применением спутниковых технологий. Следует также добавить, что сотрудники ООО «Геодезические приборы» входят в состав Совета образовательных программ, созданного в СПбГУ, и принимают участие в государственных аттестационных комиссиях по приемке выпускных квалификационных работ в ряде университетов и колледжей города Санкт-Петербурга, готовящих специалистов геодезического профиля.

Как отмечалось выше, большое значение в компании придается сервисной службе, которая исторически имеет название «сервисный центр». Эта служба интенсивно развивается в связи с тем, что высокотехнологичные геодезические СИ все шире применяются в различных областях и повышаются требования к их метрологическим характеристикам. На практике группа компаний «ГЕОСТРОИ-ИЗЫСКАНИЯ» ежегодно подает документы для получения свидетельства об утверждении типа средств измерений в среднем для 4–10 новых образцов геодезических приборов.

Повседневной работой сервисного центра ООО «Геодезические приборы» является экспертиза, ремонт, юстировка и метрологический контроль как поставляемой продукции, так и оборудования клиентов. К

примеру, за последний десятилетний период ежегодное количество принятых в сервисную службу приборов увеличилось в два раза с 4000 до 8000. Существенно изменился и уровень техники, подлежащей обслуживанию. Основной объем принимаемых сервисным центром геодезических СИ составляют электронные тахеометры и спутниковые приемники, элементная база нового поколения которых кардинально изменилась. Настройка и юстировка плат приборов теперь выполняется с помощью персонального компьютера со специальными программами.

Стандовое оборудование и эталонная база сервисного центра компании, а также имеющаяся нормативная и техническая документация позволяют выполнять сервисное обслуживание практически всех видов геодезических и маркшейдерских приборов, причем достаточно оперативно. Для удобства взаимодействия с клиентами компанией были введены сер-

висные книжки, обеспечивающие возможность регулярного обслуживания приборов и на этой основе продление для них срока гарантии до 5 лет.

Оборудование сервисного центра применяется и для метрологического контроля СИ, и для регулировки параметров приборов, включая юстировочные операции. Стенд ВЕГА УКС (рис. 4) обеспечивает возможность визуального контроля положений энергетической и оптической осей дальномерного канала электронных тахеометров. При необходимости в процессе такого контроля изменением положения излучающего лазера совмещают положения осей. Технически эта возможность обеспечивается встроенной видеокамерой и установленным на стенде монитором. Стенд позволяет выполнять следующие виды сервисных работ:

— поверку и калибровку оптических, лазерных и цифровых нивелиров; оптических, электронных и лазерных теодо-



Рис. 3

Сотрудник ООО «Геодезические приборы» Г.А. Жуков проводит мастер-класс на географическом факультете Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена



Рис. 4

Сотрудник сервисного центра П.А. Амерханов осуществляет контроль параметров электронного тахеометра на стенде ВЕГА УКС

литов; оптических и электронных тахеометров;

- контроль основных геометрических характеристик и параметров нивелиров и угломерных приборов, лазерных нивелиров и построителей плоскостей;

- юстировку угломерной части различных геодезических приборов;

- юстировку лазерных нивелиров, в том числе после проведения ремонтных работ;

- настройку дальномерного канала электронных тахеометров;

- проверку соосности энергетической и визирной осей дальномерного канала зрительной трубы электронных тахеометров и др.

За последние годы существенно увеличился штат сотрудников сервисного центра. В настоящее время он насчитывает 11 человек, а их средний возраст составляет 38 лет при общем среднем возрасте сотрудников компании 43 года. Около 10 лет сервисный центр возглавляет опытный специалист Е.Н. Королев. Если рассматривать работу сервисной

службы за 20 лет в целом, то динамика ее развития безусловно носит положительный характер, хотя и приходится преодолевать немало трудностей, которые, прежде всего, связаны с постоянно изменяющимся законодательством в области метрологии. Следует отметить, что ООО «Геодезические приборы» постоянно контактирует с ведущими организациями страны в области метрологии [3].

Решая многие задачи в рамках своей основной деятельности, компания принимает участие в работе профессиональных общественных организаций, таких как Русское географическое общество, Санкт-Петербургская ассоциация геодезии и картографии, Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, поддерживает мероприятия, направленные на сохранение и популяризацию памятников, представляющих историческое наследие в области геодезии, картографии и метрологии. Многие годы компания сотрудничает с научно-техническими и производственными журналами

«Геопрофи», «Маркшейдерский вестник», «Изыскательский вестник», публикуя информацию о новом оборудовании и технологиях, о взаимодействии с учебными заведениями, о результатах своей общественной работы. Компания «Геодезические приборы» также принимает участие в создании и выпуске отдельных изданий, в частности, журнала «Изыскательский вестник», печатного органа Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии.

Двадцать лет спустя приходишь к пониманию, что для коммерческой организации — это немалый срок. Повзрослев, компания «Геодезические приборы» научилась более спокойно и трезво относиться к своим успехам и неудачам, плыть, как принято говорить, «на ровном киле» даже в условиях динамично развивающихся технологий и постоянной конкуренции. Приобретенные за это время знания и опыт позволяют ООО «Геодезические приборы» уверенно продолжать свою деятельность и оптимистически смотреть в будущее.

▼ Список литературы

1. Алексеев М.Д., Глейзер В.И. Партнерство, направленное на совершенствование профессионального образования // Вестник колледжа строительной индустрии и городского хозяйства: информационно-аналитический журнал. — 2017. — С. 17–20.

2. Шагаев А.М., Глейзер В.И., Алексеев М.Д., Стрельников А.В. Выставка раритетных геодезических приборов в штаб-квартире РГО в Санкт-Петербурге // Геопрофи. — 2017. — № 6. — С. 36–39.

3. Глейзер В.И. Практика метрологического обеспечения геодезических средств измерений // Актуальные проблемы метрологического обеспечения научно-практической деятельности: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (21–23 ноября 2016 г.). — Архангельск: САФУ, 2016. — 305 с.

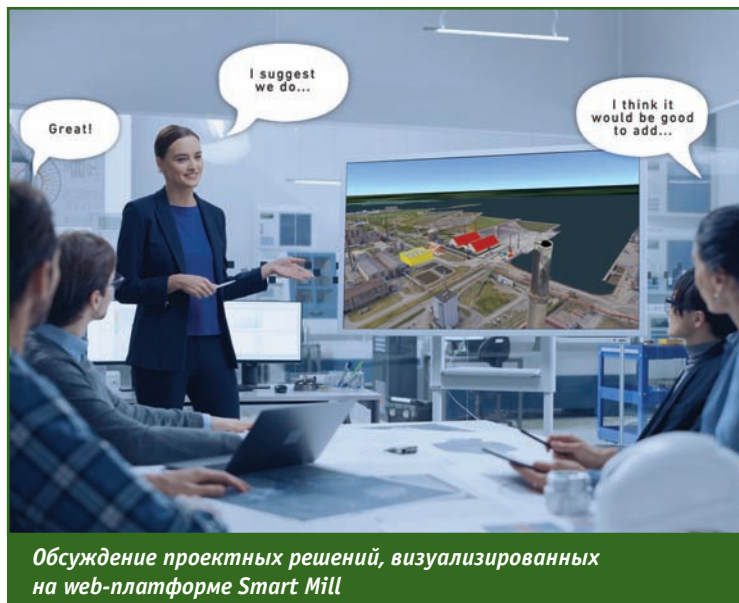
СЕРВИС SMART MILL КОМПАНИИ MERIUS OY ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ОПТИМИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ*

Компания Merius Oy (Финляндия) стала финалистом конкурса компании Bentley Systems «Год в Инфраструктуре 2020» (Year in Infrastructure) в категории «Моделирование реальности» за разработку web-платформы Smart Mill, предназначенной для визуализации реалистичной модели инженерных решений и их оптимизации.

▼ Краткое описание проекта

Компания Merius Oy базируется в городе Коккола, расположенном в Западной Финляндии, и оказывает картографические, дизайнерские и консалтинговые услуги для обоснования инвестиций. Для своих клиентов, в основном представляющих промышленные предприятия и участвующих в обсуждении их устойчивого развития, компания решила создать платформу, позволяющую визуализировать разрабатываемые инженерные проекты и оптимизировать процесс их совместного обсуждения.

Во время очных встреч техническая документация традиционно предоставлялась на бумажных носителях, что затрудняло понимание общей картины и требовало выезда всех заинтересованных сторон на место для полного погружения в суть проекта. Поскольку удобство использования информации и данных, а также доступ к ним ограничен кон-



Обсуждение проектных решений, визуализированных на web-платформе Smart Mill

кретными рамками и относительно небольшим количеством инженеров-проектировщиков, вовлеченных в эти проекты, чтобы клиенты при повседневной работе и будущих инвестициях могли визуализировать состояние предприятия и окружающую его среду, компания Merius Oy начала разработку сервиса Smart Mill. Это потребовало сбора значительного объема пространственных данных, чтобы все заинтересованные стороны могли получить свободный доступ и работать с ними без специальных технических знаний.

При разработке web-платформы Smart Mill для визуализации онлайн среды предприятия и инженерных решений

компания Merius Oy использовала программное обеспечение компании Bentley Systems — ContextCapture и OpenCities Planner. Выбор этих программных средств позволяет компании Merius Oy экономить до 40% времени при создании виртуальных моделей реальности предприятий и предоставлять клиентам возможность принимать более обоснованные решения.

▼ Визуальные решения. Оптимизированный доступ

Чтобы предоставить сервис для передачи и использования данных за рамками отдельного проекта и его участников, компания Merius Oy стремилась создать цифровой контент, кото-

* Статья подготовлена пресс-службой компании Bentley Systems. Изображения, приведенные в статье, предоставлены компанией Merius Oy.

рый позволил бы визуализировать инженерные решения с помощью полученных пространственных (3D) данных.

Еще одна задача состояла в том, чтобы сделать эти решения полностью понятными, включая возможность оценки их влияния на работу предприятия в будущем. Компания хотела разработать платформу, которая могла упростить доступ к информации для всех заинтересованных сторон. Это позволило бы достичь общего понимания, принимать более обоснованные решения, а также гарантировало возможность совместной работы над общей задачей по обеспечению устойчивого развития производства.

Однако процесс создания реалистичных 3D моделей и их интеграции с проектными моделями в цифровой трехмерной среде привел к необходимости сбора больших наборов данных из нескольких источников, для которых требовалось использовать различные программные

приложения и выполнять множество трудоемких этапов работы. Чтобы учесть значительные объемы файлов инженерных проектов, выполняемых в рамках построения модели реальности, и визуализировать их для доступа к ним всех заинтересованных сторон, компания Merius Oy требовалась гибкая, открытая и простая в использовании технология.

▼ **Приложения Bentley для открытой платформы**

Программа ContextCapture была выбрана для создания реалистичной 3D модели, а программа OpenCities Planner — в качестве цифровой платформы для реализации сервиса Smart Mill. Используя совместимые приложения Bentley, сотрудники компании Merius Oy построили цифровую трехмерную среду на основе изображений, полученных с квадрокоптеров, и данных наземного лазерного сканирования, создав цифрового двойника предприятия. За-

дача этого двойника состояла в том, чтобы сделать общую картину наглядной и понятной для клиентов. Гибкость программы OpenCities Planner позволяет интегрировать в облачную среду проектную модель инженерных сетей и объектов в различных форматах для визуализации информации в режиме реального времени. Благодаря открытой, комплексной визуальной платформе клиенты компании Merius Oy теперь могут виртуально решать технологические проблемы и видеть потенциальные будущие решения на цифровой реалистичной модели, что позволяет вывести на новый уровень оптимизации рассмотрение концептуальных вопросов и предлагаемых конструкторских решений.

Используя приложения Bentley для моделирования реальности, а также для планирования и создания цифровых двойников, компания Merius Oy оптимизировала свои внутренние процессы, на 40% сократив



Визуализация цифрового двойника предприятия и прилегающей среды в сервисе Smart Mill

время, необходимое для создания 3D моделей реальности, отображаемых с помощью web-сервиса Smart Mill. Визуализация, доступная для всех заинтересованных сторон, улучшает понимание и дает каждому возможность выразить свое мнение, что позволяет принимать более обоснованные решения и оптимизировать методы работы. В результате, затраты клиентов на проектирование сокращаются на 20%. А благодаря возможности достоверно визуализировать предлагаемые варианты проектов, скорость принятия решений увеличивается на 70%, если сравнивать с традиционными процессами, подразумевающими очные встречи и традиционные презентации с использованием бумажных носителей. Сервис делает всю цифровую 3D информацию доступной в режиме онлайн, и, по оценкам, позволяет экономить до 40 000 евро, что эквивалентно заработной плате 10 сотрудников за один рабочий день в месяц в течение года. В дальнейшем в web-сервисе Smart Mill планируется использовать возможности программы Open-Cities Planner для визуализации данных по результатам эксплуатации сооружений, а

«Онлайн-сервис Smart Mill обеспечивает четкое понимание, а его использование не требует лишних усилий, что, в свою очередь, ускоряет реагирование на возникающие проблемы и оптимизирует процесс принятия решений. Все это приводит к значительной экономии средств и времени», — Ханну Сарья (Hannu Sarja), главный исполнительный директор компании Merius Oy.



Визуализация проектной модели сооружения с инженерными сетями в сервисе Smart Mill

также при внедрении 4D моделирования в строительство в режиме реального времени.

▼ Результаты / факты

Компания Merius Oy создала для своих клиентов сервис Smart Mill, обеспечивающий визуализацию инженерных

проектов и оптимизацию процесса принятия решения, направленного на более устойчивую работу предприятия.

Сервис был разработан с использованием приложений Bentley для моделирования реальности, планирования и визуализации цифровых двойников, что позволило оптимизировать внутренние ресурсы компании и сократить время на создание модели реальности на 40%.

Благодаря визуализации инженерных решений, эффективность работы клиентов повышается на 70% за счет сокращения времени, затрачиваемого на изучение проектной документации на бумажных носителях в рамках очных встреч.

Разработанный компанией Merius Oy сервис Smart Mill делает всю цифровую 3D информацию доступной в режиме онлайн и позволяет экономить до 40 000 евро в течение года.



Визуализация проектной модели инженерных сетей в сервисе Smart Mill

КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ — НОВАЯ ПРОГРАММА КОМПЛЕКСА КРЕДО

Д.В. Грохольский (КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»)

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

Компания «КРЕДО-ДИАЛОГ» с 2016 г. разрабатывает и совершенствует программу для обработки облаков точек, полученным методом лазерного сканирования, и создания на их основе цифровых моделей местности (ЦММ) — КРЕДО 3D СКАН [1]. Программа получила широкое распространение, в том числе среди специалистов, создающих ЦММ по результатам фотограмметрической обработки изображений (фотоснимков), полученных в результате аэрофотосъемки. При этом пользователями неоднократно высказывались пожелания включить в программный комплекс КРЕДО программу для фотограмметрической обработки изображений.

Командой разработчиков программ геодезического направления компании накоплен большой опыт работы с растрами, облаками точек, алгоритмами машинного зрения и анализа изображений. Вместе с тем задача восстановления трехмерной структуры на основе фотоизображений рассматривалась только в публикациях, предусматривающих классические подходы и алгоритмы в библиотеках с открытым исходным кодом. По большей части развитие эта область получила благодаря прогрессу робототехники и востребованности алгоритмов машинного зрения.

В августе 2021 г. вышла новая программа, вошедшая в программный комплекс КРЕДО, —

КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ 1.0. Она является частью геодезического направления и имеет все возможности работы с другими программами на платформе КРЕДО III. В программу вошли общие модули, позволяющие работать в двухмерном (2D) и в трехмерном (3D) видах, выбирать системы координат, обрабатывать облака точек, создавать ЦММ, импортировать и экспортировать данные.

Главной особенностью новой программы является возможность выполнения полного комплекса работ — от фотограмметрической обработки изображений до получения цифровой модели местности и экспорта в распространенные форматы обмена данными: DXF/DWG, LandXML/ТороXML.

В программу добавлены все необходимые инструменты для обработки облаков точек, которые реализованы в программе КРЕДО 3D СКАН: фильтрация, классификация, выделение рельефа, создание топографических объектов [2]. Кроме того, она позволяет импортировать облака точек из сторонних приложений, а также результаты топографической съемки (рис. 1).

Фотограмметрическая обработка в программе КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ реализована на основе современных комплексов алгоритмов. Процесс расчета полностью автоматизирован

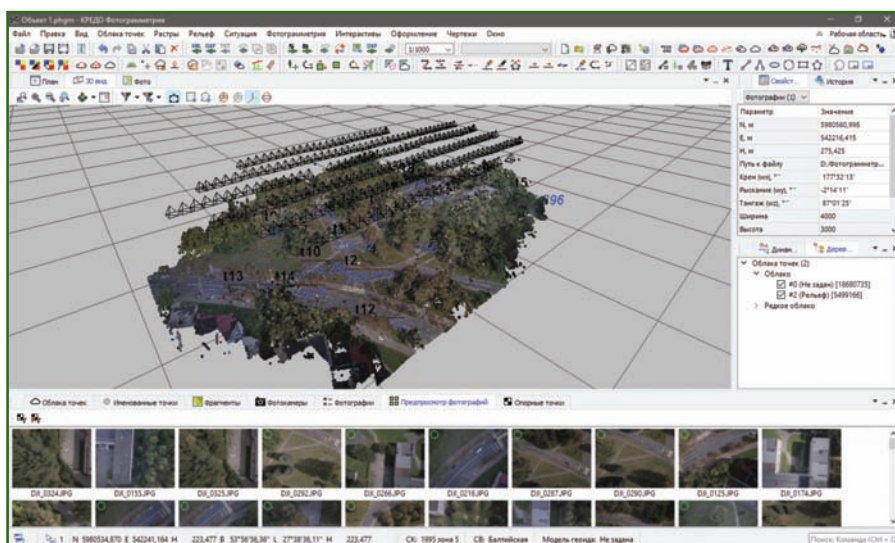


Рис. 1

Главное окно программы КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ

и не требует от пользователя специальных знаний в области фотограмметрии. Для получения результата необходимо выбрать систему координат, указать изображение для обработки, создать или выполнить импорт координат опорных точек, указать их положение на фото и запустить расчет. В результате получается облако точек и, при необходимости, ортофотоплан. При всей автоматизации и простоте программа позволяет управлять всеми этапами расчета. Для каждого из них имеется возможность настраивать параметры алгоритма.

Конвейер обработки данных в КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ включает следующие этапы.

1. *Поиск характерных точек на фото.* Используется хорошо зарекомендовавший себя алгоритм масштабно-инвариантной трансформации признаков. Этот алгоритм получил широкое распространение в ряде задач распознавания объектов, машинного зрения и других.

2. *Совмещение фото.* По ограниченному набору характерных точек проверяется наличие области перекрытия соседних фото и формируются стереопары.

3. *Сопоставление характерных точек.* Для каждой стереопары на основе внутренних признаков и геометрии взаимного расположения выполняется сопоставление характерных точек, в результате чего формируется набор связующих точек.

4. *Уравнивание.* На этом этапе решается нелинейная задача минимизации целевой функции. Целевая функция содержит взвешенные невязки положений точек, позиций и направлений на фото. Для пользователей доступно назначение весов, таким образом можно задавать степень влияния априорных элементов ориентирования фото или опорных точек. В ходе уравнивания рассчиты-

ваются элементы внешнего и внутреннего ориентирования фото, оцениваются невязки для опорных точек. Визуализацией результатов уравнивания является так называемое редкое (разреженное) облако точек — для всех связующих точек, участвовавших в уравнивании, создаются точки в трехмерной системе координат (3D точки) на основе урванных элементов ориентирования.

5. *Генерация карт глубин.* В КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ карты глубин стереоизображения формируются в плоскости стереопары. Карта глубин — это матрица с расстояниями от камеры до точек объектов на фото для каждой стереопары (в области перекрытия). Именно для этого этапа важно отсутствие «улетевших» точек, так как на точность карты глубин влияет диапазон расстояний до точек объектов. Для пользователей доступна настройка уменьшения разрешения фото. Для фото с меньшим разрешением можно быстрее выполнить расчет, уменьшить потребность в ресурсах компьютера, также такое изображение содержит меньше шумов, но вместе с тем имеет меньшую плотность облака точек и меньше деталей.

6. *Усреднение карт глубин.* Перекрывающиеся карты глубин соседних стереопар усредняются, незаполненные области интерполируются. Можно выполнить дополнительную фильтра-

цию, исключив карты глубин, полученные из количества стереопар меньше порогового.

7. *Слияние карт глубин.* Финальный этап, на котором на основе карт глубин формируется плотное облако точек. Плотность облака зависит как от параметров камеры и высоты полета при аэрофотосъемке, так и от настроек генерации карт глубин.

8. *Постобработка облака точек* (этап можно отключить). Выполняется расчет нормалей и плотности облака точек, фильтрация изолированных точек.

9. *Создание ортофотоплана* (дополнительный этап). Используются рассчитанные карты глубин и исходные фотоснимки. Выполняется орторектификация (ортотрансформирование) отдельных снимков, формирование ортомозаики, выравнивание яркости фото и шивка ортотрансформированных снимков.

Возможен запуск всего конвейера расчетов, результатом которого будет плотное облако точек. Есть возможность завершить расчет на этапе уравнивания, что позволяет оценить результат до выполнения ресурсоемких этапов генерации плотного облака точек. Особенностью программы является связь редкого облака точек и связующих точек: редактируя редкое облако точек обычными инструментами, можно удалить «вылетевшие» точки, которые

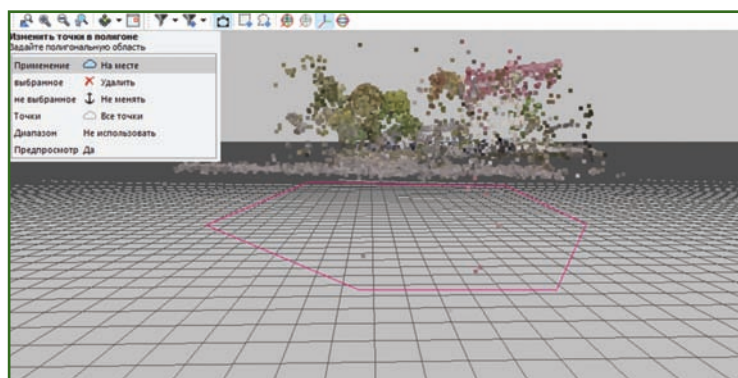


Рис. 2

Удаление шумов в редком облаке точек

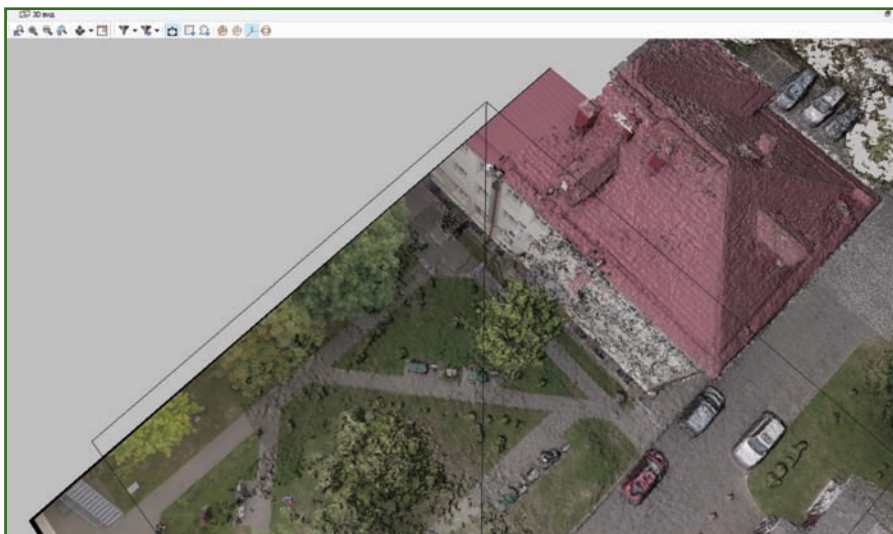


Рис. 3

Режим совмещенного просмотра исходного фотоизображения, полученного при аэрофотосъемке, и облака точек

являются, как правило, результатом некорректного совмещения характерных точек. Очистка облака точек от шумов позволяет добиться лучшего результата на последующих этапах (рис. 2).

Результаты расчета, полученные на всех этапах, хранятся до конца работы над проектом. Таким образом, изменение параметров повлечет за собой пересчет только на этапах, выбранных исполнителем. При работе над большими проектами это может дать существенное преимущество по времени.

Несмотря на то, что в программе был реализован стандартный конвейер фотограмметрической обработки, в процессе разработки пришлось решить ряд непростых задач, чтобы добиться оптимальной производительности, масштабировать алгоритмы для проектов любых размеров, сделать расчет понятным и удобным для пользователей.

Для больших проектов в программе предусмотрена возможность расчета с использованием вычислительных ресурсов компьютеров, объединенных в локальную сеть организации. Для этого необходимо установить компонент Microsoft MPI и

выполнить простые настройки. Ресурсоемкие операции поиска характерных точек и генерации карт глубин при этом выполняются параллельно.

Материалы, полученные в результате фотограмметрической обработки (плотное облако точек и ортофотоплан), могут быть экспортированы в распространенные форматы данных или использованы в качестве основы для создания ЦММ в программе КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ. Наличие в проекте исходных фотоизображений и возможность быстрого и удобного выбора и просмотра любого из них позволяет при необходимости уточнять характеристики объектов или другие детали, недоступные для анализа на ортофотоплане или в облаке точек (рис. 3).

С помощью проверенных и хорошо зарекомендовавших себя в программе КРЕДО 3D СКАН инструментов фильтрации и классификации облаков точек, создания и редактирования ситуации в плане и в 3D, интерактивного распознавания объектов пользователи смогут решать задачи создания цифровой модели местности. Кроме

того, в программе есть возможность расчета объемов по облакам точек, а также набор инструментов для создания моделей карьеров и открытых горных выработок.

Разработчики продолжают оптимизировать алгоритмы, повышать эффективность расчетов и удобство использования функциональности программы. С выходом программы КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ программный комплекс КРЕДО позволяет выполнять обработку данных, полученных всеми современными методами сбора информации о местности, в единой информационной среде.

На официальном сайте компании «КРЕДО-ДИАЛОГ» можно подробнее ознакомиться с функциональными возможностями программы КРЕДО ФОТОГРАММЕТРИЯ, а также заказать ее временную версию сроком на 2 недели. Кроме того, всем пользователям КРЕДО 3D СКАН 1.6 (с действующей услугой «Подписка») программа будет предоставляться по заявке бесплатно до конца 2021 г.

▼ Список литературы

1. Кукареко И.С., Грохольский Д.В. CREDO 3D СКАН — новое решение для обработки данных лазерного сканирования // Геопрофи. — 2016. — № 1. — С. 41–43.
2. Грохольский Д.В. Классификация облаков точек и создание ЦММ в новой версии программы КРЕДО 3D СКАН // Геопрофи. — 2019. — № 4. — С. 12–15.



ООО «КОМПАНИЯ
«КРЕДО-ДИАЛОГ»
Тел: (499) 350-73-15

E-mail:
market@credo-dialogue.com
www.credo-dialogue.ru

Обеспечение непрерывного
3D-позиционирования, определение
скорости и ориентации в сложных условиях

GNSS 

ООО «ГНСС плюс»
+7 (495) 269-16-99
info@GNSSplus.ru
www.GNSSplus.ru

ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ И СПУТНИКОВО-ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ NOVATEL

А.Н. Воронов («ГНСС плюс»)

В 2002 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «космическая геодезия». С 2005 г. работал в ЗАО «ПРИН», с 2013 г. — в Группе компаний «Геодезия и Строительство». С 2019 г. работает в ООО «ГНСС плюс», в настоящее время — директор по развитию.

Д.А. Никулин («ГНСС плюс»)

В 1999 г. окончил МАТИ — Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского по специальности «научно-технические технологии в РЭА». После окончания университета работал в АО «Атомэнергoproject», с 2008 г. по 2018 г. — в ОКБ ОТ РАН. С 2020 г. работает в ООО «ГНСС плюс», в настоящее время — главный инженер.

Спутниковые методы определения координат статических и подвижных объектов повсеместно применяются на протяжении последних двух десятков лет. Не важно, идет речь о высокой точности или о точности в несколько десятков метров, суть принципов спутникового позиционирования одинакова — решение пространственной засечки с целью определения планово-высотного положения конкретной точки.

Однако, при определении координат объектов, особенно если объект находится в движении, нередки случаи кратковременного или полного блокирования спутниковых сигналов. Комплексирование методов спутниковой и инерциальной навигации существенно помогает сохранить решение высокоточного определения координат в сложных условиях.

В основах инерциальной навигации заложено непрерывное измерение параметров движения (ускорения и угловых скоростей) относительно установленной системы отсчета. Эти

величины определяются специальными датчиками — акселерометрами и гироскопами. Акселерометры вычисляют линейное ускорение, а гироскопы — угловые скорости [1].

Таким образом, после потери спутниковых сигналов, положение движущегося объекта можно определять с помощью инерциального измерительного модуля, интегрированного в комплексированную (ГНСС+ИНС) систему.

С увеличением времени будет происходить увеличение дрейфа инерциального решения, как

следствие, будет ухудшаться итоговая точность определения координат. Чем выше производительность (класс) инерциального измерительного модуля, тем медленнее будет снижаться точность инерциального решения.

Технология SPAN компании NovAtel — это технология комплексирования ГНСС и ИНС позиционирования, основанная на методе жестко связанного решения. Она объединяет ГНСС и ИНС устройства, а также сопутствующее программное обеспечение [2].

Инерциальные измерительные модули начального уровня — Epson G320N и Epson G370N



Выполнены в ультра компактном форм-факторе.

Обеспечивают высокоточные измерения, где требуется низкая стоимость решения, высокая производительность и долговечность.

Могут напрямую связываться с ГНСС приемниками NovAtel OEM7 через порт SPI.

Размер — 24x24x10 мм.

Вес — 10 г.

Инерциальный измерительный модуль повышенной производительности — KVH1750



Выполнен в компактном и прочном корпусе, обеспечивает тактическую производительность с минимальным энергопотреблением.

Содержит волоконно-оптические гироскопы (FOG) и МЭМС-акселерометры.

Размер — 88,9 мм (максимальный диаметр) и 73,7 мм (высота).

Вес — <700 г.

Каждое из ГНСС или ГНСС+ИНС устройств NovAtel, созданное на платформе OEM-плат 7-го поколения, поддерживает технологию SPAN и может быть дополнено любым инерциальным измерительным модулем из продукции, предлагаемой компанией.

Как было сказано выше, точность инерциального решения зависит от класса инерциального модуля. Инерциальные измерительные модули NovAtel можно разделить на три условных группы: модули начального уровня, модули повышенной производительности и высокопроизводительные модули.

Кроме того, в модулях используются гироскопы и акселерометры разного типа. Например, все инерциальные измерительные модули NovAtel начального уровня оснащены гироскопами и акселерометрами на базе МЭМС (микроэлектромеханические системы). К таким устройствам относятся: OEM-EG320N, OEM-EG370N, OEM-STIM300, OEM-ADIS-16488 и OEM-HG4930.

Часть инерциальных измерительных модулей повышенной производительности NovAtel оснащена МЭМС, а часть — имеет в своей конструкции волоконно-оптические гироскопы. К примеру, инерциальный измерительный модуль μ IMU-IC работает на МЭМС-

гироскопах и акселерометрах, а модуль KVH-1750 содержит волоконно-оптические гироскопы (FOG) и МЭМС-акселерометры.

Наконец, высокопроизводительные инерциальные измерительные модули NovAtel могут оснащаться как МЭМС-датчика-

ми, так и волоконно-оптическими гироскопами с замкнутым контуром и твердотельными акселерометрами, либо кольцевыми лазерными гироскопами и серво акселерометрами. ISA-100C обеспечивает самый высокий уровень производительности в серии инерциальных модулей NovAtel.

В зависимости от класса (производительности) инерциального модуля, а также типов встроенных в него гироскопов и акселерометров будет зависеть итоговый вес устройства. Так, модули начального уровня Epson G320N и Epson G370N имеют размер 24x24x10 мм и весят всего 10 г. Размер высокопроизводительного модуля ISA-100C составляет уже 180x150x137 мм, а вес достигает 5 кг.

Высокопроизводительный инерциальный измерительный модуль — ISA-100C



Модуль навигационного класса от Northrop-Grumman Litef GmbH.

Имеет низкий уровень шума и стабильные смещения акселерометра и гироскопических датчиков.

Подходит для наземных или воздушных исследований.

Коммерчески экспортируемый модуль, который обеспечивает наиболее высокий уровень производительности среди инерциальных модулей NovAtel.

Размер — 180x150x137 мм.

Вес — 5,0 кг.

Двухантенная компактная ГНСС+ИНС система — CRT7



В едином корпусе объединены ГНСС-плата NovAtel OEM7720 и инерциальный измерительный модуль Honeywell HG4930.

Количество каналов для приема спутниковых сигналов — 555.

Технология ALIGN для высокоточного определения курса по двум ГНСС-антеннам.

Объем встроенной памяти — 16 Гбайт.

Размер — 90x60x60 мм.

Вес — 500 г.

Отдельное место среди высокоточного навигационного оборудования NovAtel занимают комплексированные спутниково-инерциальные системы, выполненные в едином корпусе. В настоящее время существует шесть моделей таких ГНСС+ИНС систем: PwrPak7-E1, PwrPak7D-E1, PwrPak7-E2, PwrPak7D-E2, CPT7 и CPT7700.

В корпус каждого из устройств встроена ГНСС OEM-плата NovAtel седьмого поколения, имеющая 555 каналов для приема спутниковых сигналов, и инерциальный измерительный модуль начального уровня — Epson или Honeywell.

PwrPak7D-E1, PwrPak7D-E2 и CPT7 оснащены OEM-платой NovAtel7720, способной обрабатывать сигналы от двух одновременно подключенных ГНСС-антенн. Это позволяет выполнять быструю инициализацию инерциальной системы и с высокой точностью определять параметры курса движущегося объекта.

Комплексированные спутниково-инерциальные системы NovAtel могут использоваться как для выполнения высокоточного позиционирования подвижных объектов, так и для определения координат в статическом режиме. Внутреннее программное обеспечение устройств представляет собой опциональную архитектуру и может быть оптимально настроено для работы с уникальными пользовательскими приложениями.

Кроме того, ГНСС+ИНС системы NovAtel поддерживают работу с глобальными сервисами дифференциальной коррекции TerraStar. Это дает возможность получать координаты (как в статике, так и в кинематике) с точностью первых сантиметров без использования базовых станций [3].

Спутниково-инерциальные системы NovAtel имеют возмож-

Двухантенная ГНСС+ИНС система в едином корпусе — PwrPak7D-E2



G320N.

Расширенный набор интерфейсов для легкой интеграции и установки в комплексные системы разработчика.

Встроенный Wi-Fi.

Объем внутренней памяти — 16 Гбайт.

Размер — 147x125x55 мм.

Вес — 560 г.

Количество каналов для приема спутниковых сигналов — 555.

Высокоточное определение параметров курса по двум ГНСС-антеннам.

Инерциальный измерительный модуль на МЭМС — Epson

ность удаленного управления, настройки и конфигурирования посредством web-интерфейса.

Корпус устройств выполнен из прочных материалов, что обеспечивает высокую степень защиты от внешних воздействий. Гарантированный диапазон рабочих температур составляет от -40°C до 75°C .

Перечисленное выше спутниково-инерциальное оборудование незаменимо при выполнении высокоточного позиционирования движущихся объектов в сложных условиях — при плотной городской застройке, под мостами, в тоннелях или на трассах, окруженных густой растительностью, а также наличии радиопомех или спуфинга и т. д.

Технология SPAN от NovAtel, объединяющая ГНСС+ИНС оборудование и сопутствующее программное обеспечение, успешно применяются в таких областях и задачах, как:

— мобильное лазерное сканирование и картографирование;

— аэрофотосъемка и лидарная аэросъемка с использованием как пилотируемых, так и беспилотных летательных аппаратов;

— оценка состояния покрытия автодорог с помощью подвижной дорожной лаборатории;

— высокоточные гидрографические изыскания;

— посадка летательных аппаратов на движущуюся платформу;

— беспилотное вождение в автомобильной колонне и т. д.

Официальным дилером компании NovAtel на территории России является компания «ГНСС плюс». Узнать больше о передовом оборудовании и технологиях NovAtel можно, обратившись к специалистам организации.

▼ Список литературы

1. Воронов А.Н., Козырев А.И. Inertial Explorer — мощное программное обеспечение для совместной обработки кинематических данных ГНСС+ИНС // Геопрофи. — 2021. — № 2. — С. 23–27.

2. Воронов А.Н., Козырев А.И. SPAN — уникальная технология позиционирования подвижных объектов от компании NovAtel // Геопрофи. — 2021. — № 3. — С. 29–32.

3. Воронов А.Н., Никулин Д.А. Сервис коррекции TerraStar — сантиметровая точность без базовых станций // Геопрофи. — 2021. — № 4. — С. 31–35.

СОБЫТИЯ

▼ **Совместная Международная научно-техническая конференция «Цифровая реальность: космические и пространственные данные, технологии обработки» (Иркутск, 6–9 сентября 2021 г.)**

АО «Ракурс», АО «Роскартография», ГК «Роскосмос» и АО «Кадастрсъемка» — организаторы конференции — объединили свои усилия и сформировали новую площадку профессионального общения.

Иркутск был выбран местом проведения конференции неслучайно. В этом городе в 2001 г. зародилась традиция проведения ежегодных конференций компании «Ракурс». Здесь было создано одно из старейших предприятий АО «Роскартография» — АО «Восточно-Сибирское аэрогеодезическое предприятие», которому в 2021 г. исполняется 75 лет. Для ГК «Роскосмос» Иркутская область является важнейшим полигоном космического мониторинга, а для АО «Кадастрсъемка» Иркутск — это родной город.

Конференция объединила более 180 специалистов, представляющих 53 частных и государственных компаний из 5 стран мира. Успешному проведению мероприятия способствовала и спонсорская поддержка компаний с мировым опытом в области

дистанционного зондирования Земли: MAXAR (США) и Phase One (Дания).

Работу конференции 6 сентября открыли мэр Иркутска Р.Н. Болотов и заместитель руководителя Росреестра А.В. Штейников.

В этот же день научная часть конференции включала две панельные дискуссии и два пленарных заседания. В панельных дискуссиях «Геопространственная индустрия в эпоху цифровой трансформации» и «Инновации в геоиндустрии» приняли участие: С.Н. Карутин (АО «Роскартография»), В.А. Заичко (ГК «Роскосмос»), И.С. Кошечкин (АО «Кадастрсъемка»), В.Н. Адров (АО «Ракурс»), К.А. Литвинцев (ФГБУ «Федеральная кадастровая палата»), А.В. Штейников (Росреестр), М.И. Петухов («Гексагон Геосистемс РУС»), А.В. Чернов («Самара Информспутник»), В.Е. Гершензон («Лоретт»). На пленарных заседаниях «Правовые и технологические вызовы» и «Настоящее и будущее геотехнологий» с яркими докладами о глобальных трендах развития геоиндустрии и фотограмметрии выступили: В.А. Заичко, К.А. Литвинцев, А.П. Погорелый («Газпром проектирование», Санкт-Петербург), А.В. Филатов (АО «РКЦ «Прогресс», Самара), М.И. Петухов и В.Н. Адров, а также дистанционно иностранные участ-

ники: Шу Мингсе (SmartSpatio, Китай) и Армин Грюн (ETH Zurich, Швейцария).

Во второй день параллельно прошли секционные заседания по двум направлениям. Направление «Дистанционное зондирование Земли и технологии обработки» включало секции: «Аэро съемка и лазерное сканирование», «Космос», «Фотограмметрия», «Картографическое обеспечение национальных проектов». Направление «Геодезия, геоинформатика, геоданные» включало секции: «Геодезия», «Геоинформационные решения», «Отраслевые задачи», «Геоданные в управлении». На секционных заседаниях выступили с докладами и поделились своими разработками, а также опытом применения инновационных технологий при выполнении картографических, фотограмметрических, геодезических, аэросъемочных работ для решения различных задач представители следующих организаций: АО «Аэрогеодезия» (Санкт-Петербург), «АГМ Системы» (Краснодар), «Беспилотные системы» (Ижевск), НПК «Йена Инструмент», Phase One, АО «Кадастрсъемка», АО «Уралгеоинформ» (Екатеринбург), АО «РКЦ «Прогресс», МАХАR, АО «Ракурс», Научный центр оперативного мониторинга Земли АО «РКС», АО «Урал-



Фотограмметрическая платформа PHOTOMOD™

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ
ОБРАБОТКА ДАННЫХ ДЗЗ

PHOTOMOD ЦФС
PHOTOMOD UAS, AutoUAS

PHOTOMOD GeoMosaic
PHOTOMOD Radar

ОБЛАЧНЫЕ И КОНВЕЙЕРНЫЕ
РЕШЕНИЯ

PHOTOMOD Conveyor
PHOTOMOD StereoClient

PHOTOMOD @ GeoCloud
PHOTOMOD @ cloudeo

БЕСПЛАТНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

PHOTOMOD Lite
PHOTOMOD GeoCalculator
PHOTOMOD Radar Viewer

Direct Georeferencing
Datum Parameters

PHOTOMOD В МИРЕ

80

стран

1200

организаций

3500

лицензий

10000

рабочих мест



маркшейдерия» (Челябинск), МИИГАиК, АО «ПО Инжгеодезия» (Новосибирск), АО «Роскартография», ГП «Белгеодезия» (Республика Беларусь), АО «ВостСиб АГП», ФГУП «ВНИИФТРИ», Проектно-изыскательский институт «Иркутскжелдорпроект», ФГБУ «Федеральная кадастровая палата», «Дата Ист» (Новосибирск), «ГеоАлерт», «НекстГИС», «ИнноГеоТех» (Казань), Федеральное агентство лесного хозяйства, «Леспроект» (Санкт-Петербург), «Центр космических технологий и услуг» (Пермь), АО «ТераТех», «РН-БашНИПинефть» (Уфа), Департамент градостроительства администрации г. Красноярска, УСГИК (Екатеринбург), «ВИЗАРД», «АртГео», «Самара-Информспутник».

8 сентября состоялись заседания в формате «круглого стола» и мастер-классы: «Фотограмметрическая обработка данных ДЗЗ в PHOTOMOD 7.1» и «Обработка данных с гибридных сенсоров в HexMap».

На заседании «Космические данные дистанционного зондирования Земли: нормативное обеспечение и использование» рассматривались законодательные инициативы в области дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса ГК «Роскосмос». На заседании «Пути развития геоиндустрии: барьеры и вызовы» были затронуты вопросы актуальности и полноты топографо-геодезического обеспечения отраслевых проектов, нормативных и законодательных ограничений, в том числе контроля качества и секретности геоданных.

Кроме того, в холле перед конференц-залами участники могли ознакомиться с оборудованием и программным обеспечением, представленными на стендах компаний: ГК «Геоскан» (Санкт-Петербург), «Фотоника» (Санкт-Петербург), Phase One, «АртГео», «НекстГИС», а также с журналом «Геопрофи» № 4-2021, подготовленным к данному мероприятию.

Красочным итогом работы конференции стал гала-ужин в архитектурно-этнографическом музее «Тальцы» на берегу Ангары. Участники конференции не только узнали о культуре и истории Байкальского региона, но и смогли в неформальной обстановке обсудить профессиональные темы, познакомиться поближе и наметить пути дальнейшего сотрудничества. Во время гала-ужина состоялся традиционный розыгрыш ЦФС PHOTOMOD. Удача в этот раз улыбнулась П.А. Анашкину, директору АО «Уралгеоинформ».

9 сентября состоялась экскурсионная программа, включавшая посещение жемчужины Сибири — озера Байкал, которое оставило незабываемый след в душе каждого участника.

Для организаторов и участников конференция стала значимым шагом в объединении знаний, опыта и усилий для дальнейшего развития геодезии, картографии, фотограмметрии, ДЗЗ и ГИС-решений. Представленные отечественные разработки однозначно показали, что Россия может предложить технологии, которые будут использоваться не только в сфере экономики, но и в повседневной жизни каждого человека.

Конференция стала площадкой для обсуждения и разработки важнейших направлений технологического развития страны. Организаторы надеются, что и в будущем она останется таким же эффективным инструментом.



Подробнее с итогами конференции можно ознакомиться, посмотрев видео выступлений, презентации докладов, сборник материалов и многочисленные фотографии, размещенные на сайте <https://conf.racurs.ru/conf2020>.

По информации оргкомитета конференции

▼ **Конференция Bentley Going Digital 2021 (Москва, 5 октября 2021 г.)**

Организатором конференции — ключевого события года для руководителей и специалистов организаций в области проектирования, строительства и эксплуатации объектов промышленности и инфраструктуры — выступила компания Bentley Systems. Впервые с 2018 г. конференция Going Digital прошла в офлайн формате и стала единственным в мире очным мероприятием, которое корпорация Bentley Systems провела в 2021 г. Конференция состоялась в ивент-пространстве «Согласие Hall» в закрытом формате, в силу эпидемиологической ситуации и связанных с ней ограничений, поэтому количество участников было ограничено и не все желающие смогли ее посетить.

Мероприятие открыл Артем Аведьян, генеральный директор Bentley Systems в России и СНГ. Приветствуя участников, он рассказал о расширении и интеграции решений Bentley в 2020–2021 гг. и поделился планами по дальнейшему развитию бизнеса компании в России и странах СНГ.

А. Аведьян отметил, что за последние два года корпорация Bentley Systems значительно расширила свое портфолио решений за счет приобретения новых компаний. Одной из ключевых сделок, состоявшихся в 2021 г., стало приобретение компании Seequent с мировым опытом в области программного обеспечения для 3D-моделирования и визуализации данных в сфере геолого-геофизических исследований. А. Аведьян представил коллег из российского подразделения компании Seequent. На сцену с приветственным словом были приглашены Ирина Шаловенкова, генеральный директор Seequent в России и СНГ, а также Колин Хэй, вице-президент по продажам Seequent в регионе EMEA.

Далее А. Аведьян поздравил пользователей Bentley из России и Казахстана — победителей международного конкурса инновационных технологий «Год в Инфраструктуре 2020»:

— ООО «Волгограднефтепроект», проект «Комплекс переработки этаносодержащего газа. Обеспечение строительства» (Усть-Луга, Санкт-Петербург) — лауреат награды «За особые достижения» в номинации «Комплексное использование цифровых двойников промышленных объектов»;

— ААEngineering Group, проект «Цифровой двойник золотоизвлекающей фабрики в п. Акусу: от концепции до запуска» (Акусу, Акмолинская область, Казахстан) — победитель в категории «Горная промышленность и освоение морских месторождений»;

— ААEngineering Group, проект «Месторождение Джам-

гыр — реализация проекта в экстремальных условиях» (Таласская область, Киргизия) — победитель в категории «Инженерная подготовка территорий и застройка».

А. Аведьян также обратил внимание гостей конференции на проекты из России, которые вышли в финал конкурса Going Digital (ранее — «Год в Инфраструктуре») в 2021 г. в категориях:

— «Строительство зданий и кампусов» — ООО «Волгограднефтепроект», проект «Высокотехнологичный многофункциональный медицинский комплекс» (Южки, Санкт-Петербург);

— «Горная промышленность и освоение морских месторождений» — ООО «Полюс Проект» (Красноярск), проект «Строительство сервисного комплекса ГОК Благодатное» (Красноярск);

— «Геотехническая инженерия» — НИИОСП им. Н.М. Герсванова, проект «Геотехнические аспекты реконструкции московского стадиона «Лужники».

Имена победителей конкурса Going Digital 2021 будут объявлены в рамках международной конференции Bentley «Год в Инфраструктуре 2021», которая пройдет в онлайн формате 1–2 декабря 2021 г.

Андрей Погребинский, руководитель инженерной группы Bentley Systems в России и СНГ, в технологической презентации

рассказал о том, как развились технологии Bentley за последние 2 года, какие инновации были внедрены в компании, как цифровые технологии Bentley помогают пользователям реализовывать инфраструктурные проекты в России и странах СНГ, а также по всему миру.

Основную часть докладов пленарной сессии представили пользователи Bentley из России и стран СНГ: Сергей Голуб, начальник отдела комплексного проектирования и аудита ООО «Волгограднефтепроект»; Роман Павленко, руководитель департамента технической политики и ТИМ АО «Мосинжпроект»; Николай Лесников, заместитель управляющего ГБУ «Мосгоргеотрест»; Владислав Духновский, директор по цифровой трансформации ООО «Полюс Проект»; Наталья Перепилищенко, главный специалист службы главного маркшейдера АО «УК «Кузбассразрезуголь» (Кемерово); Андрей Аксенов, директор департамента информационного моделирования ААEngineering Group (Казахстан), а также эксперты ООО «Институт Гипроникуль» (Санкт-Петербург) — Анатолий Кулаков, начальник управления обеспечения информационного моделирования, и Ольга Елесина, бизнес-аналитик, специалист по стандартизации.

С докладами также выступили партнеры компании Bentley Systems. Так, Кирилл Войтюк, директор по развитию ООО «АйБим», поделился десятилетним опытом применения программного обеспечения Synchro для решения задач визуального планирования. Светлана Кирнос, ведущий специалист ООО «Фотометр», рассказала об объединении картографических данных из разных источников в рамках одной платформы Orbit для решения производственных задач. Кирилл Соловьев, заместитель технического директора ГК «Ирисофт» (Санкт-Петербург), представил возможности и ключевые особенности систе-



мы инженерного документооборота ProjectWise для создания среды общих данных.

Параллельно с пленарной сессией проходила технологическая выставка, в которой приняли участие специалисты компании Bentley Systems и ее партнеры: ГК «Ирисофт», ООО «Фотометр», ООО «АйБим», «НИП-Информатика» (Санкт-Петербург), BIM Machine (Республика Беларусь).

Конференция Going Digital 2021 позволила после длительного перерыва собрать ключевых экспертов отрасли и обсудить актуальные вопросы вживую.



Видеообзор мероприятия, а также записи выступлений всех докладчиков размещены на YouTube-канале Bentley Systems Russia.

По информации оргкомитета конференции

▼ **Курс «Геопорталы» КБ «Панорама» для студентов МИИГАиК**

КБ «Панорама» и МИИГАиК — давние стратегические партнеры. Их совместная деятельность направлена на популяризацию картографо-геодезического образования и программного обеспечения для геоинформационных проектов.

Специалисты компании активно включились в работу по цифровой трансформации образования и в начале 2021 г. приступили к разработке программы обучения по курсу «Геопорталы», состоящей из цикла лекций и практических занятий для дистанционного обучения.

Задача данного курса — донести до студентов в доступной форме актуальные знания в области распределенных геоинформационных систем и геопорталов, включая конкретное программное обеспечение и его

реальное применение. В подготовке курса «Геопорталы» принимают участие специалисты КБ «Панорама» с многолетним стажем работы и высшей квалификацией в области геоинформатики.

Весной 2021 г. на основании решения Ученого совета МИИГАиК был создан факультет геоинформатики и информационной безопасности. Он объединил такие направления подготовки, как информационные системы и технологии, прикладная информатика и информационная безопасность, которые раньше реализовывались на трех факультетах. Синергетический эффект этого объединения достигнут за счет усиления взаимодействия разных научно-исследовательских групп в рамках одного факультета, а также за счет централизации учебно-методической работы по смежным направлениям подготовки. В настоящее время факультет

КБ ПАНОРАМА
Геоинформационные технологии
gisinfo.ru

ГИС

современные технологии цифровизации

ГИС Панорама версия 14
Расширенные инструменты пространственного анализа и обработки геоданных из открытых источников

Банк данных ЦК и ДЗЗ версия 6
Ведение федеральных и региональных фондов пространственных данных

является не только самым молодым, но и самым «цифровым» факультетом МИИГАиК. Студенты факультета получают знания, умения и навыки в таких областях, как искусственные нейронные сети, машинное обучение, интеллектуальные методы анализа данных, формируя тем самым компетенции, необходимые для полноценного участия в происходящих процессах цифровой трансформации экономики.

Курс «Геопорталы» включен в программу бакалавриата кафедры геоинформационных систем и технологий факультета гео-

информатики и информационной безопасности.

В сентябре-октябре 2021 г. А.А. Королев, начальник отдела КБ «Панорама», кандидат технических наук, доцент кафедры геоинформационных систем и технологий МИИГАиК, дистанционно провел лекционные занятия для студентов нового факультета по данному курсу. Лекции были записаны как видеуроки и вместе с презентациями размещены в базе знаний КБ «Панорама». По мере прохождения курса «Геопорталы» новые лекции и презентации будут публиковаться.

В настоящее время для просмотра и скачивания доступен учебный материал по курсу «Геопорталы» по следующим темам: «Общая характеристика геопорталов», «Организация данных в распределенных геоинформационных системах», «Архитектура распределенных ГИС» и «Программное обеспечение геопорталов. Часть 1».

Лекционные материалы по курсу «Геопорталы» размещены на сайте КБ «Панорама» <https://gisinfo.ru> в разделах «Видеоуроки» и «Презентации».

**По информации
КБ «Панорама»**

ОБОРУДОВАНИЕ

▼ Новый приемник ГНСС Trimble Catalyst DA2

Компания Trimble на выставке INTERGEO 2021 представила новый компактный и недорогой приемник ГНСС Trimble Catalyst DA2, предназначенный для массового рынка пользователей точных координат. Прибор является усовершенствованной моделью приемника Trimble Catalyst DA1. В нем реализована похожая концепция — внешняя

антенна передает данные на смартфон или планшет пользователя, а установленное на них программное обеспечение вычисляет координаты различного уровня точности (60, 30, 10 или 1 см — в зависимости от приобретенной подписки на сервис Trimble Catalyst).

Однако Trimble Catalyst DA2 имеет ряд существенных отличий от Catalyst DA1. Связь между приемником-антенной DA2 и устройством управления осуществляется не по кабелю, а по Bluetooth, благодаря чему стало возможным подключение практически любого смартфона, работающего под управлением как Android, так и iOS. Кроме того, приемник оснащен уникальным запатентованным RTK-процессором Trimble ProPoint, позволяющим получать точные координаты в сложных условиях приема сигналов спутников ГНСС. Корпус приемника-антенны небольшого размера: диаметр — 13 см, а высота — 6 см.

Новый приемник использует в решении спутники всех глобальных и региональных соз-

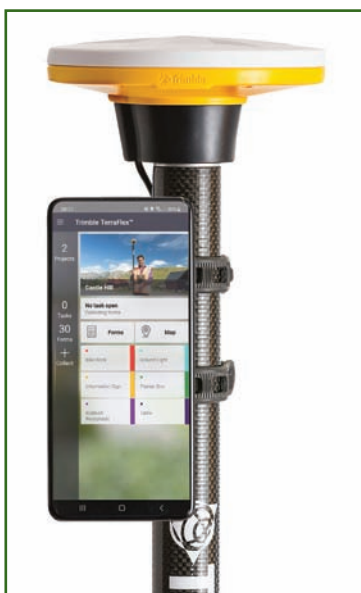
вездий, в том числе сигналы GPS в диапазоне L5, принимает дифференциальные коррекции различных форматов (NTRIP, VRS, RTCM 3.x, CMRx), а также Trimble RTX (как по Интернет, так и от спутников). При этом типичное время сходимости решения сантиметровой точности не превышает трех минут даже в режиме RTX без использования базовых станций.

К существующим ранее почасовым подпискам или на месяц добавлена годовая подписка на сервисы Catalyst любого из четырех уровней точности. Подписка привязывается не к приемнику ГНСС, а к учетной записи пользователя.

В качестве программного обеспечения могут использоваться как приложения Trimble (Trimble TerraFlex, Trimble Penmap), так и любые другие приложения с использованием служб геолокации.

С более подробной информацией можно ознакомиться на сайте <http://trimble.club>.

**По информации
компании Trimble**



▼ Новое оборудование RIEGL на выставке INTERGEO 2021

Миниатюрный и легкий (1,55 кг) сканер **miniVUX-1LR** для онлайн-обработки сигналов лазерных отражений позволяет выполнять сканирование с беспилотных воздушных судов (БВС) при высоте полета до 250 м с диапазоном измерения высот рельефа до 500 м. Он имеет поле зрения 360°, частоту повторения лазерных импульсов 100 кГц и возможность интеграции с одной или двумя камерами. Благодаря увеличению дальности измерений, сканер позволяет выполнять воздушное сканирование территории со сложным рельефом, например, карьеров или участков местности с недоступными каньонами.



Сканеры **VUX-1LR²²** и **VUX-1UAV²²** являются обновлением хорошо зарекомендовавшей себя серии RIEGL VUX-1 и могут быть использованы для лазерного сканирования с пилотируемых или беспилотных воздушных судов. Это небольшие по весу и компактные приборы для онлайн-обработки сигналов с полем зрения сканирования 360°. Для **VUX-1LR²²** частота повторения лазерных импульсов увеличена до 1500 кГц, а для **VUX-1UAV²²** — до 1200 кГц. Это позволяет **VUX-1LR²²** измерять расстояния до 1845 м при рабочей высоте полета до 1050 м, а **VUX-1UAV²²** — до 1415 м при рабочей высоте полета до 800 м.

Уменьшены и минимальные дальности измерения расстоя-

ний, что позволяют захватывать более близкие цели. Количество камер для интеграции увеличилось до 4 штук, что открывает дополнительные возможности.

VQX-1 Wing Pod представляет собой свободно конфигурируемую, полностью интегрированную аэросъемочную платформу с удобной и простой установкой на самолетах с неподвижным крылом.

Новая универсальная платформа предназначена для размещения одного лазерного сканера RIEGL (VQ-480II, VQ-580II, VUX-240 или VQ-840-G), а также до трех камер с высоким разрешением, например, Phase One iXM-100, и измерительного блока ГНСС + ИНС, например, Applanix AP60.

VMY-1 — универсальная система мобильного сканирования с одним сканером минимальных размеров и весом около 8 кг для наземного мобильного картографирования. Система включает лазерный сканер серии RIEGL miniVUX, который обеспечивает 100 строк развертки в секунду и частоту повторения импульсов до 200 кГц. Опционально можно интегрировать до четырех камер. Инновационная конструкция системы обеспечивает ее удобную транспортировку и компактное хранение.

Для мобильного лазерного сканирования также предназначен новый лазерный сканер **VUX-1HA²²** с увеличенной частотой повторения лазерных импульсов до 1800 кГц и результирующей скоростью измерений до 1 800 000 измерений в секунду, что обеспечивает высокую производительность наземного мобильного картографирования. Таким образом, система мобильного сканирования **VMX-2HA** с двумя сканерами **VUX-1HA²²** теперь предоставляет данные с чрезвычайно малым интервалом между точками ска-



нирования и высокой плотностью точек лазерных отражений, т. е. позволяет создавать облака точек высокого качества.

В состав новой роботизированной системы лазерного сканирования **VMR** для железных дорог включен наземный лазерный сканер RIEGL VZ-400i, широко используемый при высокодетализированной съемке на строительных площадках. Сканер VZ-400i предоставляет данные сканирования с высоким разрешением. В режиме Stop & Go он выполняет до 50 сканов в час. Отдельные сканы регистрируются автоматически с высокой точностью. При желании параллельно снимаются откалиброванные цифровые фотоизображения с высоким разрешением.

Облака точек с пространственной геопривязкой, полученные роботизированной системой лазерного сканирования **VMR**, могут экспортироваться в специализированные программы. После обработки они используются для решения различных задач, например, для проверки расстояния между железнодорожными путями или съемки железнодорожных туннелей, включая туннели метро.

С более подробной информацией можно ознакомиться на сайте <https://art-geo.ru>.

По информации компании «АртГео»

NEW

RIEGL VMR



RIEGL VMR чрезвычайно компактное и надежное роботизированное решение для выполнения геодезической съемки железных дорог.

Сенсорная часть системы - лазерный сканер *RIEGL VZ-400i* обеспечивает сканирование данных с высоким разрешением. В режиме *Stop & Go* он выполняет до 50 сканирований в час. Эти отдельные позиции сканирования регистрируются в системе с высокой точностью в полностью автоматическом режиме. Параллельно можно получить откалиброванные снимки высокого разрешения. Облако точек с географической привязкой может быть подготовлено для экспорта в стороннее программное обеспечение для дальнейшей обработки и анализа.



Роботизированная лазерная сканирующая система для железных дорог

Области применения

- Проверка железнодорожного полотна
- Обследование железнодорожной инфраструктуры
- Планирование и проектирование железных дорог
- Съемка железнодорожных туннелей и метро
- Высокоточная детальная съемка строительных площадок
- Сбор данных для создания карт и планов



Официальный эксклюзивный дистрибьютор

Телефон: +7 (495) 781 78 88

E-mail: info@art-geo.ru

www.art-geo.ru, www.riegl.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ В РЕЖИМАХ STATIC ОТНОСИТЕЛЬНО ПУНКТОВ IGS И PPP STATIC

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.

В работах [1] и [2] были выполнены исследования возможностей программы RTKLib ver.2.4.2 при обработке спутниковых измерений методом точного позиционирования Precise Point Positioning (PPP) и влияния на точность определения пространственных координат этим методом точности параметров эфемерид и поправок часов спутников GPS и ГЛОНАСС, предоставляемых различными ресурсами.

Важной задачей является исследование влияния продолжительности спутниковых измерений и длительности цикла измерений на точность определения координат методом PPP.

Целью данного исследования является определение:

1. Продолжительности спутниковых измерений, при которой точность определения координат в режиме PPP Static будет не хуже, чем в режиме Static, относительно пунктов IGS.

2. Влияния длительности цикла измерений на точность определения координат.

Спутниковые измерения выполнялись многочастотным геодезическим спутниковым приемником GEON G2 [3] на пункте K1 непрерывно в течение 14 дней: с 9:00 27 ноября до 14:00 11 декабря 2020 г. по московскому времени, в режиме «стати-

ка» с регистрацией сигналов GPS и ГЛОНАСС, с длительностью цикла измерений 1 с и маской угла возвышения спутников 10° .

Спутниковый геодезический приемник GEON G2 имеет модуль обработки сигналов спутников Trimble Maxwell 6 Custom Survey GNSS.

Пункт K1 представляет собой металлическую стойку высотой 30 см, закрепленную на магнитном трехопорном основании, установленном вблизи края плоской крыши двухэтажного здания, расположенного в Дмитровогорском сельском поселении, в районе деревни Новое Домкино Конаковского района Тверской области. Условия для спутниковых измерений на пункте можно считать благоприятными. Высота опорной точки антенны (ARP — antenna reference point) была принята за ноль.

Исследование было выполнено в следующей последовательности.

1. Из открытых ресурсов Информационно-аналитического центра координатно-временного и навигационного обеспечения (ИАЦ КВНО) АО «ЦНИИмаш» [4], Международной службы ГНСС (International GNSS Service — IGS) [5] и Центра определения орбит постоянными станциями (Scripps Orbit and Permanent Array Centre — SOPAC)

[6] были получены «сырые» данные спутниковых измерений 8 пунктов IGS: MOBN (г. Обнинск, Калужская область, Россия), ARTU (пгт. Арти, Свердловская область, Россия), MDVJ (пгт. Менделеево, Московская область, Россия), ZECK (Зеленчукский район, Карачаево-Черкесская Республика, Россия), POLV (г. Полтава, Украина), RIGA (г. Рига, Латвия), SVTL (п. Светлое, Ленинградская область, Россия), GLSV (г. Киев, Украина). Описание аппаратуры, внешний вид пунктов и другую информацию можно найти на карте сети станций IGS (<https://www.igs.org/network/#station-map-list>). Длительность цикла измерений на пунктах IGS составляет 30 с.

2. Фиксированные координаты станций IGS, заданные с высокой точностью в системе WGS-84, были получены из открытого ресурса SOPAC [6].

3. Из открытого ресурса ИАЦ КВНО [4] были получены Final (финальные) эфемериды и поправки часов спутников.

4. Выполнена обработка в программе RTKLib ver.2.4.2 в режиме Static [7] спутниковых измерений продолжительностью 14 суток и с длительностью цикла измерений 1 с. Определены координаты пункта K1 относительно каждого из 8 пунктов IGS.

При обработке использовались следующие данные:

- файлы с данными наблюдений и файлы навигационных данных для спутников GPS и ГЛО-НАСС в формате RINEX;

- файлы точных эфемерид в формате SP3;

- файл в формате ANTEX, содержащий параметры антенн приемников.

Следует отметить, что без файла точных эфемерид программа RTKLib не будет учитывать тип антенны.

Как указано в работе [1], файлы навигационных данных должны быть размещены в одной директории с файлами 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.

При обработке использовались следующие настройки:

- Interval (интервал обработки измерений) — 30 с (секунд);

- Frequencies (частоты) — L1+2+5;

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

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

- SNR Mask (маска отношения сигнал/шум) — только для базовой станции 35 dBHz;

- Ionosphere Correction (ионосферная коррекция) —

- Iono-Free LC (линейные комбинации, свободные от влияния ионосферы);

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

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

- RAIM FDE (обнаружение и исключение ошибок при автономном контроле целостности приемника);

- GPS и GLONASS (используемые сигналы спутников навигационных систем);

- Integer Ambiguity Res (целочисленное разрешение многозначности) — OFF (без разрешения многозначности).

Включение функции разрешения многозначности привело к неудовлетворительным результатам фиксированных решений, результаты без этой функции имеют плавающее решение, но обладают маленькой дисперсией. Эта особенность отмечена автором при обработке базовых линий большой длины.

5. В конверторе ToRinex4 прежены с интервалом 30 с «сырые» данные спутниковых измерений, полученные приемником GEON G2 на пункте K1. Таким образом, длительность цикла измерений составила 30 с. Выполнена обработка в

режиме Static спутниковых измерений продолжительностью 14 суток и с длительностью цикла измерений 30 с. Определены координаты пункта K1 относительно каждого из 8 пунктов IGS. При обработке использовались идентичные приведенным выше настройки режима Static программы RTKLib.

6. Из результатов обработки в пунктах 4 и 5 были отобраны решения, обладающие наименьшей дисперсией. В программе MS Excel вычислены средние значения координат пункта K1, отклонения от среднего значения (табл. 1) и по формуле Бесселя средняя квадратическая ошибка (СКО) определения координат относительно 8 пунктов IGS, которая составила 5 мм в плане и 9 мм по высоте. Средние значения координат в дальнейших исследованиях были приняты за истинные.

7. Из-за большой продолжительности вычислительного процесса были выбраны три пункта IGS, для которых выполнена оценка точности определения координат пункта K1 в режиме Static: MOBN, RIGA и ARTU.

Выполнена обработка в режиме Static спутниковых измерений с продолжительностью периода обработки 0,5; 1; 3; 6; 12; 24 ч и с длительностью цикла измерений 1 с и 30 с. Определены координаты пункта K1 относительно каждого из трех

Отклонения от среднего значения координат пункта K1, полученных из результатов обработки спутниковых измерений продолжительностью 14 суток в режиме Static относительно 8 пунктов IGS

Таблица 1

Наименование базового пункта IGS	Отклонения от среднего значения		Длина базовой линии, м	Длительность цикла измерений на пункте K1, с
	В плане, мм	По высоте, мм		
MDVJ	2	15	79,0	1
MOBN	1	-2	182,6	1
SVTL	4	11	599,3	1
RIGA	5	-2	794,4	1
POLV	3	-4	810,5	30
GLSV	0	-13	831,1	30
ARTU	10	-4	1311,9	1
ZECK	3	-2	1470,2	30

пунктов IGS. При обработке использовались идентичные приведенные выше настройки режима Static программы RTKLib.

Программа RTKLib выполняет обработку с заданной продолжительностью периода обработки, но записывает результат в один файл. По этой причине автором была написана программа на языке Python v3.3.3, которая формирует отдельные файлы заданной продолжительности и вычисляет среднее значение координат.

В программе MS Excel вычислены отклонения координат пункта K1 от принятых за истинные и по формуле Гаусса СКО определения координат относительно каждого из трех пунктов IGS (табл. 2).

8. Выполнена обработка в программе RTKLib в режиме PPP Static [7] спутниковых измерений продолжительностью 14 суток целиком и с периодом обработки 0,5; 1; 3; 6; 12; 24 ч и с длительностью цикла измерений 1 с и 30 с. Использованные данные, настройки режима PPP

Static, за исключением типа антенны, аналогичны приведенным в работе [1]. В программе MS Excel вычислены отклонения координат пункта K1 от приня-

тых за истинные и по формуле Гаусса СКО определения координат (табл. 2).

Отклонения координат пункта K1 от принятых за истинные для

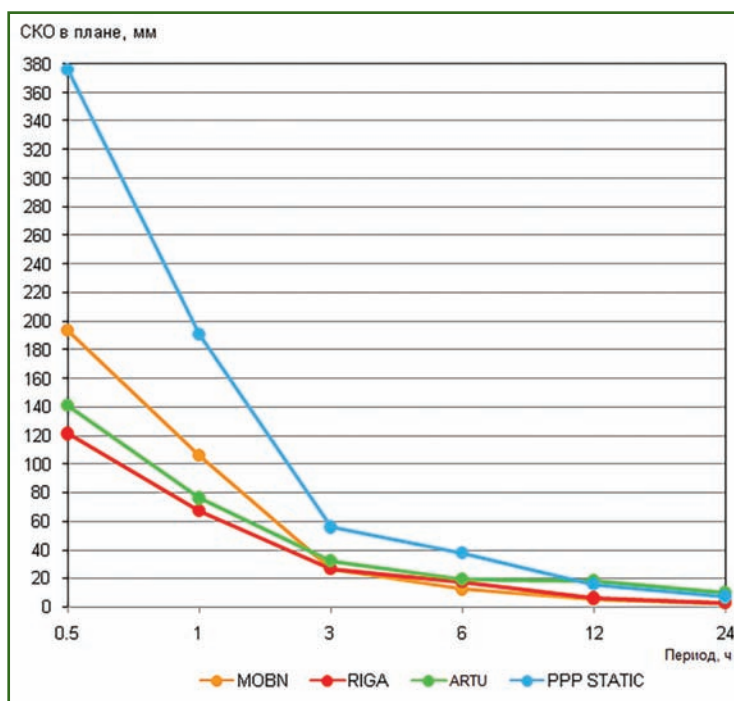


Рис. 1
СКО в плане при длительности цикла измерений 1 с в режимах Static относительно трех пунктов IGS и PPP Static

СКО определения координат пункта K1, полученных из результатов обработки спутниковых измерений при разной продолжительности и длительности цикла измерений в режимах Static относительно трех пунктов IGS и PPP Static

Таблица 2

Продолжительность измерений, ч	MOBN		STATIC RIGA		ARTU		PPP STATIC	
	в плане, мм	по высоте, мм	в плане, мм	по высоте, мм	в плане, мм	по высоте, мм	в плане, мм	по высоте, мм
<i>Длительность цикла измерений 1 с</i>								
0,5	194	129	121	93	141	115	376	177
1	106	63	67	43	76	62	191	81
3	27	14	27	22	32	33	56	29
6	12	9	18	15	19	22	38	16
12	6	6	6	13	18	13	16	12
24	3	5	2	7	10	4	7	6
<i>Длительность цикла измерений 30 с</i>								
0,5	203	162	151	171	175	232	353	260
1	113	95	77	81	130	168	172	110
3	27	22	33	36	41	72	52	40
6	12	15	23	25	28	54	36	25
12	8	12	13	21	24	33	22	20
24	6	10	9	10	14	23	14	15

измерений продолжительностью 14 суток, обработанных в режиме PPP Static, составили при длительности цикла измерений:

- 1 с — 9 мм в плане и –2 мм по высоте;
- 30 с — 14 мм в плане и +8 мм по высоте.

При продолжительности спутниковых измерений 12 ч и длительности цикла измерений 1 с СКО определения планового положения пункта K1 в режиме PPP Static составила 16 мм, что меньше, чем СКО в режиме Static относительно пункта ARTU (рис. 1).

При продолжительности спутниковых измерений 6 ч и длительности цикла измерений 1 с СКО определения высоты пункта K1 в режиме PPP Static составила 16 мм, что меньше, чем СКО в режиме Static относительно пункта ARTU (рис. 2).

При длительности цикла измерений 30 с в сравнении с циклом 1 с: в режиме Static относительно пунктов IGS СКО больше в среднем на 49% в плане и на 110% по высоте; в режиме PPP Static СКО по высоте больше в среднем на 63%, при продолжительности измерений менее 6 ч СКО в плане меньше в среднем на 7% (рис. 3 и 4).

В работе [1] продолжительность спутниковых измерений составила 5 суток, длительность цикла измерений — 30 с, использовались Final (финальные) эфемериды и поправки часов спутников из открытого ресурса ИАЦ КВНО [4]. Среднее по четырем пунктам геодезического полигона «Ледово» абсолютное отклонение координат, полученных из обработки 5-суточных измерений в режиме PPP Static, составило 16 мм в плане и 9 мм по высоте. Средняя по четырем пунктам СКО координат, полученных из обработки 12-часовых измерений, составила 21 мм в плане и 18 мм по высоте. Результаты в работе [1] очень хорошо согласуются с результатами, полученными в настоящей работе, а именно, при

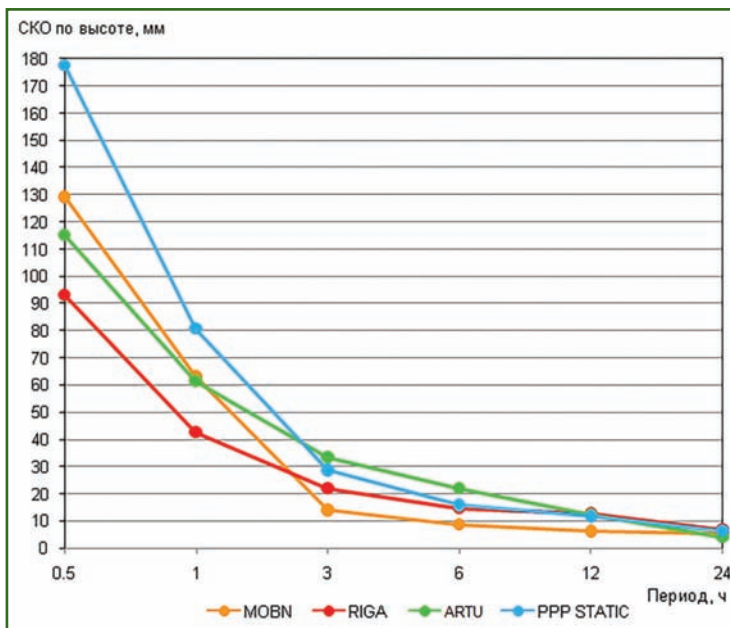


Рис. 2

СКО по высоте при длительности цикла измерений 1 с в режимах Static относительно трех пунктов IGS и PPP Static

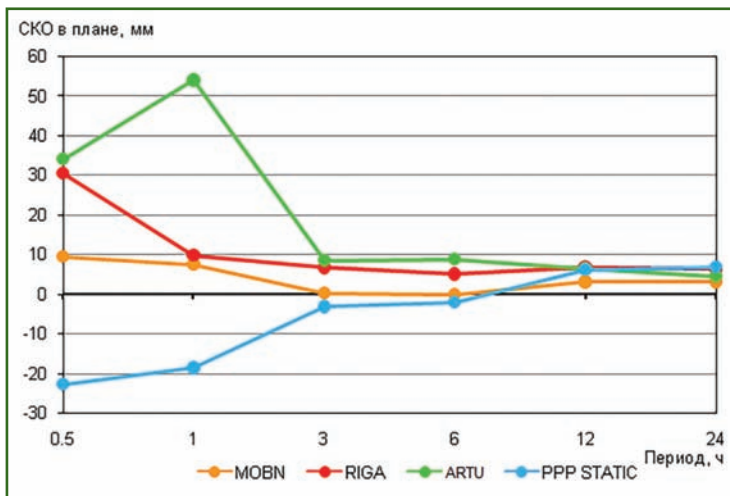


Рис. 3

Разности между СКО в плане при длительности цикла измерений 30 с и 1 с в режимах Static относительно трех пунктов IGS и PPP Static

продолжительности спутниковых измерений 12 ч и длительности цикла измерений 30 с СКО определения координат пункта K1 в режиме PPP Static составила 22 мм в плане и 20 мм по высоте; отклонения координат пункта K1 от принятых за истинные для измерений продолжительностью 14 суток и длительности цикла измерений 30 с составили 14 мм в плане и +8 мм по высоте.

В работе [8] приведены средние СКО координат, полученных из обработки спутниковых измерений за 4 дня 2007 г. на 5 пунктах IGS в программе GrafNav 8.10. «Сырые» данные и фиксированные координаты пунктов IGS были получены из открытого ресурса SOPAC, длительность цикла измерений для таких данных составляет 30 с. Файлы финальных точных эфемерид и поправок часов спутников были

СКО определения координат, полученных из результатов обработки программами GrafNav 8.10 и RTKLib ver.2.4.2 спутниковых измерений при разной продолжительности и длительности цикла измерений в режиме PPP Static

Таблица 3

Длительность цикла измерений, с Продолжительность измерений, ч	30 GrafNav 8.10		30 RTKLib ver.2.4.2		1 RTKLib ver.2.4.2	
	в плане, мм	по высоте, мм	в плане, мм	по высоте, мм	в плане, мм	по высоте, мм
1	65	63	172	110	191	81
3	22	29	52	40	56	29
6	13	24	36	25	38	16
12	9	20	22	20	16	12
24	7	16	14	15	7	6

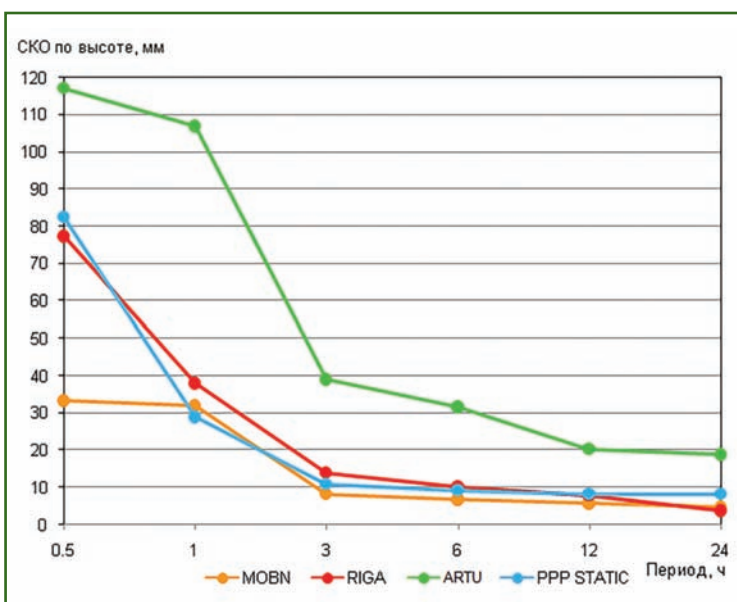


Рис. 4
Разности между СКО по высоте при длительности цикла измерений 30 с и 1 с в режимах Static относительно трех пунктов IGS и PPP Static

скачаны через интерфейс программы GrafNav с ресурса <ftp://cddis.nasa.gov>. В табл. 3 приведено сравнение СКО координат, полученных из обработки спутниковых измерений разной продолжительности при длительности цикла измерений 30 с и 1 с в режиме PPP Static программы GrafNav 8.10 и RTKLib ver.2.4.2.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. При благоприятных условиях для спутниковых измерений с использованием многочастотного геодезического спутникового приемника продолжи-

тельность спутниковых измерений, при которой точность определения координат в режиме PPP Static будет не хуже, чем в режиме Static, относительно пунктов IGS, составляет 12 часов.

2. В сравнении с циклом спутниковых измерений 30 с при использовании измерений длительностью цикла 1 с: увеличивается точность определения координат в режиме Static относительно пунктов IGS; в режиме PPP Static увеличивается точность по высоте, в плане точность увеличивается при продолжительности измерений 12 и более часов. Стоит отметить, что

интервал обработки измерений в настройках программы RTKLib в обоих случаях составляет 30 с.

3. В сравнении с программой GrafNav 8.10 результаты обработки в режиме PPP Static при длительности цикла измерений 30 с в программе RTKLib ver.2.4.2 обладают меньшей точностью, но точность по высоте при продолжительности измерений 6 часов и более приблизительно равна.

▼ Список литературы

1. Афанасьев В.Ю. Оценка точности решения в режиме PPP Static в программе RTKLib // Геопрофи. — 2020. — № 2. — С. 44–47.
2. Афанасьев В.Ю. Обработка измерений в режиме PPP Static при разных эфемеридах и поправках часов спутников GPS и ГЛОНАСС // Геопрофи. — 2020. — № 6. — С. 53–56.
3. ГНСС-приемники спутниковые геодезические многочастотные GEON G2. — <https://all-pribors.ru/opisanie/62985-16-geon-g2-73080#info>.
4. Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения АО «ЦНИИмаш». — <ftp://ftp.glonass-iac.ru>.
5. International GNSS Service. — <ftp://igs.ign.fr/pub/igs/data>.
6. Scripps Orbit and Permanent Array Centre. — <http://sopac-csrc.ucsd.edu>.
7. T. Takasu. RTKLIB ver. 2.4.2 Manual, 2013.
8. Static Precise Point Positioning Accuracy in GrafNav 8.10 / Waypoint Products Group, NovAtel Inc. January 2008.

ОПЫТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В МИИГАиК НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА C++

В.Р. Заблоцкий (МИИГАиК)

В 1976 г. окончил факультет почвоведения Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова по специальности «почвовед — агрохимик». После окончания университета работал во ВНИЦ «АИУС-агроресурсы». С 1999 г. работает в МИИГАиК, в настоящее время — доцент. Кандидат биологических наук.

В течение последних десяти лет в Московском университете геодезии и картографии (МИИГАиК) реализуется программа обучения программированию на C++ студентов по направлениям подготовки, связанным с геодезией и картографией [1]. Все примеры и программы содержат решение тех или иных практических задач в области геодезии и картографии, изучаемых студентами младших курсов. Это является отличительной чертой данного курса от других курсов программирования, представленных, например, в учебниках [2–5].

Пандемия COVID-19 оказала существенное влияние на обучение программированию студентов МИИГАиК. Так, весной 2020 г. учебный процесс в Московском университете геодезии и картографии был переведен на дистанционный формат, в результате чего учебный семестр и экзаменационная сессия прошли также в дистанционном виде. В первой и второй половине 2021 г. уже широко использовалась система смешанного обучения, при которой занятия в очном режиме чередовались с занятиями в режиме онлайн (online), т. е. дистанционном.

Опыт работы в дистанционном и смешанном режимах позволяет сформулировать важные особенности учебного процесса в этих условиях. Существенно возросла роль видеолекций в учебном процессе, и теперь это является неоспоримым фактом. Многие преподаватели готовили свои лекции в формате видеолекций. Для этой цели использовались такие программы как Zoom, Mind, Moodle. Программы Zoom и Mind позволяют проводить видеолекции как в интерактивном режиме, так и в режиме предварительной записи на диск компьютера. Учебные курсы на основе видеолекций оказывают существенную помощь студентам в освоении материалов. В настоящее время процесс подготовки и записи видеолекций продолжается, и база данных наполняется лекционными материалами по всем учебным курсам.

▼ Сравнительный анализ лекционных занятий в аудитории и видеолекций

Если сравнить видеолекции и традиционные лекции в эффективности и удобстве получения знаний, то окажется, что не всегда очные занятия занимают лидирующее положение. Существенным недостатком боль-

ших залов, в которых проводятся традиционные лекции, является то, что не все посадочные места для студентов равноценны. Всегда в аудиториях найдутся места, расположенные далеко от доски, от экрана, или неудобные по каким-то другим причинам. Это не позволяет учащимся, занимающим такие места, полноценно воспринимать материал. Шум в лекционном зале, наличие активного соседа или соседки значительно уменьшают эффективность процесса усвоения знаний. В этом случае видеолекции обладают значительными преимуществами, поскольку позволяют студенту выбрать подходящее время для восприятия нового материала, чтобы качественно его усвоить. С помощью видеолекций можно получать знания, находясь в комфортной обстановке и в любое удобное время.

Изучая учебный курс с помощью видеолекций, можно остановить запись в любой момент, например, чтобы лучше понять какой-то сложный вопрос, обдумать и разобраться в нем более детально. Не секрет, что значительный объем информации, излагаемый лектором, утомляет студентов и делает усвоение учебного материала к концу лекции поверхностным и

малозффективным. Видео с лекцией можно остановить, сделать перерыв и продолжить изучение материала. Курс лекций, записанный на видео, можно использовать многократно, например, для подготовки к семинарским занятиям, или повторно просмотреть в конце учебного курса, чтобы вспомнить перед сдачей экзамена.

Видеолекция дает возможность студенту найти ответы на возникающие вопросы сразу же при их появлении, не дожидаясь ее окончания, как это часто бывает на традиционных занятиях. Это важно, поскольку можно эффективно следовать за логической цепочкой, выстраиваемой лектором, и не потерять связующую нить лекции. Отметим также, что лекции даже опытного преподавателя могут содержать погрешности и излишние технические моменты. Такие малозначимые фрагменты можно удалить из видеолекции в ходе монтажа, что делает ее более последовательной и доступной для восприятия слушателями.

Однако дистанционное обучение имеет и ряд недостатков. Самый главный из них — отсутствие «живого общения» преподавателя со студентами.

Очень остро стоит вопрос — **каким способом преподаватель может контролировать процесс изучения учебного материала студентом?** Например, лектор может попросить студентов сделать конспект по материалам видеолекций в традиционной бумажной форме, ответить на ряд вопросов и переслать ему по электронной почте копию этого материала для проверки. Очевидно, что такой способ проверки знаний более трудоемкий как для преподавателя, так и для студентов, в отличие от устной беседы.

Использование компьютерных программ, например, Moodle, позволяет проводить



Доцент В.Р. Заблоцкий на практическом занятии по информатике со студентами факультета прикладной космонавтики и фотограмметрии МИИГАиК, 2019 г.

тестирование и оценку домашних работ в автоматизированном режиме. Однако для таких программ необходимо иметь предварительно подготовленный набор вопросов и заданий в формате электронных документов. Если ссылки на такие задания разместить рядом со ссылкой на курс видеолекции, это позволит студентам проверить свои знания в ходе прослушивания видеолекции и освободит преподавателя от рутинной работы по проверке домашних заданий. Также программы тестирования и контроля могут накапливать оценки, полученные студентами, в процессе обучения и использоваться при проведении экзаменов в дистанционном режиме.

Программы тестирования уменьшают излишнюю напряженность между студентом и преподавателем и при правильном наборе вопросов и заданий позволяют проводить адекватную оценку знаний, полученных студентами. В случае использования автоматизированных систем оценки знаний потребуются достаточно часто загружать в систему новые тесты и вопросы, чтобы исключить списывание, при котором ответы на

вопросы просто копируются из одного файла и вставляются в другой.

Отметим особенность работы преподавателя в учебных группах, в которых количество студентов превышает двадцать человек и иногда достигает тридцати. Эффективная организация учебного процесса при дистанционном режиме в таких больших группах требует специальных алгоритмов. При этом возрастает роль старосты группы, поскольку преподаватель часто общается с группой через старосту. С помощью старосты преподаватель передает общие для всей группы задания, информирует студентов о результатах работ.

Обычно в целях выполнения контроля руководство учебного заведения требует, чтобы информационный поток между преподавателем и студентами осуществлялся в определенной электронной информационной среде (ЭИОС). Если в такой среде не предусмотрена видео или голосовая связь, то это серьезно осложняет работу преподавателя и уменьшает ее эффективность. Общение с учебной группой посредством электронной поч-

ты требует от преподавателя тщательной подготовки текста электронных писем, которые должны быть информативными, короткими и достаточно строгими.

В дистанционном или смешанном образовательном процессе реализуются три основных составляющих: лекции, практические занятия и экзамены или оценка знаний, полученных студентами. Что касается обучения программированию на C++ в МИИГАиК, то лекции и практические занятия оказались в меньшей мере зависимы от способов их проведения, по сравнению с экзаменами. Действительно, в настоящее время трудно определить, какие лекции более эффективны: очные или дистанционные. Часто дистанционные лекции при современном техническом обеспечении не уступают по качеству лекциям в потоковых аудиториях, а иногда даже превосходят их по ряду важных параметров. Аналогичная ситуация имеет место и с практическими занятиями в компьютерных классах. Очевидно, что у студента нет особой необходимости выполнять задания по программированию, находясь в учебной аудитории вместе со всей группой. Вполне возможно сделать

это дома на персональном ПК или ноутбуке. Однако, если отмеченные выше две составляющие образовательного процесса можно достаточно быстро перевести на дистанционный режим, то технология проведения дистанционного экзамена все еще нуждается в доработке.

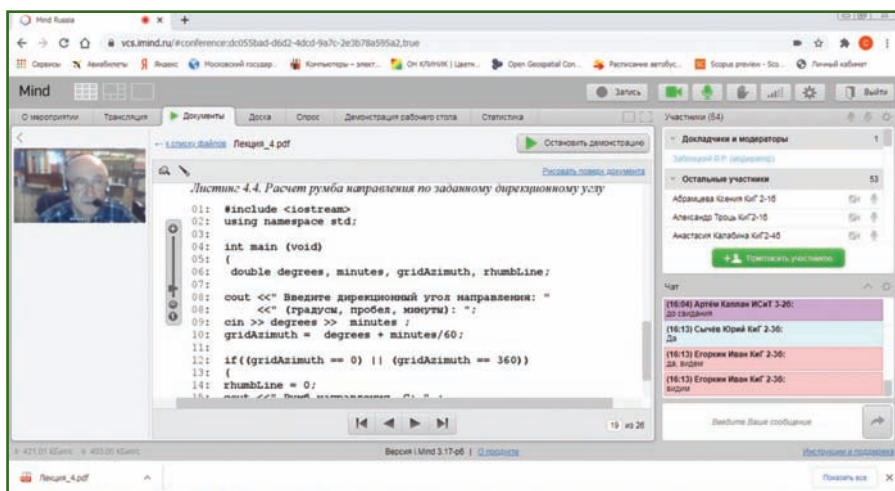
▼ Оценка знаний студентов дистанционно

Проведение экзаменов и зачетов само по себе является сложным педагогическим процессом. И сейчас, в условиях пандемии, это, наверное, наиболее проблемная часть учебного процесса. Рассмотрим часто встречающийся на практике вариант дистанционного экзамена. На этом примере изучим трудности и недостатки классического экзамена, реализуемого в дистанционном варианте.

Технология такого экзамена может быть следующей. В заранее оговоренное время, например, в 9:00, студент получает от преподавателя письмо по электронной почте с номером экзаменационного билета. Студент обращается на сайт кафедры, на котором находятся экзаменационные билеты, и скачивает билет на свой компьютер. В течение примерно одного часа

студент, сдающий экзамен, отвечает на вопросы, записывая ответы ручкой на бумаге. На заключительном этапе экзамена он фотографирует ответы, собирает фотографии в один файл в формате PDF и отправляет его преподавателю. Чтобы легче было работать с файлами, студентов просят называть файл собственным именем и фамилией, а иногда указывать номер группы. Преподаватель, просматривая файл, знакомится с ответами, проверяет решение упражнений и оценивает знания студента.

В описанной выше технологии сдачи экзамена дистанционно имеются серьезные недостатки. Перечислим некоторые из них. Во время экзамена студенты имеют практически свободный доступ к сети Интернет, поэтому возникает соблазн найти ответы там. Преподавателю чрезвычайно сложно контролировать процесс подготовки ответа студентами, особенно если учебная группа состоит из 20 и более человек. Даже на большом экране ПК может поместиться малое число окон с видеоизображениями студентов, готовящих ответы на экзаменационные билеты. Эти окна имеют небольшие размеры и соответственно характеризуются малым разрешением изображения. Дистанционный контроль за выполнением заданий во время экзамена оставляет желать лучшего. Такие факторы, как освещенность комнаты и рабочего места студента оказывают существенное влияние на качество видеоизображения. Недостаток освещения ухудшает качество изображения, также как и избыток яркого света. Конечно, можно заранее оповестить студентов об особенностях освещения рабочего места, однако в больших учебных группах контролировать выполнение таких договоренностей



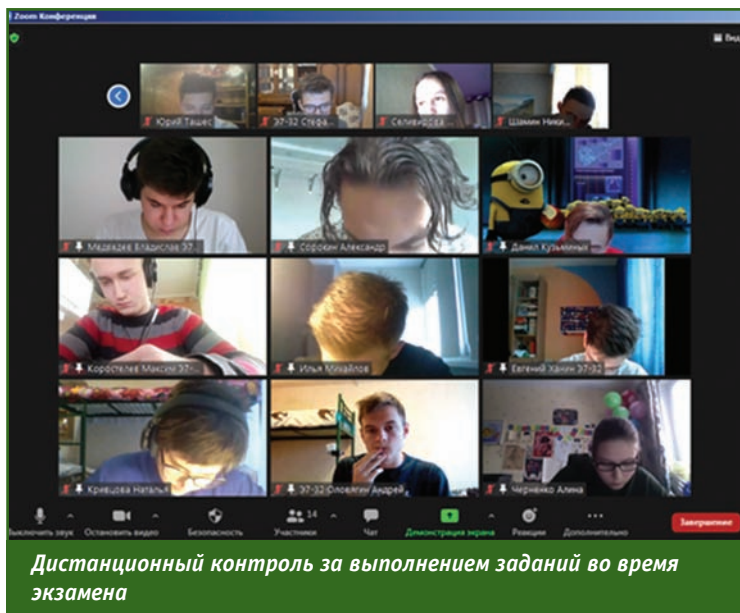
Доцент В.Р. Заблоцкий читает лекцию по информатике в дистанционном режиме студентам факультета прикладной космонавтики и фотограмметрии МИИГАиК, 2021 г.

сложно. Преподаватель не должен отвлекать студентов при подготовке ответов по билету, необходимо давать им возможность сосредоточиться на экзамене.

Часто в процессе работы студент частично выходит из видеокadra, например, в кадре остается только «верхушка» головы студента. Многие студенты пользуются во время экзамена наушниками для общения с преподавателем, чтобы не отвлекать окружающих. Что в это время может слушать студент, преподавателю не известно.

Описанная выше технология проведения дистанционного экзамена не является эффективной, поскольку зависит от выполнения многих условий и требует проверки их выполнения. Таким образом, используя данную схему проведения экзамена, сложно обеспечить объективную оценку знаний студентов. Проблема здесь заключается еще в том, что в данном случае экзамен включает две трудно соединяемые технологии: традиционную, проверенную десятилетиями, с использованием экзаменационных билетов и современную информационную.

Оказывается, эти две технологии трудно объединить с целью проведения экзамена. Выход из сложившейся ситуации, вероятно, заключается в отказе от старой методики и в полном переходе на новую информационную технологию. Очевидно, что экзамен с билетами предполагает наличие возможности длительного размышления и подготовки письменного ответа. Однако наличие у экзаменуемого ПК с выходом в Интернет и относительно большого времени на подготовку ответов приводит к тому, что самостоятельная работа студента может оказаться под большим вопросом. А раз так,



поскольку нет возможности провести дистанционный экзамен без сети Интернет, следует отказаться от длительной подготовки ответов и записи их на бумагу.

Вместо экзаменационных билетов следует пользоваться тестированием в режиме онлайн. В настоящее время компьютерное тестирование хорошо известно и часто применяется. Особенность такого метода заключается в оперативности его проведения, поскольку программа тестирования может задавать определенный темп экзамена, при котором нет времени искать ответы в сети Интернет. Чтобы поддерживать оптимальный темп тестирования, каждый вопрос должен сопровождаться набором ответов. Задача студента — выбрать правильный ответ из предоставляемого набора. Важное преимущество проведения экзамена в виде онлайн тестирования заключается в том, что экзаменуемый не имеет свободного времени, чтобы найти ответы на вопросы в сети Интернет.

Какие требования следует предъявлять к онлайн тестированию и программному обеспечению для проведения

дистанционного экзамена?

Удобно, если количество предлагаемых ответов на вопрос не является чрезмерно большим, например, не более пяти вариантов. Часто оказывается вполне достаточно всего четырех вариантов ответа. При этом вероятность случайного выбора правильного ответа составляет 25%, что вполне допустимо. Результирующую вероятность можно уменьшить, увеличив количество экзаменационных вопросов. Каждый вопрос высвечивается на экране компьютера и является активным только в течение заранее установленного времени, при котором можно ввести ответ. Выбор этого времени определяет темп экзамена. При этом после прекращения приема ответов, возможно, что вопрос еще некоторое время будет находиться на экране ПК в неактивном состоянии. Студенты должны знать продолжительность времени активности вопроса и его отображения на экране. Если выбор ответа не сделан, вопрос все равно исчезает с экрана и на его месте появляется следующий вопрос.

Экзаменационный процесс в быстром темпе требует много сил и концентрации внимания,

поэтому время проведения экзамена в режиме онлайн, вероятно, следует сократить до 30–45 минут. Можно разделить тестирование на несколько этапов, проводимых отдельно друг от друга по времени. Программа тестирования должна уметь в автоматическом режиме: оценивать результаты работы, подсчитывать количество баллов, полученных студентом, время, затраченное на выполнение работы, ценность выбранных ответов. В этом случае преподаватель будет затрачивать время не на оценку результатов тестирования, а на подготовку наиболее адекватных вопросов и ответов по прочитанному курсу лекций.

Каким дополнительным функционалом должна обладать программа для проведения дистанционных экзаменов в форме онлайн тестирования? Желательно, чтобы программа для тестирования во время работы занимала экран ПК полностью и не оставляла свободного места для окна с подсказками. Некоторые программы для проведения тестирования обладают функцией автоматического слежения за глазами (зрачками) экзаменуемого студента и могут обеспечить необходимое качество дистанционного экзамена. Если программа следит за глазами студента, можно быть уверенным в том, что экзаменуемый не отрывал глаз от экрана с вопросами для списывания ответа с другого устройства, например с экрана ПК, смартфона или планшета.

Какие трудности подстерегают преподавателя при дистанционной форме обучения студентов? Проблема, с которой сталкивается преподаватель, обучающий студентов, в частности, программированию, заключается в опасности «потерять отстающих студентов». Не секрет, что в программирова-

нии на С++ сложнее всего сделать первые шаги, разобраться как установить компилятор, как написать и запустить программу, как найти и исправить ошибки. При дистанционном обучении эти трудности существенно возрастают для студентов, которые начинают программировать с нуля. Поэтому преподаватель должен обращать особое внимание именно на отстающих студентов.

В заключение следует отметить, что выполненный анализ опыта смешанного обучения (когда учебный процесс осуществляется по традиционной схеме и дистанционно) программированию С++ в МИИГАиК свидетельствует о том, что такой формат обучения можно использовать в течение довольно длительного времени, например учебного семестра или учебного года. Что касается программирования, то не выявлено никаких серьезных причин, делающих невозможным дистанционное обучение студентов программированию на С++. Более того, иногда материал, представленный для самостоятельного изучения в виде видеолекций, усваивается студентами лучше и эффективнее по сравнению с материалом, излагаемым лектором в потоковой аудитории.

Примерно такая же ситуация имеет место и с практическими занятиями по программированию на С++. Нет важных причин для того, чтобы студенты выполняли задания по программированию, находясь в учебной аудитории. Вполне возможно выполнить эту работу дома на персональном ПК или ноутбуке. Современные Интернет-технологии позволяют перенести процесс обучения из аудиторий и классов в домашние условия и дают студентам возможность выбрать для себя подходящее место и время для изучения материала.

Система смешанного обучения объединяет в себе преимущества традиционного и дистанционного образования и для ряда университетских дисциплин является вполне конкурентоспособной формой обучения студентов. Опыт показал, что дистанционные лекции (видеолекции) по программированию на С++ можно с успехом использовать вместо лекций в традиционном стиле.

Однако полностью дистанционное обучение трудно реализовать для некоторых дисциплин, например, курса практической геодезии. В данном курсе, помимо теоретической информации, студенты на практических занятиях получают специальные знания — навыки работы с теодолитом, нивелиром и другим геодезическим оборудованием. Обучение практическим умениям трудно реализовать в дистанционном режиме, в этом случае без лабораторных занятий и полевых работ не обойтись. Смешанное обучение для таких дисциплин подходит наилучшим образом, поскольку вопросы теории можно рассматривать дистанционно, а практическую работу с геодезическим оборудованием изучать на очных занятиях.

▼ Список литературы

1. Заблоцкий В.Р., Клыпин И.А. Программирование на языке С++ для студентов картографов и геодезистов: прямая двукратная угловая засечка по формулам Юнга // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2019. — Т. 63. — № 4. — С. 392–399.
2. Дейтел Х., Дейтел П. Как программировать на С++. — М.: «Бином», 2008.
3. Либерти Дж. Освой самостоятельно С++. 10 минут на урок. — М.: «Вильямс», 2004.
4. Подбельский В.В. Язык С++. — М.: «Финансы и статистика», 2003.
5. Шилдт Г. С++: базовый курс. — М.: «Вильямс», 2014.



ПИОНЕР, ПИОНЕР МИНИ и ПИОНЕР МАКС –

наборы для конструирования и программирования беспилотных летательных аппаратов. Они предназначены для разных возрастов и разных задач.

Школьники:

- осваивают навыки управления,
- узнают о современных профессиях,
- программируют на языке LUA и Python,
- развиваются сразу в нескольких дисциплинах (физике, математике, информатике).

Студенты колледжей и вузов:

- отработывают теоретические знания,
- программируют на языке Python,
- решают практические задачи,
- участвуют в профессиональных конкурсах.

С ПОМОЩЬЮ ЛИНЕЙКИ
«ГЕОСКАН ПИОНЕР»
ВЫ СМОЖЕТЕ ИНТЕГРИРОВАТЬ
ПОСЛЕДНИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ
ДОСТИЖЕНИЯ В УЧЕБНЫЙ
ПРОЦЕСС



ОТ ПЕРВОКЛАССНИКА ДО АСПИРАНТА: УЧАСТИЕ КОМПАНИИ «ГЕОСКАН» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММАХ*

Группа компаний «Геоскан» производит беспилотные воздушные суда (БВС) и разрабатывает технологии для их применения не только в различных отраслях экономики, но и в образовании. Одна из задач компании — привлечь внимание молодежи к области беспилотных авиационных систем, а также участвовать в системе профориентации школьников, чтобы в производственные сферы приходило как можно больше специалистов, знакомых с беспилотными технологиями и заинтересованных в их использовании.

Условно пользователей продукции компании «Геоскан» в образовательном процессе можно разделить на две большие группы: школьники и студенты. Среди продукции, выпускаемой компанией, есть особая серия БВС — это квадрокоптеры под названием «Пионер», которые предназначены, в основном, для школьников. Профессиональные модели коптеров и самолетов, такие как «Геоскан 401» и «Геоскан 201», поставляются в колледжи и вузы.

Рассмотрим подробнее участие компании в различных образовательных программах и конкурсах профессионального мастерства.

▼ Технологии компании «Геоскан» для школьников

Серия квадрокоптеров «Пионер» состоит из трех моделей:

«Геоскан Пионер Мини», «Геоскан Пионер», и «Геоскан Пионер Макс».

«Пионер Мини» подходит для первого знакомства с беспилотными воздушными судами: его легко может собрать даже школьник младших классов, а еще им можно управлять как со смартфона через специальное приложение, так и программируя полетные задания.

Эти квадрокоптеры используются в центрах образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста», которые работают на базе общеобразовательных школ сельской местности и малых городов России. В центрах образования ребята, начиная с младших классов, учатся управлять БВС и знакомятся с основами программирования беспилотных летательных аппаратов.

«Пионер» — квадрокоптер среднего уровня. Он универсален, обладает модульной конструкцией и гибким функционалом, поэтому может использоваться в большинстве конкурсов, среди которых — «АгроНТИ», «Кибердром», «Робофинист» и «ИнтЭра». Компания «Геоскан» разрабатывает задания для конкурсов, поставляет оборудование, ее сотрудники читают лекции и проводят мастер-классы.

Задания для школьников бывают трех видов: по программированию, по конструированию и по пилотированию. Благодаря своей модульной конструкции и функционалу, «Пионер» позволяет проверять знания и способности участников в разных направлениях: от разработки БВС и написания сложного алгоритма программы полета БВС.



* Статья подготовлена пресс-службой ГК «Геоскан».

В сентябре 2021 г. проходил финал всероссийского конкурса «АгроНТИ» по пяти направлениям: «АгроКоптеры», «Агро-Роботы», «АгроКосмос», «Агро-Метео» и «АгроБио». В задании для участников конкурса по направлению «АгроКоптеры» использовались квадрокоптеры «Пионер». Необходимо было, управляя квадрокоптером в ручном режиме, перенести груз с помощью магнитного захвата (имитация посева семян сельскохозяйственных культур или распыления пестицидов) и отсканировать с помощью камеры специальные метки (имитация аэрофотосъемки полей с сельскохозяйственной растительностью).

Кроме того, Михаил Луцкий, руководитель отдела образования ГК «Геоскан», прочитал несколько лекций по истории развития беспилотных авиационных систем, рассказал о ГК «Геоскан», выпускаемых БВС, а также проводимых световых представлений — «Шоу дронов».

С 20 по 25 июля 2021 г. ГК «Геоскан» участвовала в XV Международном авиационно-космическом салоне, в рамках которого прошел конкурс «Кадры для цифровой промышленности. Создание законченных проектно-конструкторских решений в режиме соревнований» («Кибердром»). В нем приняли участие 14 команд из 11 регионов РФ.

В первый день участники получили задание от АО «Почта России» — настроить программное обеспечение беспилотного воздушного судна так, чтобы БВС в автоматическом режиме доставило груз в определенный район. Участвовало четыре квадрокоптера «Пионер», которые должны были доставить 16 грузов в четыре района. Квадрокоптеры прилетали в зону, где находились грузы, определяли с помощью

QR-кода свой груз, приземлялись на него, поднимали с помощью магнитного захвата и перемещали в район доставки, а затем летели за следующим грузом.

На второй день участники знакомились с задачами в сфере кадастрового учета и выполняли задание Росреестра. Они проводили аэрофотосъемку с помощью двух квадрокоптеров и строили ортофотоплан в программе Agisoft Metashape.

В третий день необходимо было выполнить задания Рослесхоза и АО «Вертолеты России». В распоряжении участников было восемь квадрокоптеров «Пионер». Два из них взлетали с грузом, имитируя доставку воды, чтобы потушить лесные пожары. Оставшиеся шесть — должны были доставить и сбросить в районы выгоревших лесных массивов груз, имитирующий семена растений. Причем соблюдение очередности являлось обязательным — сначала потушить пожар, а потом посеять семена.

Следует отметить, что для каждого конкурса задания разрабатываются индивидуально. Например, на четвертьфинале конкурса «Кибердром», проходившем в июне 2021 г. в парке «Патриот», от организаторов

поступил запрос на разработку задания в формате современного варианта игры «Зарница». В соревновании участвовало 28 команд по 8 человек в возрасте от 14 до 23 лет. Это были курсанты военно-учебных заведений.

Специалисты отдела образования компании «Геоскан» предложили командам соревноваться попарно. Первая команда должна была, управляя полетом квадрокоптера «Пионер» в ручном режиме с помощью очков виртуальной реальности (FPV-очки), преодолеть препятствия и вернуться в исходную точку. Другая команда («противник») располагалась на расстоянии 500 м от площадки соревнования, и должна была за минимальное время добраться до этой площадки и, используя средства радиоэлектронного подавления каналов управления БВС типа «ПАРС-М» (так называемый — антидрон), помешать выполнить задание первой команде. При точном «выстреле» из антидрона квадрокоптер терял связь с пультом управления и совершал вынужденную посадку, не выполнив задание. После этого команды менялись ролями.

В качестве отдельной образовательной программы можно





привести пример сотрудничества с Фондом содействия развитию военного образования. Совместно с Фондом компания «Геоскан» разработала программу «Робототехника и управление беспилотными авиационными судами» для довузовских образовательных организаций Минобороны России. Курс стартовал на базе Тверского суворовского военного училища (Тверское СВУ) и Пермского суворовского военного училища (Пермское СВУ) в 2020 г. Чуть позже к проекту присоединились Нахимовское военноморское училище (Нахимовское ВМУ, Санкт-Петербург) и Московский кадетский корпус «Пансион воспитанниц Министерства обороны Российской Федерации» (МКК «Пансион воспитанниц МО РФ»). На данный момент такие площадки открылись уже в десяти довузовских образовательных организациях Минобороны России. В течение года ученики осваивают пилотирование беспилотных воздушных судов в ручном режиме и их программирование для автоматического полета, а также участвуют в соревнованиях.

Так, 22 и 23 мая 2021 г. на аэродроме «Черное» в рамках третьего фестиваля «НЕБО: теория и практика» было проведено соревнование между курсан-

тами Тверского СВУ, Пермского СВУ, Нахимовского ВМУ, МКК «Пансион воспитанниц МО РФ» и Первого Рузского казачьего кадетского корпуса имени Л.М. Доватора. В командном зачете победили курсанты из Тверского СВУ. Им были вручены дипломы и квадрокоптеры «Пионер Мини».

Кроме того, на стенде ГК «Геоскан», который в течение двух дней посетили около 800 детей, специалисты компании провели мастер-классы по сборке и программированию квадрокоптера «Пионер», продемонстрировали пилотирование в автономном режиме, а также в ручном режиме (в FPV-очках).

В других проектах используется квадрокоптер «Пионер Макс», например на Олимпиаде Кружкового движения Нацио-

нальной технологической инициативы (профиль «Автономные транспортные системы»), проходившей в марте 2021 г. Этот профиль собрал более трех тысяч заявок на участие со всей России, а также к ним присоединились участники из Республики Беларусь. Основная цель профиля — научить школьников применять технологии искусственного интеллекта при решении реальных задач, связанных с беспилотным транспортом.

«Пионер Макс», обладая возможностями по программированию машинного зрения и работе с нейронными сетями, позволил участникам разрабатывать алгоритмы детектирования объектов и точного центрирования БВС над целью — и все это в режиме реального времени.

Квадрокоптер использовался в финальном испытании и был последним звеном в транспортной цепочке. В рамках этого испытания участники создали и запустили автоматизированную логистическую систему, моделирующую Amazon Delivery Hub. Изделие, изготовленное на фабрике, грузилось на беспилотный автомобиль, который доставлял его на конвейер, где после сортировки он с помощью квадрокоптера перемещался по запрограммированному адресу. Важным условием была проверка истинности адреса финальной точки. В соревнование был



включен пункт повышенной сложности. Участники удаленно подключались к операционной системе на борту квадрокоптера, настраивали программное обеспечение и запускали программу автономного полета. С помощью машинного зрения квадрокоптер распознавал графическую метку, а нейронная сеть проверяла, совпадает ли адрес на метке с адресом, загруженным в полетное задание.

▼ Технологии компании «Геоскан» для студентов и начинающих профессионалов

Для школьников старших классов, студентов колледжей и вузов разрабатываются отдельные программы и проекты. Задания для них усложняются, а целью в большей степени становится не только демонстрация навыков, но и практическое применение знаний при решении реальных задач. Увеличивается и масштаб проектов, выполняемых участниками.

Уже более 8 лет ГК «Геоскан» тесно сотрудничает с кафедрами двух вузов: кафедрой фотограмметрии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) и кафедрой картографии и геоинформатики Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ).

Во время летней практики студенты учатся работать с БВС. Сотрудники ГК «Геоскан» обучают их основам аэрофотосъемки и обработки данных в программе Agisoft Metashape. Также на кафедре картографии и геоинформатики СПбГУ специалисты компании читают лекции и проводят семинары в течение учебного года. С обоими вузами заключено соглашение о взаимодействии: по итогам летней практики отличившиеся студенты приглашаются уже на производственную практику или стажировку, а затем некоторые

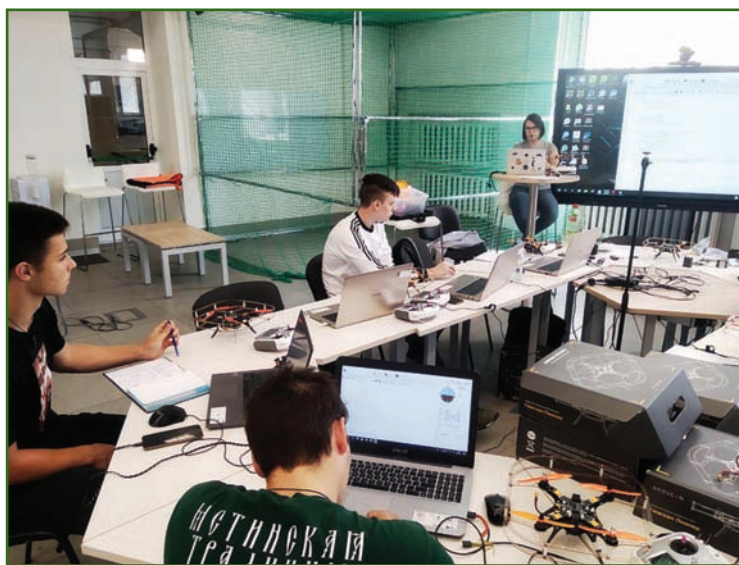
из них и на постоянную работу в компанию.

Студенты, окончившие вуз, имеют полное теоретическое и практическое представление о предстоящей работе. Таким образом, взаимодействуя с вузами, ГК «Геоскан» готовит кадры для работы в области беспилотных технологий, в том числе и для себя.

Студенты и профессионалы принимают участие в конкурсах, где широко представлены беспилотные воздушные суда ГК «Геоскан». Один из таких конкурсов — чемпионат «АвиаРобоТех», участниками которого является молодежь в возрасте от 16 до 25 лет. В 2021 г. соревнования проходили в три этапа. Первый этап включал проверку

теоретических знаний в сфере беспилотной авиации. Следующий этап заключался в конструировании и пилотировании. Участникам чемпионата предстояло собрать квадрокоптер «Пионер» из набора комплектующих, подготовить его к полету, а затем с его помощью развезти груз, закрепленный на эластичной подвеске, по нескольким заданным точкам. На третьем этапе конкурсанты настраивали программное обеспечение целой группы беспилотных летательных аппаратов — «роя». Восемь аппаратов должны были выстроиться в воздухе в виде многомерных геометрических фигур.

Крупнейшим проектом для студентов и начинающих про-



фессионалов, в котором ГК «Геоскан» участвует с 2019 г., является национальный чемпионат «Молодые профессионалы» (WorldSkills Russia). Это одно из масштабных соревнований профессионального мастерства в России по стандартам WorldSkills среди студентов средних профессиональных образовательных учреждений в возрасте от 16 до 22 лет, а также школьников от 10 до 17 лет, способствующее профессиональной ориентации молодежи и внедрению в систему отечественного образования лучших международных практик.

На чемпионате WorldSkills Russia, кроме квадрокоптеров серии «Пионер», на «ринг» выходят профессиональные беспилотные воздушные суда вертолетного и самолетного типов «Геоскан 401» и «Геоскан 201». С их помощью участники показывают практические навыки не только в области эксплуатации беспилотных воздушных судов, но и по обработке данных дистанционного зондирования Земли при решении задач в сфере картографии, геодезии, градостроительства, энергетики, дорожного и сельского хозяйства и др.

Компания «Геоскан» является технологическим партнером двух компетенций WorldSkills Russia:

— Т38 «Внешнее пилотирование и эксплуатация беспилотных воздушных судов». Компетенция направлена на демонстрацию внешним экипажем беспилотного воздушного судна высоких практических навыков в области эксплуатации БВС различных модификаций весом до 30 кг. Среди них — аппараты вертолетного и самолетного типа как с электродвигателем, так и с двигателем внутреннего сгорания;

— Т79 «Цифровое земледелие». Компетенция ориентиру-



вана на решение задач в области сельского хозяйства. В рамках этой компетенции участники работают с сельскохозяйственными машинами с использованием дистанционного управления и удаленно диагностируют их состояние, ведут мониторинг в растениеводстве, занимаются картированием полей и пр. Также они показывают навыки и умения работы с беспилотным воздушным судном, обрабатывают данные аэрофотосъемки, проводят анализ данных в ГИС и создают карты NDVI для оптимизации технологических процессов.

Подводя итог, следует отметить, что участвуя в образовательных программах, ГК «Геоскан» помогает школьникам в профориентации. Ребята, которые еще в начальной или средней школе учатся собирать квадрокоптеры, программировать их автономную работу или управлять ими в ручном режиме, уже в таком юном возрасте могут определиться с будущей профессией или хотя бы с направлением дальнейшей деятельности. Возможность потрогать руками, поиграть, решить задачу и увидеть плоды своих размышлений не только в тетради, но и на реальном беспилотном летательном аппарате, делает для школьников процесс обучения интересным и увлекательным.

Мargarита Бакустина, сотрудник отдела образовательных проектов ГК «Геоскан», в частности, отмечает, что у ребят более гибкий ум, и именно от них можно получить свежие и оригинальные решения.

Студенты колледжей и вузов учатся работе с профессиональными БВС, отработывая теорию при решении практических задач, где требуется находить нестандартные решения, обмениваться опытом и развивать навыки в области беспилотных технологий. Этому способствуют также лекции и мастер-классы, которые сотрудники компании «Геоскан» часто проводят для слушателей разных возрастов.

Компания «Геоскан» видит свою миссию в повышении интереса к сфере беспилотных технологий и привлечения в нее талантливых молодых специалистов, способствуя широкому практическому применению беспилотных авиационных систем в различных отраслях экономики.

С более подробной информацией об участии ГК «Геоскан» в различных образовательных программах и конкурсах профессионального мастерства можно ознакомиться на официальном сайте компании www.geoscan.aero в разделе «Блог».

МЕЖЕВОЙ ИНЖЕНЕР А.П. ЗАХАРОВ. ОТ ТОПОГРАФА И АСТРОНОМА ДО ПРОФЕССОРА И ЧИНОВНИКА ОСОБЫХ ПОРУЧЕНИЙ

Р.Р. Барков (Санкт-Петербургская ассоциация геодезии и картографии)

В 1995 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания института работал в УГПП «Спецгеофизика», с 1996 г. — в ФГУ «РостестМосква», с 2000 г. — в ФГУП «Уренгойфундаментпроект», с 2004 г. — в НПК «Йена Инструмент», с 2006 г. — в ООО «Центр Инженерных Геотехнологий», с 2016 г. — в ООО «ПТЕРО», с 2019 г. — в ООО «Фотометр». В настоящее время — главный маркшейдер ООО «НГК «Горный». Член Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии.

Примерно с середины XIX века межевые инженеры стали заниматься не только землеустройством, но и начали широко применять весь комплекс геодезических работ для самых различных нужд, попутно осваивая смежные специальности. Участие межевых инженеров в экспедициях при изучении степных районов, топографических съемках городов, лесохозяйственных и сельскохозяйственных исследованиях, в выполнении прецизионного нивелирования — все это, как правило, остается в стороне от исторических описаний геодезических работ: подавляющее большинство публикуемых статей и монографий посвящены военным топографам и сотрудникам гражданских ведомств, развивавшим государственные геодезические сети. Однако труды межевых инженеров также заслуживают исследований, тем более что многие из их работ в условиях той эпохи носили прорывной характер и подтверждали высокую квалификацию выпускников межевых школ и Константиновского межевого института. Одним из ярких представителей геодезической интеллигенции второй половины XIX века был межевой инженер



Рис. 1
А.П. Захаров, 1893 г. [1]

Алексей Петрович Захаров (рис. 1).

Всем, кто интересуется историей геодезии, имя А.П. Захарова знакомо по его участию в подготовке съемки и нивелировки Москвы 1874–1877 гг., позволивших создать первый в истории города нивелирный план с отметками и горизонталями. Многих с этой работой познакомил профессор кафедры картографии и геоинформатики географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова В.С. Кусов, опубликовавший серию статей о марках Рашкова. К сожалению, в работах [2, 3] приведены неточные сведения, в

частности в [2] автор писал, что «жизненные пути А.П. Захарова и Н.Н. Смирнова оборвались на начальной стадии работ». Но в процессе своего исследования ранних высотных знаков на территории Москвы [4] мне удалось выяснить, что Алексей Петрович в 1874 г. находился в добром здравии, он всего лишь отказался от исполнения контракта.

Последующий поиск причин принятия им такого решения привел к уникальным рукописным документам, касающимся не только съемки и нивелировки города Москвы, но и многих других работ, в которых принимал участие А.П. Захаров. Письма, телеграммы, распоряжения, технические отчеты, черновые записки, полевые журналы, зарисовки на кальке всесторонне раскрывают для нас Алексея Петровича как грамотного специалиста и порядочного человека, заслуженно занимавшего высокие и ответственные должности [1].

Благодаря биографической записке [1; к. 27, ед. хр. 16] приват-доцента Московского государственного университета Алексея Алексеевича Захарова — сына А.П. Захарова, мы знаем о том, что Алексей Петрович

родился 18 мая 1830 г. в Шлис-сельбурге, воспитывался в Рождественской уездной школе, затем учился в Школе межевых топографов в Москве [5]. После окончания школы в 1846 г. он поступил на службу в Межевой корпус младшим чертежником и одновременно, в 1846–1852 гг., слушал курс в Константиновском межевом институте.

▼ Алтайская экспедиция

В 1855 г. А.П. Захаров был произведен в прапорщики межевых топографов, и в следующем году командирован в числе других чинов Межевого корпуса в Западную Сибирь в экспедицию, отправленную под начальством межевого инженера капитана Мейена для составления карты Алтайского горного округа, являвшегося частью Томской губернии. В составе экспедиции было три отделения: астрономическое, геодезическое и топо-

графическое. Астрономическое отделение состояло из двух партий, в каждую из которых входили старший офицер и его помощник.

М.Н. Муравьевым, управляющим Межевым корпусом, предварительно была составлена подробная инструкция для этих работ. В своем отчете о работе астрономического отделения А.П. Захаров писал [1; к. 6, ед. хр. 1]: «Чтобы дать большую точность карты предположено на всем пространстве округа астрономически определить потребное число пунктов; с условием чтобы взаимное их расстояние было около 50 верст, а дабы дать определению возможную точность и ускорить самое определение выбраны несколько первоклассных точек, такие, чтобы могли быть удобно хронометрически связаны между собою посредством нескольких погздовк и с этими хорошо уже определенными или главными пункта-

ми вмѣстѣ съ геодезическими, определенными на некотором пространстве покрывают всю страну сътью, въ которую будут вкладываться топографическія съемки».

Более подробная инструкция для астрономических наблюдений была составлена астрономом Константиновского межевого института Б.Я. Швейцером под руководством директора Николаевской астрономической обсерватории. В этой инструкции были обозначены сами пункты, а также количество и продолжительность хронометрических рейсов между ними. Все установленные экспедицией астрономические пункты А.П. Захаров нанес на составленный им план Алтайского горного округа в масштабе 45 верст в дюйме (1:1 890 000) (рис. 2).

В 1856 г. астрономическое отделение состояло только из поручика Ларионова и прапорщика Захарова. Ларионов определял главные пункты, а Захаров — второклассные. Времени, удобного для астрономических наблюдений, в этом году было мало по причине задержек, связанных с доставкой из-за границы инструментов.

В 1857 г. Ларионов из-за болезни остался в Москве, и с этого времени руководство астрономическим отделением было возложено на Захарова. Он определял как главные, так и второклассные пункты на всем пространстве округа, где имелась возможность проехать с кругом Репольда. В помощь Захарову был командирован прапорщик Автократов. Опыт предыдущего года показал неудобство продолжительных поездок, поэтому в 1857 г. при определении долгот главных пунктов хронометрические рейсы прокладывались между соседними пунктами, т. е. главные пункты были соединены непосредственно один с другим этими рейсами.

На каждом пункте для определения широты и поправок



Рис. 2

План Алтайского горного округа, составленный А.П. Захаровым в 1859–1860 гг. [1]

хронометра выбиралась какая-либо характерная точка (крест колокольни, слияние рек и др.), инструмент устанавливался над пунктом так, чтобы было возможно выполнять наблюдения в первом вертикале и меридиане на выбранную характерную точку. Там, где характерных точек не было, прочно устанавливали деревянный столб, который до аршина закапывался в землю, а над землей выступал примерно на 1,5 аршина. Место расположения столба подробно описывали в журнале наблюдений.

Экспедиция продолжалась с 1856 по 1860 гг. За один полевой сезон межевые инженеры преодолевали путь длиной в среднем 5000 верст. Основные трудности, и притом немалые, были связаны с отсутствием проезжих дорог. Зачастую приходилось перевозить инструменты на перекладных телегах. Если учесть вес и размеры круга Репсоляда, становится понятным, почему А.П. Захаров при планировании всех последующих экспедиций уделял особое внимание транспорту — не меньшее, чем подготовке к наблюдениям.

В то время как труды аналогичной экспедиции, отправленной в Восточную Сибирь, были изданы Русским географическим обществом, результаты Алтайской экспедиции только представлялись начальству, а составленная карта астрономических наблюдений была передана, предположительно, или в Кабинет Его Императорского Величества, или в Министерство государственных имуществ.

Тем не менее, результаты астрономических определений Алтайской экспедиции частично вошли в так называемый Каталог Бларамберга [6], целиком заполнив собой раздел «Томская губерния».

▼ Кумо-Манычская экспедиция

В 1860 г. А.П. Захаров начал готовиться к Кумо-Манычской

экспедиции. Им были разработаны основные положения о задачах и способах работы [1; к. 8, ед. хр. 10]. Основной целью экспедиции был поиск земель, удобных для поселения. Кроме того, в предыдущее десятилетие стала высказываться мысль о соединении Азовского и Каспийского морей между собой через реки Маныч и Кума, и для оценки такой возможности необходимо было получить продольные профили рек.

Часть Астраханской губернии, в которую предполагалось направить экспедицию, была обеспечена тригонометрической сетью 1-го класса. На пространстве между этой сетью и границей Ставропольской губернии предполагалось создать астрономическую сеть, точность которой должна была приближаться к точности тригонометрической сети.

Широты Захаров предполагал определять кругом Репсоляда как одним из наиболее точных полевых инструментов, а долготы — измерением времени с помощью хронометров. Предполагалось использовать такие же инструменты, как и во время Алтайской экспедиции. Памятуя о встретившихся в полевых условиях проблемах, несколько абзацев А.П. Захаров посвятил передвижению. Он отмечал, что для этого нужен удобный и прочный экипаж, в котором могли бы поместиться все ящики с инструментами. Также он считал необходимым иметь с собой палатку на случай, если по прибытии на пункт наблюдений погода не позволит сразу выполнить их.

Кроме проблем с дорогами, задержки в передвижениях во время Алтайской экспедиции были вызваны также бюрократическими проволочками — начальство на местах не было осведомлено о направлении экспедиции и ее действиях. По этой причине в проекте Кумо-Манычской экспедиции вопросу

взаимодействия с властями А.П. Захаров также уделил внимание, отметив необходимость известить начальство на местах не только в Астраханской губернии, но и в смежных с нею губерниях, и для успешного выполнения работ получить «открытое предписание». Отмечалась также потребность в проводниках и переводчиках для общения с кочующими калмыками.

Астрономические наблюдения в селах предполагалось привязывать к церквям; в местах, отличающихся какими-либо естественными признаками — привязывать к этим признакам; в степной же местности — обозначать места наблюдений земляными пирамидами.

Расстояние астрономических пунктов между собой и от пунктов тригонометрической сети проектировалось около 50 верст. Таким образом определению подлежали 25 пунктов, а срок работы должен был составить около двух месяцев.

Однако в состав Кумо-Манычской экспедиции Захаров не вошел. Ее начальником был назначен отставной капитан-лейтенант Костенков. От межевого корпуса были командированы поручики Крыжин и уже работавший ранее с Захаровым прапорщик Автократов. Экспедиция продлилась два года (1860–1861), ее результатами стали определения широт и долгот астрономических пунктов в Астрахани, Элисте и десятке других городов. Измерения были связаны с Поволжской триангуляцией 1855–1858 гг. После окончания астрономических работ была выполнена нивелировка вдоль реки Маныч протяженностью около 100 верст, в результате которой составлен план и продольный профиль русла реки. Примечательно, что точки нивелировки обозначались колючими турмами, сложенными из земли, на вершине которых для визирования устанавливались пучок сухой травы.

Отчет об астрономических работах экспедиции [7] был составлен Крыжиным, и Захаров никакого участия в этом не принимал.

▼ Черниговская межевая палата

В 1862 г. Алексей Петрович был назначен в штат Черниговской межевой палаты, где ему было поручено определить географическое положение ряда пунктов для составления карты Черниговской и Полтавской губерний. Для этого была организована так называемая Малороссийская экспедиция, в которой Захаров выполнял астрономические наблюдения и определения азимутов в городах Ромны, Зенково, Миргород, Городня и Гадяч.

В записке об астрономических пунктах Черниговской и Полтавской губерний [1; к. 8, ед. хр. 1] А.П. Захаров дал краткую инструкцию по использованию этих пунктов. В частности, он требовал, чтобы межевая палата, имея достоверную выписку на каждую губернию, рассылала по комиссиям списки пунктов и обязывала их наблюдать, чтобы при межевании эти пункты привязывались к границам дач, в которых они находятся, и при этом линии привязок обозначались на планах красным цветом.

Благодаря записке Захарова, мы можем узнать о конструкции пунктов 1-го класса. Под землей устанавливался кирпичный фундамент, в который закладывался железный гвоздь. Шляпка этого гвоздя обозначала центр пункта. В отдельных случаях закладывались три кирпичные кладки, одна над другой с промежутками. На каждой из кладок насечками наносились две линии, пересечение которых в виде креста являлось центром пункта. Отыскав такой центр, на нем ставили веху для привязки пункта к границам дач.

На некоторых участках Черниговской и Полтавской гу-

берний астрономических пунктов не имелось, поэтому в течение Малороссийской экспедиции заложили и определили около 20 новых пунктов. Экспедиция была короткой и уложилась в одно лето.

Любопытно, что участники экспедиции столкнулись с проблемами, которые возникают и у современных геодезистов в части корректности составления сборных дежурных карт и каталогов. Некоторые пункты, находящиеся около границ уезда, были приписаны к территории не того уезда, в котором они фактически находились, а соседнего. А.П. Захаров требовал при выявлении таких случаев немедленно обращаться в комиссии тех уездов, в которых пункты фактически находились.

Результатами работ экспедиции стали вычисленные широты и долготы пунктов Черниговской и Полтавской губерний. Таблицы с этими результатами, а также сведения о поправках хронометров сохранились лишь в рукописном виде. Опубликованы они так и не были.

▼ Петровская земледельческая и лесная академия

В 1862 г. А.П. Захаров был переведен в Межевой корпус, а в 1865 г. назначен на должность профессора кафедры геодезии открывшейся в Москве Петровской земледельческой и лесной академии.

Директор академии Н.И. Железнов так писал А.П. Захарову [1; к. 16, ед. хр. 1]: *«По всеподаннѣйшему докладу Г. Министра Государственныхъ Имуществъ въ 9^ю день сего Юня Государь Императоръ Высочайше соизволилъ на опредѣленіе Васъ исправляющимъ должность Профессора Петровской Земледѣльской Академіи по кафедрѣ Геодезіи, съ производствомъ содержанія по 1800 р. въ годъ.»*

В том же году А.П. Захарова утвердили в должности экстраординарного профессора. В 1869 г. Советом Петровской зем-

ледельческой и лесной академии он был избран ординарным профессором и возглавил кафедру геодезии.

В академии Алексей Петрович читал лекции по низшей, а позднее — и высшей геодезии, организовал геодезический кабинет, приборы и книги для которого выписывал, в том числе, из-за границы. Составил план дорог участка академии на предмет их ремонта.

В 1872 г. содействовал оформлению лесного раздела политехнической выставки в Москве. Тогда же участвовал в экспертизе измерительной машины для съемки планов с натуры, изобретенной землемером В.И. Солдаткиным из Касимова. Машина представляла собой тележку на двух колесах, на середине оси которой был помещен вертикальный цилиндр, обернутый листом бумаги. Если тележку катили по земле, точные изображения ее пути рисовались на цилиндре карандашом. Комиссия выявила недопустимые невязки в определении площадей при помощи этой машины. Любопытно, что эта машина после экспертизы все же была выставлена на политехнической выставке, но в разделе прикладной физики.

Параллельно с учебным процессом А.П. Захаров выполнял работы в различных губерниях, как от имени академии, так и в качестве частного лица. Останемся более подробно на его работе в **Московской губернии**.

В 1870 г. А.П. Захаров обратился к князю В.А. Черкасскому, московскому городскому голове, с предложением выполнить съемку и нивелировку Москвы и представить проект работ. В ответ В.А. Черкасский [1; к. 13, ед. хр. 20], предложив обсудить в *«особой комиссии»* вопрос по нивелировке г. Москвы с целью составления проекта улучшения городских водотоков, пригласил также межевого инженера

Н.Н. Смирнова. В результате возникло партнерство А.П. Захарова и Н.Н. Смирнова, к которому, по настоянию директора Константиновского межевого института А.Л. Апухтина, позднее подключился и межевой инженер Д.П. Рашков. Первоначально проект, представленный Захаровым, предусматривал сметную стоимость работ в размере около 23 000 рублей, а совместный проект Смирнова, Рашкова и Захарова предполагал стоимость работ уже 31 820 рублей. Затем была проведена конкурсная процедура, в результате которой в марте 1874 г. был заключен контракт с межевными инженерами Н.Н. Смирновым, Д.П. Рашковым и А.П. Захаровым [4].

Между тем, не дожидаясь заключения этого контракта, Захаров в мае 1873 г. подписал другой контракт — с Московской губернской земской управой на составление плана Дмитровского уезда и карты Подольского уезда [1; к. 13, ед. хр. 12]. В его обязанности входило: в Дмитровском уезде скопировать с имеющегося в управе плана «*границы дачь, воды и большія дороги*», обозначить на нем границы всех отдельных владений и «*открасить различными красками категоріи ихъ*», а также составить карту Подольского уезда в масштабе 500 саженей в дюйме (при этом для вычисления сети за исходный принимался меридиан, проходящий через колокольню Ивана Великого). Следовало нанести все астрономические и тригонометрические пункты и относительно их наложить границы всех дач и владений. Подольский уезд был взят для первого опыта, так как по нему имелось наибольшее среди прочих количество исходных данных.

А.П. Захаров начал работу в подмосковных уездах, но в 1874 г. был вынужден ее отложить, так как прикладывал много усилий для достижения

договоренностей о съемке и нивелировке Москвы. Московская губернская земская управа даже направила письмо с просьбой уведомить ее о ходе работ в Подольском и Дмитровском уездах в связи с задержкой. Однако усилия Захарова оказались тщетными. Понимая дальнейшую бесперспективность работы в команде, А.П. Захаров был вынужден отказаться от участия в подготовке нивелирного плана Москвы, и сдал Н.Н. Смирнову «*при посредстве легкового извозчика Ивана Дроздова*» полученные ранее инструменты, в число которых входили универсальный инструмент работы Эртеля, универсальный инструмент конструкции Швейцера, две десятисаженных ленты и две стальных рулетки [1; к. 13, ед. хр. 29]. После этого совершенно спокойно смог продолжить выполнение работ в Подольском и Дмитровском уездах.

А.П. Захаров получил в управе межевые планы на отдельные населенные пункты. Там были, например, геометрический план села Товарищева, составленный в 1878 г., план села Столбова (1863 г.), план села Васильево (1845 г.) и еще два десятка планов других сел в обоих уездах. Захаров выбрал имеющиеся астрономические и тригонометрические пункты, которые удовлетворяли цели создаваемой карты [1; к. 13, ед. хр. 11]. Там, где существующие пункты находились друг от друга на значительном расстоянии, были определены новые. От этих пунктов были определены координаты границ всех дач и владений, на которые впоследствии наложены данные топографических съемок. Кроме планов, Алексей Петрович, памятуя о проблемах с транспортом во время Алтайской экспедиции, заручился билетом на взимание подвод (рис. 3).

Захаровым был составлен алфавитный список землевла-

дельцев Подольского уезда, а также созданы схематические и геометрические планы всех землевладений (рис. 4), включая цементный завод Московского акционерного общества вблизи города Подольска. Сбор информации и съемку облегчали распоряжения управы, направленные ею в адрес волостных старшин и Управления государственных имуществ Московской губернии с просьбой оказывать содействие Алексею Петровичу в работе по составлению плана.

Работа была закончена в 1878 г. Московская губернская земская управа получила карту, на которой были обозначены границы всех владений и дач, площади произведенной съемки и «*пространства, которые нужно вновь снять*». По замыслу А.П. Захарова, такие карты «*будут служить не для одной только цели — обозрѣнія владѣній и дачь, но и содержать данныя для составленія общихъ проэктовъ различныхъ техническихъ сооружений*».

Генеральный план Дмитровского уезда был составлен следующим образом: с имеющегося в управе плана скопированы границы земельных участков, гидрография и дорожная сеть, затем на нем обозначены все границы отдельных владений. При этом границы владений



Рис. 3

Билет на взимание подвод, выданный А.П. Захарову Московской губернской земской управой в 1878 г. [1]

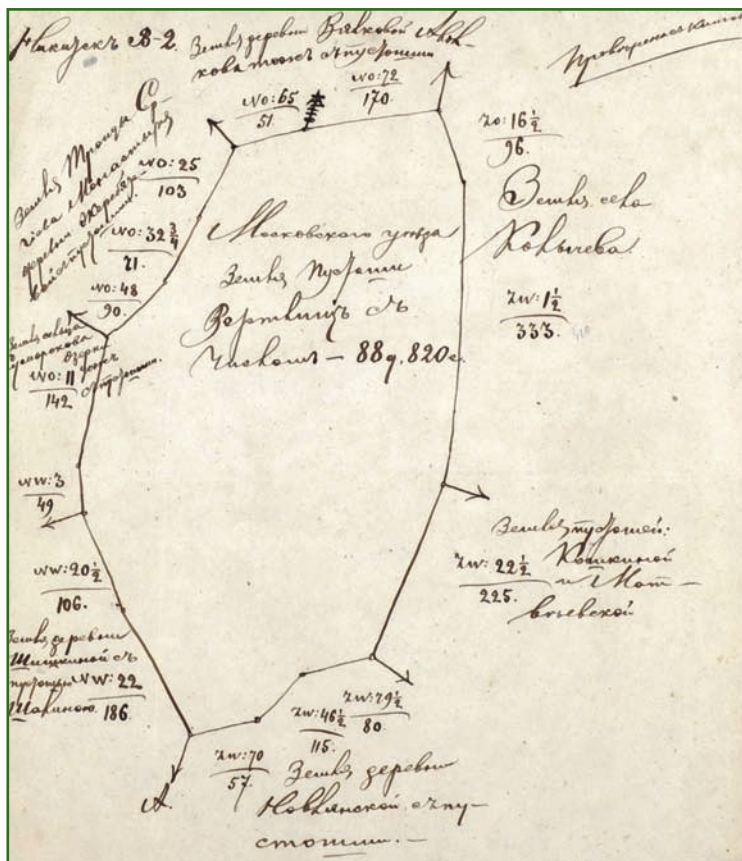


Рис. 4

Геометрический черновой план владения пустоши Вертлицы Московской губернии, сделанный А.П. Захаровым [1]

были нанесены различными цветами в зависимости от их категорий: владельческие, крестьянские, государственных имуществ, удельные и земли, подлежащие обложению. На выданных управой бланках были составлены каталоги — общий (с номерами владений, нанесенными на план) и алфавитные (с названиями владений и именами владельцев). За эту работу А.П. Захаров получил от управы 300 рублей.

Карта Подольского уезда была составлена в масштабе 500 саженей в дюйме (1:42 000), отдельными листами размером в 20 дюймов, на которых была нанесена градусная сетка, а также астрономические и тригонометрические пункты, относительно которых наложены границы всех дач и владений. В границах этих дач отражены подробности по данным выполненных съемок. Контуры владе-

ний различных категорий также были отмечены разными цветами. За эту работу А.П. Захаров получил от управы 1000 рублей, а за съемку «оставшихся пробелов» еще по 1 рублю 50 копеек за каждую квадратную версту.

В это же время Алексей Петрович руководил кафедрой геодезии и читал лекции в Петровской земледельческой и лесной академии. В 1877 г. А.П. Захаров в соответствии с решением Совета академии был оставлен в должности ординарного профессора на три последовательных пятилетия.

В 1881–1883 гг. он был деканом, при этом активно участвовал в разработке нового устава академии. Алексей Петрович много размышлял о наилучшем устройстве учебного процесса, предлагая необычные новшества. Так, он считал, что было полезно, если бы выпускники направлялись на некоторое

время «сельския хозяева на казенныя фермы или въ частныя образцовыя хозяйства, а льсоводы въ казенныя льсничества» — аналог принятого позднее, в советское время, распределения выпускников. Но наиболее необычным было предложение о реформировании календаря экзаменов. Сетуня на привычку студентов не заниматься в течение семестра, а оставлять подготовку на специально выделенные перед экзаменами дни, Захаров полагал, что хорошей мотивацией для регулярного обучения послужило бы проведение экзаменов без перерыва или с минимальным промежутком: «такимъ образомъ было бы употреблено для экзаменовъ на одно лицо дней: на I^ю и II курсахъ по 8 дней, на III и IV по 4 дня, между тѣмъ какъ въ настоящее время употребляется мѣсяць» [1; к. 15, ед. хр. 7].

В 1889 г. был принят новый устав академии, ликвидировано лесное отделение, она стала называться Петровская сельскохозяйственная академия. 29 октября 1890 г. А.П. Захарова назначили исполнять обязанности директора академии.

Вот каким образом министр государственных имуществ А.М. Островский известил об этом Алексея Петровича [1; к. 19, ед. хр. 16]: «По случаю увольнения Тайнаго Совѣтника Юнге, согласно его прошенію отъ службы, Государь Императоръ, въ 29^ю день сего Октября, по всеподданнейшему докладу моему, высочайше соизволил на порученіе Вашему Превосходительству исполнять обязанности Директора Петровской Сельскохозяйственной Академіи, съ производствомъ Вамъ на время исполненія сихъ обязанностей содержанія, положеннаго по штату Академіи Директору оной, въ количествѣ 5000 руб. въ годъ, и съ прекращеніемъ получаемого Вами нынѣ по должностямъ Ординарнаго Профессора и Помощника Директора содержанія».

В эти годы А.П. Захаров организовывал практические заня-

тия студентов, занимался оформлением и оптимизацией земельных участков, принадлежащих академии. При этом разрешил вопрос, висевший на протяжении ста лет со времен генерального межевания: *«Управление Государственными Имуществами Московской Губернии имгеть честь увѣдомить Ваше Превосходительство, что къ возобновленію границъ дачи Петровскаго Разумовскаго, которія по смежности села Владыкина и деревни Лихаборъ, вслѣдствіе промѣна сдѣланнаго въ 1792 году, не согласны съ планами генеральнаго мѣженія, препятствій со стороны Управленія не имгется»* [1; к. 16, ед. хр. 10].

Являясь руководителем академии, Алексей Петрович вел переписку со многими высокопоставленными коллегами, в том числе с министром земледелия Франции по вопросу о льноводстве. В 1892 г. А.П. Захаров получил из рук французского консула в России орден *Mérite agricole* за заслуги и достижения в области сельского хозяйства.

▼ Переселенческие участки

В середине XIX века стихийно возникло переселенческое движение, вызванное недостатком у крестьян земли. За период с 1861 по 1881 гг. в Сибирь и на Дальний Восток переселилось около 300 тысяч семей. В начале 1890-х гг. Российская империя подвергла движение строгому регулированию, для чего потребовалось образование земельных участков, как сказали бы в настоящее время, «с постановкой на кадастровый учет». Переселенчество сыграло огромную роль в обеспечении пропитанием крестьянства, однако для полного решения земельной проблемы необходимо было переселить за Урал 25 млн человек, в то время как к 1917 г. переселилось только 3 млн.

Строительство Сибирской железной дороги в середине 1890-х гг. активизировало дви-

жение переселенцев из европейской части России в Сибирь, поэтому Комитет Сибирской железной дороги, созданный в 1893 г., наряду с контролем за строительством рассматривал вопросы рационального заселения территории, прилегающей к железной дороге, и уделял особое внимание земельному устройству переселенцев. Силы и средства, которыми располагало Министерство государственных имуществ, и ранее были недостаточны для удовлетворения потребностей все возрастающего переселенческого движения [8]. Общая площадь полосы шириной до 100 верст вдоль Западно-Сибирской линии железной дороги (три уезда Тобольской губернии, два уезда Томской губернии и два уезда Акмолинской области) составляла около 28 млн десятин (около 3000 км²), из которых казенных земель, пригодных для сельского хозяйства, было около 9,5 млн десятин. Из этой площади предполагалось отвести в надел коренному населению до 5,5 млн десятин, а оставшиеся 4 млн распределить между переселенцами. Остальная площадь была занята частью лесами и землями, непригодными для сельскохозяйственных посевов, частью — владениями Кабинета Его Императорского Величества, казаков и частных лиц, и не подлежала распределению. При таких условиях для межевых партий намечалась двойная задача: определение границ наделов коренного населения и границ переселенческих участков.

В связи с ликвидацией Петровской земледельческой и лесной академии в 1894 г. А.П. Захаров был причислен к Министерству земледелия и государственных имуществ (ранее — Министерство государственных имуществ) и удостоен звания заслуженного профессора.

В 1895 г. Алексей Петрович был назначен чиновником особых поручений V класса при

министре земледелия и государственных имуществ, включен в состав особой комиссии министерства и командирован в Акмолинскую область. На комиссию, председателем которой был тайный советник И.И. Тихеев, Комитетом Сибирской железной дороги было возложено решение следующих вопросов: о способах ускорения и удешевления работ по отводу участков; о мерах к заселению территории таежного характера; о расширении района работ по подготовке участков. Комиссия состояла из двух членов: кроме действительного статского советника А.П. Захарова в нее входил старший производитель работ, коллежский ассессор А.А. Кауфман. На Захарова была возложена проверка проводящихся работ в техническом отношении и выяснение вопроса о пригодности имеющегося картографического материала [9].

Для ознакомления с результатами топографических съемок Акмолинской области и расположением астрономических пунктов, которые служили опорными для этих съемок, выполненных военными топографами, А.П. Захаров обратился в военно-топографический отдел Омского военного округа. Считая эти пункты также необходимыми при съемках для образования переселенческих и запасных участков, проводимых межевыми партиями Министерства земледелия и государственных имуществ, Захаров выбрал из астрономических пунктов 98 «благонадежных», т. е. пригодных для этих целей. Топографические съемки Акмолинской области, выполненные с 1880 по 1889 гг. военными топографами инструментально от северной границы области до широты 50°15' общей площадью 28 143 891 десятин, А.П. Захаров признал пригодными для разных целей. Что касается картографических материалов остальной части области площадью 21 774 373

десятин, которые были составлены 1840-х гг. по результатам «летучей глазомерной рекогносцировки», то они не могли быть использованы, так как отдельные пункты на этой карте были нанесены на расстоянии более 10 верст от их истинного положения.

В Омске А.П. Захаров также ознакомился с межевыми работами по образованию переселенческих и запасных участков в Омском и Петропавловском уездах, произведенными временной партией Министерства государственных имуществ. Работы он признал удовлетворительными. Планы участков были составлены в масштабе 500 саженей в английском дюйме, длины линий и величины углов, площади удобных и неудобных земель были определены верно.

Собрав сведения в Омске, А.П. Захаров отправился для знакомства с местными топографическими условиями и с состоянием съемочного дела в Акмолинской области. Границы переселенческих и запасных участков были закреплены в натуре межевыми знаками. Для контрольных измерений Захаров воспользовался астрономическими пунктами, определенными в этих уездах. При этом он получил допустимые невязки, которые доказывали удовлетворительное состояние произведенных работ временной партией.

После ознакомления с результатами работ в Акмолинской области А.П. Захаров в своем отчете, помимо результатов инспекционной поездки, подробно изложил программу будущих межевых работ, вплоть до расчета состава бригад и особенностей межевания земель кочевников. Он считал, что для правильной постановки дела необходимо все работы сосредоточить в одних руках. Этой программой были охвачены все аспекты, вплоть до объектов, которые следует отображать на

планах: «при съемке подробностей следует, в числе прочих, отмечать пашни орошаемые, источники откуда производится орошение, овраги, которые могут служить в будущем для составления плана правильной ирригации, снимать пески, в особенности сыпучия, передвижные и по распространению изследовать передвижение их» [1; к. 10, ед. хр. 5].

▼ **Общественная деятельность**

Алексей Петрович Захаров состоял почетным членом Императорского Русского общества акклиматизации животных и растений, пожизненным членом Рязанского общества сельского хозяйства, членом Императорского Московского общества сельского хозяйства и председателем сельскохозяйственной консультации при этом обществе, а также почетным членом Союза международных конгрессов по зоологии, антропологии и доисторической археологии, которые прошли в Москве в 1892 г. Кроме того, он был членом Московского лесного общества и членом Топографо-геодезической комиссии при Императорском обществе любителей естествознания, антропологии и этнографии.

В 1899 г. А.П. Захаров за выслугу 40 лет на государственной службе был отмечен наградой Российской империи «Знак отличия беспорочной службы».

Алексей Петрович скончался 4 октября 1899 г. и был погребен в Москве на Лазаревском кладбище. В 1930-е гг. кладбище ликвидировали, поэтому могила А.П. Захарова не сохранилась.

Как писал А.П. Захаров в своем трактате «О собственности» [1; к. 23, ед. хр. 8]: «Развитие всякого исторического предмета проходит известные ступени, из которых каждая выражает особенную идею, имеет в своем основании особенное начало». Вся трудовая деятельность Алексея Пет-

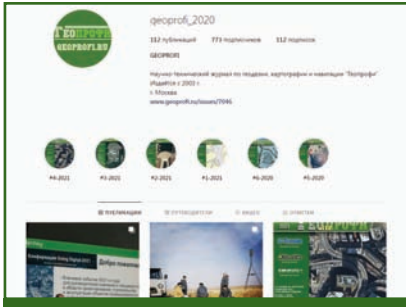
ровича состояла из таких ступеней, и, благодаря выразительности его особенных идей, мы начинаем смотреть на историю геодезии шире и глубже. И ее изучение уже не может обходиться без ступеней, созданных межевыми инженерами XIX и начала XX вв., многие из которых «имели в своем основании особенное начало».

▼ **Список литературы**

1. РГБ, научно-исследовательский отдел рукописей. Ф. 105
2. В.С. Кусов. Воссоздание и освящение нивелирной марки 1877 года // Геопрофи. — 2004. — № 5. — С. 55–57.
3. Московский государственный университет геодезии и картографии: (МИИГАИК): История создания и развития, 1779–2004 / [Авт.-сост. В.С. Кусов]. — М.: Рус. история, 2004. — 357 с.
4. Барков Р.Р. Ранние высотные знаки города Москвы // Маркшейдерский вестник. — 2019. — № 3. — С. 31–39; № 4. — С. 22–30; № 6. — С. 32–39; 2020. — №1. — С. 23–31.
5. Киевская Е.С., Рыжкова Е.В., Широкопад И.И. Становление и развитие Школы межевых топографов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. — 2018. — № 5.
6. Каталог тригонометрических и астрономических пунктов, определенных в Российской империи и за границу по 1860-й год / Сост. при Геодез. отд-нии Воен.-топогр. депо. — Санкт-Петербург: Воен. тип., 1863.
7. Кумо-Маньчская экспедиция (1860-1861). Калмыцкая степь Астраханской губернии по исследованиям Кумо-Маньчской экспедиции. — Санкт-Петербург: М-во гос. имуществ, 1868. — 300 с.
8. Очерк работ по заготовлению переселенческих участков. 1893–1899 / М-во земледелия и гос. имуществ. Деп. гос. земельных имуществ. — Санкт-Петербург: тип. «В.С. Балашев и К°», 1900.
9. Отчет председателя высочайше учрежденной в 1895 г. Комиссии для изучения и общего направления работ по образованию переселенческих и запасных участков. — Санкт-Петербург, 1896.



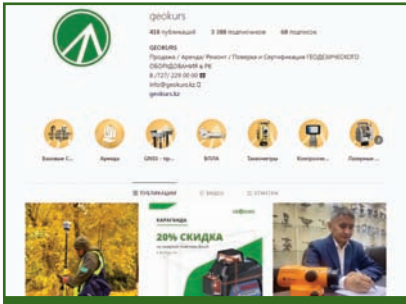
Trimble
[@trimble_russia](#)



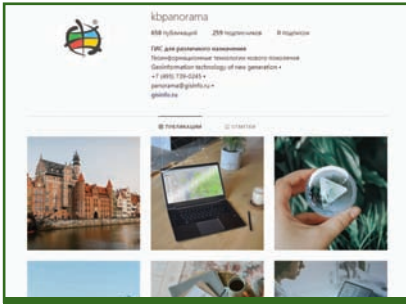
Журнал «Геопрофи»
[@geoprofi_2020](#)



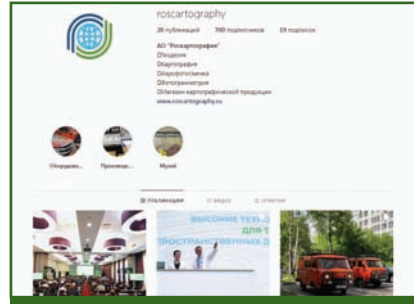
ГБУ «Мосгоргеотрест»
[@mosgortrest](#)



«Геокурс»
[@geokurs](#)



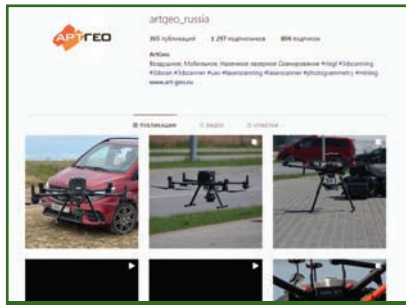
КБ «Панорама»
[@kbpanorama](#)



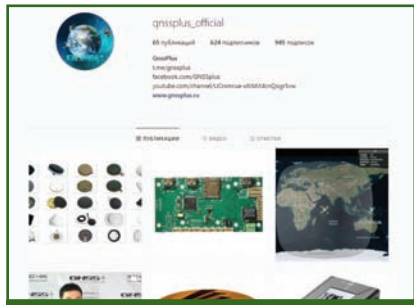
АО «Роскартография»
[@roscartography](#)



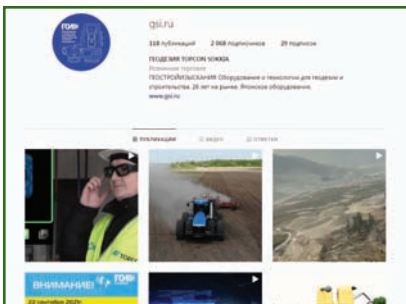
ГК «Геоскан»
[@geoscan.aero](#)



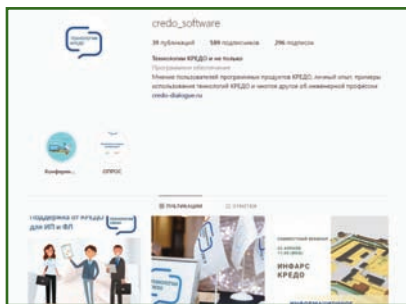
«АртГео»
[@artgeo_russia](#)



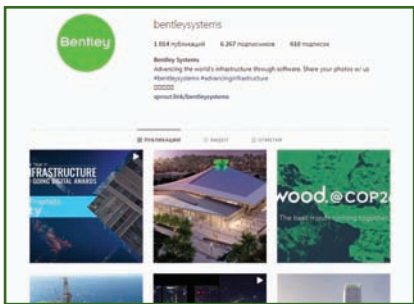
«ГНСС плюс»
[@gnssplus_official](#)



«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»
[@gsi.ru](#)



«Кредо-Диалог»
[@credo_software](#)



Bentley Systems
[@bentleysystems](#)



dji ENTERPRISE

MATRICE 300 RTK

ZENMUSE L1

ZENMUSE P1

Решения для геодезии и аэрофотосъемки



+ 7 (495) 781 78 88
info@art-geo.ru

www.art-geo.ru
www.artdrone.ru

R12i

ПРИЁМНИК ГНСС



Взгляд на съёмку под другим углом

ГНСС система **Trimble® R12i** с инерциальной компенсацией наклона вехи **Trimble TIP™**, уникальным RTK процессором **Trimble ProPoint™** и современным контроллером **Trimble TSC5** с популярной программой **Trimble Access** под **Android**.

