

#6  
2023

 ТЕОДРОФОРМ  
#126

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ


 ГСИ®

Информационный партнер

РОСРЕЕСТР НА ВЫСТАВКЕ-  
ФОРУМЕ «РОССИЯ».  
ПЕРВЫЕ ИТОГИ РАБОТЫ

О ЕДИНСТВЕ ИЗМЕРЕНИЙ  
КООРДИНАТНЫХ И  
КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННЫХ  
СИ В РФ

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ  
ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИЕМНИКИ  
SINO GNSS

БАС ПРИ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ  
ПОЛИГОНОВ ТКО В РОССИИ

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА  
ТИМ КРЕДО ГНСС

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ МАРШРУТЫ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

К 100-ЛЕТИЮ ПОЧЕТНОГО  
ДОКТОРА МИИГАИК  
ФРИЦА ДЕЙМЛИХА





**РАКУРС**

- 30 лет на рынке геоинформатики
- Разработка программного обеспечения
- Картографические и фотограмметрические работы
- Поставка данных ДЗЗ
- Участие в НИР и ОКР
- Техническая поддержка
- Консалтинг



**PHOTOMOD**

ОБРАБОТКА ОПТИЧЕСКИХ И РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ



**PHOTOMOD**  
ЦФС



**PHOTOMOD**  
Radar



**PHOTOMOD**  
Lite



**PHOTOMOD**  
Conveyor



**PHOTOMOD**  
GeoMosaic



**PHOTOMOD**  
3D-MOD



**PHOTOMOD**  
UAS



**PHOTOMOD**  
AutoUAS



**PHOTOMOD**  
StereoMeasure



**PHOTOMOD**  
GeoCloud



**PHOTOMOD**  
StereoClient



**PHOTOMOD**  
GeoCalculator



АО «Ракурс»  
+7 495 720-51-27  
info@racurs.ru  
<https://racurs.ru>

**ВЫБЕРИ НУЖНЫЙ РАКУРС!**

### Уважаемые коллеги!

На ВДНХ 4 ноября 2023 г. открылась Международная выставка-форум «Россия», которая продлится 161 день и будет работать до 12 апреля 2024 г. Она проходит в соответствии с Указом Президента РФ от 29.03.2023 г. № 215 «Об Организационном комитете по подготовке и проведению Международной выставки-форума «Россия».

Важнейшие достижения нашей страны представлены в различных павильонах ВДНХ на 131 экспозиции, где ежедневно проводятся разнообразные мероприятия.

Участниками выставки-форума являются все 89 регионов России, федеральные министерства, корпорации и общественные организации. Так, например, экспозиции регионов РФ размещены в павильоне № 75, в залах «А» и «В».

В павильоне № 15 находится экспозиция «Строим будущее», которая объединяет Минстрой России, Росреестр, «Туризм.РФ», «ДОМ.РФ» и крупнейшие компании.

Узнать о деятельности российских организаций в области геодезии, картографии и кадастра, познакомиться с историей зарождения и развития профессий геодезиста, картографа, кадастрового инженера и их значением для государства и общества можно в одном из залов, где размещена экспозиция Росреестра. Ее торжественно открыли 25 ноября 2023 г. О.А. Скуфинский, руководитель Росреестра, и В.Л. Жданов, генеральный директор ППК «Роскадастр». На экспозиции представлены: старинные геодезические инструменты и современные электронные средства измерений, предоставленные ООО «ГЕОСТРОИЗЫСКАНИЯ»; беспилотные летательные аппараты для аэрофототопографической съемки и лазерного сканирования при проведении кадастровых работ, разработанные ООО «Геоскан», а также интерактивный стенд «Земля — людям», который знакомит с историей становления Росреестра на протяжении последних 15 лет, с современным состоянием и перспективами развития службы.

В лектории — зале на 50 мест, оснащенном демонстрационным оборудованием, организаторы экспозиции «Строим будущее» проводят презентации, лекции и мастер-классы. Дата проведения мероприятий и программа размещаются на сайте выставки-форума в разделе «Афиша» (<https://russia.ru/events>) и в социальных сетях организаторов.

В ноябре-декабре 2023 г. Росреестр организовал и провел несколько мероприятий, вызвавших большой интерес у посетителей, среди которых были представители производственных, образовательных и научных организаций, профессиональных объединений кадастровых инженеров, студенты колледжей и вузов, школьники.

В зале, где расположена экспозиция Росреестра, можно было принять участие в VR-игре «Почувствуй себя земельным инспектором».

Отметим некоторые из мероприятий, которые состоялись в лектории.

Лекции: «Современные тематические карты: от разработки до реализации» (АО «Роскартография»), «О государственной геодезической сети Российской Федерации» (ППК «Роскадастр»), «О выдающемся ученом В.Я. Струве и памятнике культурного наследия ЮНЕСКО «Геодезическая дуга Струве» (МИИГАиК), «О Дуге Струве в районе Северного полюса на архипелаге Шпицбергена» с демонстрацией документального фильма (Рязанское областное отделение РГО), «Что такое геодезия и кто такой геодезист?» (МИИГАиК).

Презентации: «Услуги Корпоративного университета ППК «Роскадастр» (ППК «Роскадастр»), «Единая электронная картографическая основа» (ППК «Роскадастр»).

Мастер-класс «Невидимый надзор» (Управление Росреестра по Московской области, ООО «ГЕОСТРОИЗЫСКАНИЯ» и ООО «Геоскан»).

В 2024 г. в лектории павильона № 15 продолжатся лекции, презентации и мастер-классы, которые организует Росреестр совместно с партнерами. Из ближайших мероприятий следует отметить: лекцию-семинар «Демонстрация федерального портала пространственных данных» и лекцию «Демонстрация услуг корпоративного университета ППК «Роскадастр».

Следите за анонсами на официальном сайте выставки — <https://russia.ru>.

Редакция журнала

# БАС ДЛЯ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ



## ГЕОСКАН GEMINI M

Комплексный инструмент для решения ваших задач.

Компактный и легкий БВС с мультиспектральной камерой Geoscan Pollux позволяет получать ортофотопланы в естественных цветах и индексные карты вегетации.

## GEOSCAN POLLUX

Разработка Геоскана с использованием новейших компонентов и технологий, совместимая с БВС разных производителей. Позволяет вести съемку одновременно в пяти узких (12–40 нм) диапазонах: видимых (R, G, B), дальнем красном и ближнем ИК.



Пять независимых каналов



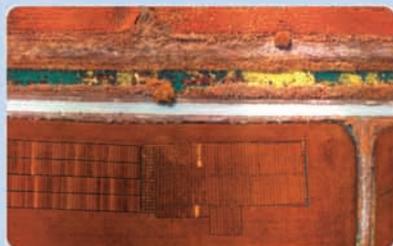
5,2 см/пикс с высоты 120 м



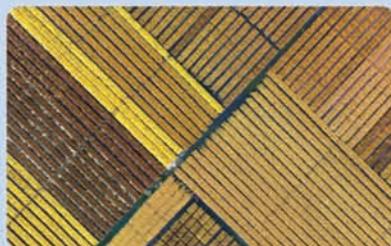
Разрешение 1440×1080



Полная поддержка в Agisoft Metashape



Получайте данные с мультиспектральной камеры и рассчитывайте различные индексы вегетации: SAVI, NDVI, NDRE, LAI и др.



Создавайте ЦММ, композитные растровые изображения и псевдо-цветные комбинации для разделения культурных растений и сорняков.

Геоскан Gemini M — это технологичность и высокая производительность в решении задач сельского и лесного хозяйства, геологоразведки, экологии. Убедитесь в этом сами!

Геоскан — ведущий российский разработчик и производитель беспилотных воздушных судов, а также ПО для фотограмметрической обработки данных и трехмерной визуализации.

13 лет на рынке

Свои технологии и производство

Обучение клиентов и поддержка 24/7

GEOSCAN

+7 812 363-33-87 | sale@geoscan.ru | www.geoscan.ru



Редакция благодарит компании,  
поддержавшие издание журнала:

«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»  
(Информационный партнер),  
ГК «Геоскан», АО «Ракурс»,  
КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»,  
ГБУ «Мосгоргеотрест», «УГТ-Холдинг»,  
«ЭСТИ», ПК «ГЕО», GeoTop

Издатель  
**ИП Романчикова М.С.**

Учредитель  
**В.В. Грошев**

Главный редактор  
**М.С. Романчикова**

Редактор  
**Е.А. Дикая**

Дизайн макета  
**И.А. Петрович**

Дизайн обложки  
**И.А. Петрович**

Интернет-поддержка  
**«Инфодизайн»**

Почтовый адрес: 117513, Москва,  
Ленинский пр-т, 135, корп. 2  
E-mail: [info@geoprofi.ru](mailto:info@geoprofi.ru)

Интернет-версия  
[www.geoprofi.ru](http://www.geoprofi.ru)



[https://vk.com/geoprofi\\_2003](https://vk.com/geoprofi_2003)

[https://t.me/geoprofi\\_2003](https://t.me/geoprofi_2003)

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

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

**ISSN 2306-8736**

Периодичность издания —  
шесть номеров в год.

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

Тираж 1000 экз. Цена свободная.

Номер подписан в печать 29.12.2023 г.

Печать Издательство «Проспект»

## ОТ РЕДАКЦИИ

**РОСРЕЕСТР НА МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ-ФОРУМЕ  
«РОССИЯ». ПЕРВЫЕ ИТОГИ РАБОТЫ** 1

## ТЕХНОЛОГИИ

А.А. Копытов, Е.В. Петрова, С.В. Птушкин  
**ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА: ОТ ИДЕИ  
ДО РЕАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДОМ** 4

И.С. Сильвестров, Д.С. Печерица, А.В. Мазуркевич,  
Е.А. Карауш, В.И. Лесниченко  
**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КООРДИНАТНЫХ И  
КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В РФ** 8

**ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ПОЛИГОНОВ ТКО РОССИИ С БАС** 15

Л.В. Тенюго, Д.В. Грохольский  
**ТИМ КРЕДО ГНСС — ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ  
ДЛЯ ПОСТОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ  
ИЗМЕРЕНИЙ** 16

**ПРИЕМНИКИ SINOGNSS КОМПАНИИ COMNAV  
TECHNOLOGY ИЗ КНР** 20

## ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

В.Л. Зайченко  
**ПРОФЕССОР Ф. ДЕЙМЛИХ — ПОЧЕТНЫЙ ДОКТОР  
МИИГАИК. К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ** 25

А.С. Богданов  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ. МАРШРУТ ПЕРВЫЙ** 28

При оформлении первой страницы обложки использован фрагмент фото с сайта  
Международной выставки-форума «Россия» — <https://russia.ramediabank.ru>.  
Автор: Павел Бедняков. Источник: Фотохост-агентство РИА Новости.



# ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА: ОТ ИДЕИ ДО РЕАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА УПРАВЛЕНИЯ ГОРОДОМ

**А.А. Копытов** (ГБУ «Мосгоргеотрест»)

В 2011 г. окончил Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского. С 2016 г. работает в ГБУ «Мосгоргеотрест», в настоящее время — заместитель начальника отдела.

**Е.В. Петрова** (ГБУ «Мосгоргеотрест»)

В 2014 г. окончила Московский государственный университет геодезии и картографии. С 2021 г. работает в ГБУ «Мосгоргеотрест», в настоящее время — инженер II категории.

**С.В. Птушкин** (ГБУ «Мосгоргеотрест»)

В 2007 г. окончил Государственный университет по землеустройству. С 2007 г. работает в ГБУ «Мосгоргеотрест», в настоящее время — начальник сектора.

Первые шаги в трехмерный мир ГБУ «Мосгоргеотрест» совершило еще в 2005 г. — была создана трехмерная модель, которая являлась экспериментальной работой в рамках реализации Распоряжения Правительства Москвы от 06.04.2005 г. № 547-РП «О проведении эксперимента по созданию трехмерной цифровой модели территории города Москвы». Работы велись в два этапа, в ходе которых была разработана модель на территорию Московского международного делового центра (ММДЦ) «Москва-Сити» на основе ЕГКО Москвы и материалов Общегородского банка данных дистанционного зондирования территории города Москвы. Впоследствии этот проект расширился за счет создания трехмерной модели основной трассы пешеходного туристического маршрута «Нескучный сад — ММДЦ «Москва-Сити». Его основной целью являлось совершенствование архитектурно-строительного проектирования этой территории.

Однако на тот период времени техническое и, главное, технологическое обеспечение пользователей не позволяли активно внедрять в эксплуатируемые информационные системы результаты трехмерного моделирования на большие по площади территории. В основном в работе проектных организаций использовались локальные модели в качестве исходной трехмерной основы при проектировании городских объектов.

Немалую роль в прогрессе «трехмерного мира» сыграли стремительно развивающиеся технологии сбора исходных данных. Начиная с 2009 г., результаты таких изменений ежегодно находили воплощение в мероприятиях государственных программ города Москвы в части создания и развития единого геоинформационного пространства, заказчиком которых выступал Комитет по архитектуре и градостроительству города Москвы.

Чем привлекает к себе трехмерное пространство и в чем его эффективность?

Прежде всего, это иной взгляд на текущие и перспективные задачи по развитию единого геоинформационного пространства города Москвы, которые подтягивают за собой другие отраслевые направления. Их достаточно много — строительство и реконструкция, транспортная инфраструктура, экология, благоустройство и озеленение, оперативное и перспективное планирование, осуществление контрольных функций, правопорядок, мероприятия по упреждению чрезвычайных ситуаций, реализация государственных услуг, вопросы управления и экономического развития, туризм.

Совсем другие перспективы открываются при одновременном использовании пространственных данных подземного, наземного и надземного пространства. Комплексное представление подземных инженерных коммуникаций и сооружений, данных о геологическом строении объектов дневной поверхности позволяют по-но-



**Рис. 1**  
Пример встраивания проектируемого района в существующую застройку на основе фотограмметрической модели

вому использовать трехмерную информацию (рис. 1).

Целью является формирование нового облика единого городского геоинформационного пространства, обеспечение перехода от отдельных территориальных моделей до единой детализированной модели всего города.

Цифровой двойник города — это не только представление всех трехмерных данных в едином пространстве, но также инструмент для оперативного поиска и выявления проблем с возможностью низкоуровневого анализа пространственных данных, что достаточно для принятия решений. Для корректной работы этого сложного «организма» необходимы штат профессионалов для подготовки и оптимизации исходных данных, аппаратная часть в виде платформы для оперативной загрузки всех данных, правильно структурированное и продуманное картографическое обеспечение трехмерного пространства.

Картографическое обеспечение запросов к базам данных и другие требования, связанные с

разработкой тематических сценариев показа, — это необходимый функционал при интерактивной работе. Особенности отображения модели и ее отдельных частей на разных уровнях визуализации, включающих ближний, средний и дальний планы, также нуждаются в оптимизированных решениях. К основным техническим условиям этого направления, требующим неотложного решения, относятся:

- исключение искажений строений и их отдельных частей;

- повышение качества текстурирования моделей;

- геометрическая реалистичность при визуализации объектов с учетом выступающих архитектурных деталей;

- полное соответствие по колористическому решению объектов местности, включая сохранение оттенков цвета и отражающего эффекта при использовании сценариев, связанных со сменой времени суток, времени года и погодных условий;

- представление всей городской территории в едином

проекте с учетом оптимизации объема каждой модели;

- возможность использования трехмерных моделей одной и той же территории с различными вариантами рельефа и без него с целью обеспечения нескольких сценариев;

- обеспечение разработки различных сценариев показа и реалистичных анимаций.

Перечисленные условия в большей степени относятся к видимой трехмерной модели, т. е. к ее наземной и надземной частям. Но именно она является основой для формирования многомерного геоинформационного пространства. На ее основе объединяются данные, относящиеся к подземному пространству, проектные решения, данные отраслевых информационных систем, прочая информация, загружаемая в режиме реального времени при соответствующей технической реализации. Такая особенность порождает приоритетный интерес именно к видимой части трехмерной модели (рис. 2).

Структура модели и архитектура программного комплекса

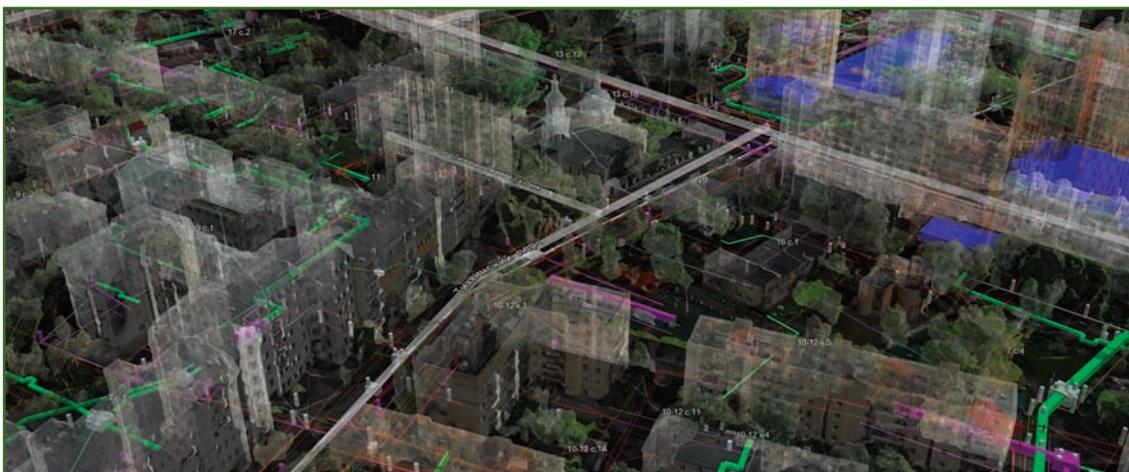


Рис. 2

Пример отображения подземных моделей путем добавления прозрачности к фотограмметрической модели

позволяют обеспечивать необходимые в работе технические решения. Одними из наиболее востребованных можно назвать следующие:

- поиск информации по атрибутам, пространственный поиск или сочетание нескольких вариантов поиска с возможностью подключения сторонних поисковых систем;

- поддержка стандарта 3D Tiles для обеспечения потоковой передачи наборов массивов данных (в виде растра, вектора и mesh) и рендеринга (отрисовки);

- поддержка формата KML для обеспечения геопространственной привязки;

- поддержка форматов glTF, KMZ и SKP для передачи трехмерных моделей с геопривязкой на различные устройства;

- поддержка стандарта CityGML для описания объектов моделирования с различными уровнями детализации, что позволяет при визуализации последовательно менять детальность отображения объектов на экране (мониторе) при приближении и удалении;

- возможность использования тематических модулей (например, для тоннелей и мостов), а также виртуальных трехмерных моделей для анализа и отображения задач по различным направлениям (например, в

пешеходной навигации, тематическом моделировании, анализе данных и др.);

- поддержка стандартов WFS и MVT для запросов и редактирования векторных пространственных данных посредством web-технологий;

- поддержка стандартов WMS и TMS для запросов и редактирования растровых пространственных данных посредством web-технологий;

- совместимость данных для использования в различных проектах за счет соответствия общепринятым стандартам Open Geospatial Consortium, W3W Consortium.

Основная составляющая цифрового двойника — это исходные данные для создания и ведения трехмерной модели города Москвы. От их подготовки и актуальности зависит весь жизненный цикл модели.

В качестве исходных данных используются информационные ресурсы ЕГКО Москвы, создаваемые и актуализируемые в процессе производственной деятельности ГБУ «Мосгоргеотрест»:

- актуальные версии Цифрового картографического фона масштаба 1:10000;

- актуальные версии цифровых топографических планов масштаба 1:2000;

- цифровая модель детализированных крыш;

- трехмерная цифровая модель тоннелей и подмостовых пространств;

- информационные ресурсы Общегородского банка данных дистанционного зондирования территории города Москвы;

- материалы мобильного лазерного сканирования;

- материалы наземного лазерного сканирования.

На стадии работ 2018 г. использовали:

- трехмерная цифровая модель типовых фасадов зданий и сооружений;

- трехмерная цифровая модель городских доминант;

- трехмерная цифровая модель зданий с нетиповыми фасадами.

С 2020 г. в формировании трехмерного пространства активно применяются фотограмметрические данные в качестве отдельного слоя. В настоящее время отработаны технологии для быстрой визуализации фотограмметрических данных высокого пространственного разрешения и детализации (рис. 3). В цифровом пространстве используются результаты аэрофотосъемки с пилотируемых и беспилотных авиационных систем. Для обеспечения «многослойности» фотограм-

метрических данных с момента первых полетов было внедрено немало улучшений:

- разработаны технические требования к построению фотограмметрических моделей, что позволило привести данные к единой структуре;

- использована технология WebGL для отображения больших объемов данных;

- использован модуль Draco для ускорения загрузки и отображения фотограмметрических данных;

- реализована обработка данных нейросетями.

Что касается будущего фотограмметрических и геоинформационных данных в трехмерном пространстве на службе города — это визуализация данных на базе Unreal. Unreal имеет безусловные преимущества, к которым относятся:

- открытый исходный код;

- обширная коллекция ассетов (компонентов), которые можно использовать в проекте;

- высокая производительность, отрисовка в режиме реального времени колоссального количества полигонов;

- технология Nanite (интеллектуальная оптимизация модели);

- подготовка модели осуществляется один раз в максимальном качестве;

- отказ от карты нормалей;

- реалистичное освещение текстуры;

- возможность повышения уровня представления фотограмметрической модели за счет постобработки Unreal.

Для цифрового трехмерного пространства 2023 год был годом усовершенствования представления архитектурно-градостроительных решений (АГР), которое включало в себя возможности отображения моделей АГР с максимальной детализацией в режиме реального времени, визуализацию объектов капитального строительства совместно с благоустройством, разные виды представления (ночной, при разных погодных условиях). План развития цифрового двойника, включающего архитектурно-градостроительные решения, заключается в предварительной экспертизе АГР на основе текущего банка согласованных АГР за счет интеграции в процесс нейросетей и машинного обучения.

Все это является основными направлениями работ и идеологии по формированию единого

городского трехмерного пространства. В настоящее время усилия ГБУ «Мосгоргеотрест» приоритетно направлены на моделирование территории Москвы в границах 2011 г. с использованием динамического текстурирования. Это достаточно большая по площади территория (1073 км<sup>2</sup>), причем активно развивающаяся, перестраивающаяся, реконструирующаяся. Чтобы ее освоить, необходимо приложить немало усилий. Но, несмотря на это, начинаются работы и на территории Новой Москвы.

В проектах также предусмотрены уникальные технические решения, над которыми с 2019 г. активно работает ГБУ «Мосгоргеотрест». Развитие параметрического моделирования объектов и окружающей среды — очень интересная задача, которую можно решить с помощью внедрения в процессы моделирования методов машинного обучения, освоения новых технологий сбора и подготовки исходных данных.

По нашему мнению, информация о городе не только должна быть представлена с точки зрения пешеходов или с высоты птичьего полета, но и дополнена материалами поэтажного отображения строений, существующих планировок, что позволит подготовить пространство для глобального информационного моделирования.

Таким образом, цифровой двойник — это совершенно иное восприятие городской среды, иные условия реализации задач по жизнеобеспечению города, новый уровень ведомственного и межведомственного взаимодействия, новые экономические возможности, основа для перехода к цифровой экономике, иной взгляд на среду проживания, именуемую городом Москвой, в которой предстоит жить и работать сегодняшнему и будущим поколениям.



**Рис. 3**

Пример модели архитектурно-градостроительного решения в существующей застройке

# МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КООРДИНАТНЫХ И КООРДИНАТНО- ВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В РФ

## **И.С. Сильвестров (ВНИИФТРИ)**

В 2003 г. окончил факультет микроприборов и технической кибернетики Национального исследовательского университета «Московский институт электронной техники» по специальности «магистр по направлению информатика и вычислительная техника». После окончания университета работает в ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИФТРИ), в настоящее время — заместитель начальника научно-исследовательского отделения. Кандидат технических наук.

## **Д.С. Печерица (ВНИИФТРИ)**

В 2010 г. окончил МГТУ им. Н.Э. Баумана по специальности «инженер-электромеханик». С 2011 г. работает в ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИФТРИ), в настоящее время — заместитель начальника отделения. Кандидат технических наук.

## **А.В. Мазуркевич (ВНИИФТРИ)**

В 1998 г. окончил Серпуховский военный институт РВСН (в настоящее время — Серпуховский филиал Военной академии РВСН имени Петра Великого) по специальности «приборы и системы ориентации, навигации и стабилизации». После окончания института проходил службу в должности помощника начальника отделения контроля прицеливания и астрономо-геодезического обеспечения войсковой части 44039. С 2002 г. работал в 32-м Государственном научно-исследовательском институте МО РФ. С 2012 г. работает в ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИФТРИ), в настоящее время — начальник отдела метрологического обеспечения геодезических измерений.

## **Е.А. Карауш (ВНИИФТРИ)**

В 2012 г. окончила Институт оптики и оптических технологий Сибирской государственной геодезической академии по специальности «метрология и метрологическое обеспечение» (в настоящее время — Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск). С 2008 г. работала в Сибирской государственной геодезической академии, с 2012 г. — в Сибирском научно-исследовательском институте метрологии (Новосибирск). С 2018 г. работает в ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИФТРИ), в настоящее время — старший научный сотрудник. Кандидат технических наук.

## **В.И. Лесниченко (ВНИИФТРИ)**

В 2019 г. окончил геодезический факультет Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) с присвоением квалификации инженер по специальности «прикладная геодезия». С 2018 г. работал в ГБУ «Мосгоргеотрест». С 2019 г. работает в ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИФТРИ), в настоящее время — младший научный сотрудник.

Стремительное развитие и массовое применение в последние десятилетия в различных сферах деятельности координатных и координатно-временных средств измерений (СИ), созданных порой с помощью различных конструкторских решений, но объединенных единым набором метрологических характеристик, требует разработки и создания специализированных средств и методик для оценки их действительных технических характеристик. Это вызвано необходимостью контроля качества и обеспечения единства измерений для таких СИ на всех этапах их жизненного цикла как при производстве, так и в ходе эксплуатации. Одновременно необходимо заметить, что применение данных средств измерений часто находится в сфере действия Федерального закона от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». При этом в настоящее время широко используются более ста видов средств измерений координат (приращений координат, вектора скорости), и каждый год различными производителями проводится как модернизация существующих, так и выпуск новых приборов.

До недавнего времени координатные и координатно-временные средства измерений относились к средствам измерений длины, плоского угла и других величин, что в свою очередь приводило к невозможности учета всех составляющих погрешности измерений при определении координат. Но, в связи с развитием технологий погрешности средств измерений координат, особенно в отношении оптических технологий, подошли к таким малым значениям, что неучтенная составляющая погрешности, например, вызванная несовершенством программного обеспечения, могла

уже составлять до 50% от общей погрешности прибора [1]. Соответственно, старые методики и модели оценки метрологических характеристик таких СИ уже не в полной мере обеспечивали оценку их погрешности в части измерений координат. Таким образом, возникла необходимость в выделении координатных и координатно-временных СИ в отдельную группу, для которой погрешность измерений координат нормируется как конечная характеристика и оценивается с учетом всех составляющих погрешности, влияющих на конечный результат измерений.

Одновременно необходимо учитывать, что корректная оценка погрешности координатных и координатно-временных средств измерений играет значительную роль при их использовании в следующих областях.

1. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. Производство навигационных космических аппаратов, метрологическое обеспечение производства и эксплуатации составных частей системы.

2. Геодезия и картография. Проведение высокоточных проектно-изыскательских и земельно-кадастровых работ, выполнение измерений в рамках работ по созданию цифровых двойников городов.

3. Координатно-временное и навигационное обеспечение. Доступность и простота определения координат и времени практически в любой точке Земли и околоземного пространства существенно увеличили число потребителей навигационных технологий. Открылись новые возможности для решения задач экономики, обороны и безопасности, создания глобальных систем мониторинга, диспетчеризации и управле-

ния практически неограниченным количеством объектов.

4. Мониторинг характеристик объектов повышенной опасности. Геодезический мониторинг опасных геофизических и геологических процессов природного происхождения (оползневые явления, изменение режимов подземных озер и водотоков), опасных геофизических и геологических процессов техногенного происхождения (деформации и сдвиги поверхности при проведении добычи полезных ископаемых, масштабных строительных работ), деформационных процессов инженерных комплексов и строительных конструкций (крупные промышленные сооружения, многоэтажные жилые комплексы, общественные и административные здания большой площади и повышенной этажности, общественные здания монументального характера), деформационных процессов особо опасных производств и сооружений (энергетические, гидротехнические, транспортные объекты, в том числе мосты, элементы ГЭС и АЭС). Оптимальное планирование и контроль перемещения, установки и удаления крупных частей сооружений или оборудования, точное профилирование и построение трехмерных моделей различных объектов.

5. Обеспечение измерительных задач в рамках «цифрового производства». Автоматическая или автоматизированная прецизионная сборка деталей и узлов самолетов, кораблей, космических аппаратов и др., контроль геометрических характеристик прецизионных деталей на производственной линии на соответствие цифровой модели изделия.

6. Проведение различных научных исследований, основанных на бесконтактных методах измерений, например, направленных на изучение, рес-

таврацию или воссоздание памятников архитектуры.

Для построения единого подхода к метрологическому обеспечению координатных и координатно-временных средств измерений в ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИФТРИ) завершаются работы по созданию фундаментальной основы по данному виду измерений. Они включают создание Государственного первичного специального эталона координат местоположения ГЭТ 218-2022, совершенствование Государственного первичного специального эталона единицы длины ГЭТ 199-2018 в части трехмерных измерений, переработку Государственной поверочной схемы для координатно-временных средств измерений, редактирование действующих и написание новых стандартов, разработку методик выполнения измерений, а также других нормативно-правовых и технических документов по данной тематике.

В рамках совершенствования ГЭТ 199-2018 с целью обеспечения единства измерений для высокоточных тахеометров в режиме трехмерных измерений был разработан Эталонный комплекс трехмерных измерений (измерений координат, приращений координат) в диапазоне до 60 м. Создание комплекса успешно завершилось в июне 2023 г.

В результате были решены все поставленные перед научным коллективом задачи, а именно:

- расширены функциональные характеристики эталона в части обеспечения единства измерений для высокоточных электронных тахеометров и их аналогов при измерении координат (приращений координат);

- разработаны методы передачи единицы длины в части измерений координат (приращений координат) при определении метрологических характеристик высокоточных электронных тахеометров и их аналогов.

После завершения испытаний были получены характеристики в части трехмерных изме-

рений, которые должны дополнить существующие характеристики ГЭТ 199-2018 в диапазоне до 60 м (табл. 1).

Принцип работы Эталонного комплекса трехмерных измерений (измерений координат, приращений координат) в диапазоне до 60 м заключается в воспроизведении единицы длины при проведении трехмерных измерений (измерений длин векторов в трехмерной системе координат). Единица длины задается расстоянием (трехмерным вектором в пространстве), определенным по приращениям координат между центрами эталонных хранителей координат. Комплекс состоит из двух стендов.

Стенд, оснащенный эталонными сферами, марками, пре-



**Рис. 1**  
Общий вид стенда для передачи единицы длины (приращений координат) во всем угловом диапазоне измерений

**Характеристики в части трехмерных измерений ГЭТ 199-2018**

**Таблица 1**

Наименование характеристики	Значение характеристики
Среднее квадратическое отклонение результата измерений $S$ (при 10 независимых измерениях) в режиме измерений приращений координат (длины), мкм	25,0
Неисключенная систематическая погрешность $\Theta(p)$ (при $p = 0,99$ ) в режиме измерений приращений координат (длины), мкм	$\pm 19$



**Рис. 2**  
*Общий вид стенда для передачи единицы длины в режиме измерений приращений координат в диапазоне измерений длины до 60 м*

цизионными отражателями и мерами координат, предназначенный для передачи единицы длины (приращений координат) во всем угловом диапазоне измерений, расположен в помещении № 116 корпуса 28 ВНИИФТРИ (рис. 1).

Стенд, оснащенный эталонными сферами, предназначенный для передачи единицы длины в режиме измерений приращений координат в диапазоне измерений длины до 60 м, расположен в помещении № 002 корпуса 78 ВНИИФТРИ (рис. 2).

Усовершенствованный Государственный первичный специальный эталон единицы длины ГЭТ 199-2018 возглавит уточненную Государственную поверочную схему для координатно-временных средств измерений, обеспечивая воспроизведение и передачу единицы длины в режиме трехмерных измерений (измерений координат, приращений координат) к рабочим эталонам и рабочим средствам измерений с необходимым запасом метрологической точности.

Кроме того, Приказом Росстандарта № 2175 от 1 сентября

2022 г. был утвержден новый Государственный первичный специальный эталон координат местоположения ГЭТ 218-2022, разработанный научным коллективом ВНИИФТРИ.

ГЭТ 218-2022 предназначен для применения в качестве исходного эталона координат местоположения на территории РФ. Новый эталон позволил повысить точность и достоверность решения задачи обеспечения единства измерений для средств измерений координат, спутниковой геодезической и навигационной аппаратуры, использующей сигналы глобальных навигационных спутниковых систем (ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou), и наземных дополнений (сетей активных базовых станций), а также средств измерений азимута [2]. Стоит также отметить прогнозы научного сообщества о развитии ГНСС и внедрении услуг таких систем в различные сферы деятельности.

Значительная часть средств измерений, применяемая в области геодезии, радиосвязи, различных систем радионавигации, радиолокации и др.,

имеет метрологические характеристики в части хранения абсолютных координат, воспроизведения и измерения приращений координат местоположения потребителя ГНСС в системах координат WGS-84, ПЗ-90.11, ГСК-2011, ITRF, измерения и воспроизведения беззапросной дальности, измерения скорости изменения беззапросной дальности и измерения астрономического азимута. Возросший уровень точности координатно-временных измерений, а также увеличение числа средств измерений [3] привели к необходимости создания Государственного первичного специального эталона координат местоположения в трехмерном пространстве. Целью создания нового эталона является развитие комплекса средств метрологического обеспечения отечественной системы ГЛОНАСС в части метрологического обеспечения средств измерения координат, решение задач обеспечения единства измерений спутниковой геодезической и навигационной аппаратуры, использующей сигналы ГНСС и наземных дополнений, а также средств измерений азимута (астрокоррекции и астровизирования). К наиболее востребованным задачам относится передача единиц величин от ГЭТ 218-2022 к рабочим эталонам 1-го и 2-го разрядов и обеспечение прослеживаемости СИ, имеющих в своем составе высокоточную навигационную аппаратуру потребителя услуг ГНСС, средства измерений азимуты направлений и углов пространственной ориентации.

При этом разработанный ГЭТ 218-2022 должен обеспечивать возможность проведения испытаний, с целью определения метрологических характеристик, в том числе перспективных средств измерений, включая высокоточные беззапрос-

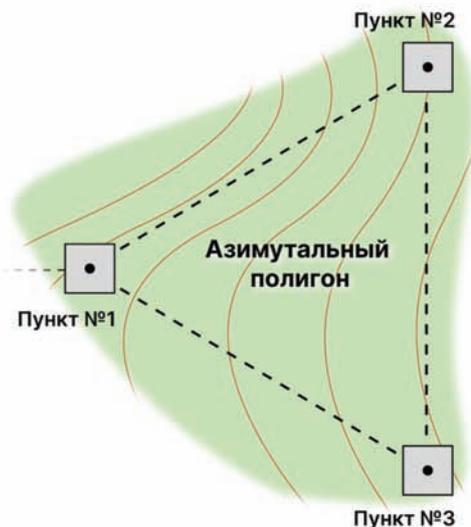


Рис. 3

Сеть стационарных геодезических пунктов из состава КСМО СИК (ГЭТ 218-2022)

ные измерительные системы, прецизионные ГНСС-приемники с режимом абсолютных/относительных фазовых измерений [4].

Государственный первичный специальный эталон координат местоположения ГЭТ 218-2022 состоит из двух частей [2].

1. Комплекс средств метрологического обеспечения средств измерений координат (КСМО СИК).

КСМО СИК предназначен для измерения (воспроизведения) беззапросной дальности по фазе дальномерного кода (фазе несущей частоты), измерения (воспроизведения) скорости изменения беззапросной дальности (беззапросной скорости), а также воспроизведения координат потребителя ГНСС.

В состав КСМО СИК входят:

- осциллограф высокоточный цифровой запоминающий LabMaster;
- навигационная аппаратура потребителя (НАП) прецизионного класса Septentrio;
- сеть стационарных геодезических пунктов (рис. 3);
- специальное программно-математическое обеспечение;
- имитатор сигналов ГНСС прецизионный Spirent (рис. 4);

— комплекс эталонный средств хранения шкалы времени (рис. 4);

— светодальномер фазовый высокоточный — тахеометр электронный Leica.

2. Комплекс средств метрологического обеспечения средств измерений азимута (КСМО СИА).

В состав КСМО СИА входят:

- автоматическая система астрономического азимутального ориентирования;
- комплекс средств передачи и сравнения шкал времени;
- комплект оптического хранителя азимутальных направлений;



Рис. 4

Имитатор сигналов и комплекс хранения шкалы времени из состава КСМО СИК



**Рис. 5**  
Лабораторный комплекс КСМО СИА с автоматическим астрологом на фундаменте

— комплект средств измерений навигационно-геодезических и астрономических параметров;

— переносчик астрономического азимута;

— система внутренних и наружных геодезических пунктов;

— автоматизированное рабочее место обработки измерительной информации.

КСМО СИА предназначен для измерения (воспроизведения) астрономических азимутов хранителей азимутальных направлений опико-электронным астрологом, хранения азимутов и передачи азимута средствам измерений (рис. 5).

**Метрологические характеристики эталона ГЭТ 218-2022**

**Таблица 2**

Наименование характеристики	Значение характеристики
В части хранения абсолютных координат: — неисключенная систематическая погрешность, м	Не превышает 0,01
В части измерения приращений координат в системах координат WGS-84, ПЗ-90.11, ГСК-2011, ITRF: — среднее квадратическое отклонение, м; — неисключенная систематическая погрешность, м	Не превышает $0,5 \times 10^{-6} L$ , где L — приращение координат Не превышает 0,001
В части воспроизведения координат потребителя ГНСС в системах координат WGS-84, ПЗ-90.11, ГСК-2011, ITRF: — среднее квадратическое отклонение, м; — неисключенная систематическая погрешность, м	Не превышает 0,02 Не превышает 0,03
В части воспроизведения/измерения беззапросной дальности по фазе дальномерного кода: — среднее квадратическое отклонение, м; — неисключенная систематическая погрешность, м	Не превышает 0,02 Не превышает 0,02
В части воспроизведения/измерения беззапросной дальности по фазе несущей частоты: — среднее квадратическое отклонение, м	Не превышает 0,006
В части формирования скорости потребителя ГНСС — среднее квадратическое отклонение, м/с; — неисключенная систематическая погрешность, м/с	Не превышает 0,004 Не превышает 0,002
В части воспроизведения/измерения скорости изменения беззапросной дальности: — среднее квадратическое отклонение, м/с; — неисключенная систематическая погрешность, м/с	Не превышает 0,004 Не превышает 0,001
В части измерения астрономического азимута оптического хранителя азимутальных направлений: — среднее квадратическое отклонение, " ; — неисключенная систематическая погрешность, "	Не превышает 0,5 Не превышает 0,5

Основные метрологические характеристики ГЭТ 218-2022, подтвержденные в ходе исследований, приведены в табл. 2.

Одновременно с завершением работ по созданию специальной эталонной базы для метрологического обеспечения координатных и координатно-временных СИ специалистами ВНИИФТРИ была проведена большая работа по пересмотру Государственной поверочной схемы для координатно-временных измерений, которая в настоящее время прошла все этапы согласования и ожидает утверждения на заседании НТК Росстандарта.

В обновленную Государственную поверочную схему для координатно-временных измерений включен новый Государственный первичный специальный эталон координат местоположения ГЭТ 218-2022. Кроме того, рабочие эталоны 2-го разряда дополнены высокоточными гирокомпасами, гироскопами геодезическими, гиротеодолитами, комплектами астрономических теодолитов, специализированной НАП, а геодезическим средствам измерений добавлены характеристики в части погрешности определения координат местоположения и погрешности измерения азимута.

Продолжается разработка новых стандартов и других нормативно-правовых и технических документов по тематике данного вида измерений.

В заключение необходимо отметить, что на данный момент представляется целесообразным использовать системный подход к обеспечению единства измерений в области координатных и координатно-временных измерений, основывающийся на общих принципах, изложенных выше. В первую очередь это касается разработки и совершенствования систе-

мы эталонов для координатных измерений, системного анализа и корректировки поверочных схем, разработки методик и эталонов для проведения испытаний и поверки координатных СИ, аттестации алгоритмов и программ координатных измерений, а также разработки или коррекции нормативных документов, выполнение требований которых является необходимым условием обеспечения единства измерений для координатных измерений.

Ключевые изменения метрологического обеспечения произошли в области координатно-временных измерений:

- утвержден новый Государственный первичный специальный эталон координат местоположения ГЭТ 218-2022;

- пересмотрена Государственная поверочная схема координатно-временных измерений;

- усовершенствован Государственный первичный специальный эталон единицы длины ГЭТ 199-2018.

Перечисленные направления работ выполнялись прежде всего для обеспечения единства измерений координат местоположения навигационной и геодезической аппаратуры потребителя, средств измерений азимута и углов пространственной ориентации. В настоящее время ГЭТ 199-2018 и ГЭТ 218-2022 являются основой метрологического обеспечения координатно-временных СИ.

Такой подход позволит повысить точность и достоверность решения задачи обеспечения единства измерений для оптико-электронных средств измерений координат — лазерных координатно-измерительных систем (трекеры, сканеры промышленные и геодезические, авиационные сканирующие системы, тахеометры с функцией сканирования и трех-

мерных измерений и их аналогов), спутниковой геодезической и навигационной аппаратуры, использующей сигналы ГНСС и наземных дополнений, и выведет на новую ступень развития средства испытаний в области геодезических и навигационных технологий. В числе наиболее востребованных средств измерений, к которым будет обеспечена передача единиц величин от ГЭТ 218-2022 и ГЭТ 199-2018, новые образцы навигационной аппаратуры потребителей ГНСС, лазерные координатно-измерительные системы, азимутальные средства измерений.

#### ▼ Список литературы

1. Мазуркевич А.В., Сильвестров И.С. Совершенствование Государственного первичного специального эталона единицы длины ГЭТ 199-2018 с целью обеспечения единства измерений для высокоточных тахеометров в режиме трехмерных измерений // Метрология времени и пространства. Материалы X Международного симпозиума. — Менделеево, 2021. — С. 131–134.

2. Карауш Е.А., Печерица Д.С. Государственный первичный специальный эталон координат местоположения ГЭТ 218-2022: исследование метрологических характеристик // Измерительная техника. — 2022. — № 11. — С. 3–8.

3. Донченко С.И. Участие метрологических предприятий в реализации научно-технической политики // Альманах современной метрологии. — 2021. — № 1 (25). — С. 8–11.

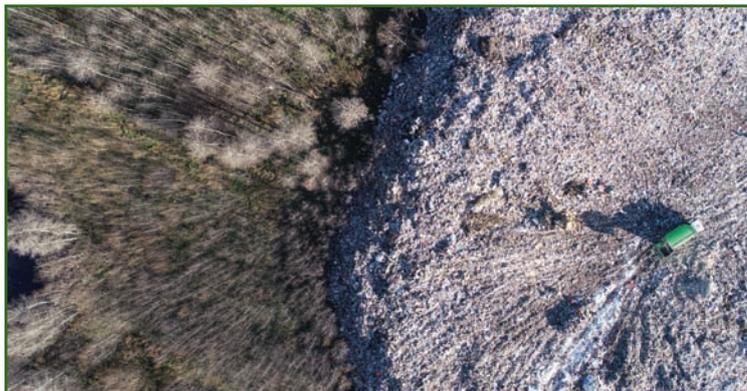
4. Карауш Е.А., Печерица Д.С. Перспективы применения Государственного первичного специального эталона координат ГЭТ 218-2022 для метрологического обеспечения высокоточной навигационной аппаратуры потребителя ГНСС // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. — 2023. — Т. 1. — № 2. — С. 299–305.

# ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ПОЛИГОНОВ ТКО РОССИИ С БАС\*

ГК «Геоскан» осуществляет работы по инвентаризации полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО) и созданию единой базы их цифровых двойников для ППК «Российский экологический оператор» (РЭО). Данный проект направлен на сбор актуальной и достоверной информации о 500 площадках (это более половины всех действующих объектов размещения ТКО в РФ), что позволит спрогнозировать развитие отрасли в соответствии с федеральными требованиями.

Так, в 2022 г. специалисты компании осуществили аэрофотосъемку (АФС), воздушное лазерное сканирование (ВЛС) и панорамную съемку 28 полигонов в восьми субъектах РФ: Чеченской Республике, Республике Дагестан, Карачаево-Черкесской Республике, Республике Ингушетия, Кабардино-Балкарской Республике, а также Астраханской, Самарской и Вологодской областях. Работы проводились с помощью аэрофотосъемочных комплексов «Геоскан 401 Геодезия» и «Геоскан 401 Лидар». В результате были получены детальные снимки территорий, построены облака точек и составлены ситуационные планы, отображающие положение объектов в общем ландшафте. Эти данные позволили отследить нарушения в эксплуатации полигонов ТКО, а также выявить остаточную вместимость отходов и благодаря этому точно определить, как долго прослужит каждая из площадок.

В 2023 г. с помощью БВС «Геоскан 401» с разными полез-



ными нагрузками специалисты компании осуществили комплексный экологический мониторинг 100 полигонов в семи федеральных округах России: провели АФС, ВЛС, съемку газоанализатором и тепловизором. Дополнительно подготовили геопривязанные панорамы местности и видеоматериалы. По полученным данным были созданы ортофотопланы и облака точек, а также определены накопленные объемы отходов, остаточная вместимость объектов, прогнозируемый срок эксплуатации и другие параметры.

Все эти материалы в числе других, предоставленных заказчиком (всего по 496 полигонам), будут загружены в новую ГИС. Помимо единого хранилища с полной и актуальной информацией по объектам размещения ТКО, она включает в себя три модуля: обработки данных (с помощью нейросетей и алгоритмов машинного обучения), аналитики и управления дронами. Последний позволит проводить мониторинг на полигонах удаленно и автономно — без участия операторов БВС. Технология будет опробована на двух полигонах: в Московской и Нижегородской обла-

стях, где уже проводится установка станций.

*«Удаленный мониторинг полигонов станет возможен благодаря использованию дрона-порта. Это инструмент, который уже на постоянной основе применяется для оперативного мониторинга строительства и эксплуатации объектов. В нашей отрасли технология протестирована на полигоне Нижегородской области в течение 3 дней. В 2023 г. мы планируем увеличить период тестирования до пяти месяцев. В 2024 г. мы планируем тиражировать опыт и оборудовать часть объектов отечественными дронами и дронами в рамках реализации Национального проекта по развитию беспилотных авиационных систем», — отметил заместитель генерального директора по цифровизации РЭО А. Буров.*

Проект по созданию автономной инфраструктуры для мониторинга полигонов вошел в реестр лучших отечественных ИТ-решений в области экологии и обращения с ТКО по мнению РЭО. Решение было принято по результатам прошедшей на Российском экологическом форуме сессии по треку «Цифровизация».

\* Статья подготовлена пресс-службой ГК «Геоскан».

# ТИМ КРЕДО ГНСС — ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОСТОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

**Л.В. Тенюго** (КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»)

В 2000 г. окончил Белорусскую государственную сельскохозяйственную академию (г. Горки) по специальности «инженер по землеустройству». После окончания академии работал в Республиканском унитарном предприятии «Проектный институт Белгипрозем». С 2018 г. работает в ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ», в настоящее время — руководитель геодезического направления 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.

В настоящее время в связи с необходимостью импортозамещения зарубежных программ недружественных РФ стран возникают вопросы по поиску надежного и универсального отечественного программного обеспечения для постобработки спутниковых геодезических измерений.

В качестве ответа на эти вопросы предлагаем обратить внимание на программную систему ТИМ КРЕДО ГНСС, разработанную ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ» и внесенную в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных (<https://reestr.digital.gov.ru>) — реестровая запись № 20199 от 27.11.2023 г.

Система ТИМ КРЕДО ГНСС является подсистемой программной системы ТИМ КРЕДО и предназначена для обработки спутниковых геодезических измерений приемниками ГНСС, принимающими сигналы глобальных систем позиционирования: ГЛОНАСС, GPS, Galileo и BeiDou.

При разработке ТИМ КРЕДО ГНСС в КОМПАНИИ «КРЕДО-ДИАЛОГ» опирались на предложения пользователей, сотрудничество с поставщиками геодезического оборудования и опыт практического применения выпущенных ранее версий программы КРЕДО ГНСС.

В ТИМ КРЕДО ГНСС выполняется постобработка базовых линий статических и кинематических наблюдений, в том числе сеансов в режиме Stop&Go, и траекторий беспилотных летательных аппаратов.

ТИМ КРЕДО ГНСС — универсальный инструмент, не привязанный к спутниковому геодезическому оборудованию конкретного производителя, «читающий» напрямую спутниковые наблюдения в форматах используемых приемников ГНСС. Система работает под управлением российских операционных систем Astra Linux, РЕД ОС, ALT Linux, AlterOS.

В системе ТИМ КРЕДО ГНСС имеются средства визуализации и анализа исходных данных: графики исходных наблю-

дений, невязок наблюдений, различных коррекций, что делает ее незаменимой при использовании в учебном процессе профильных высших и средних учебных заведений (рис. 1).

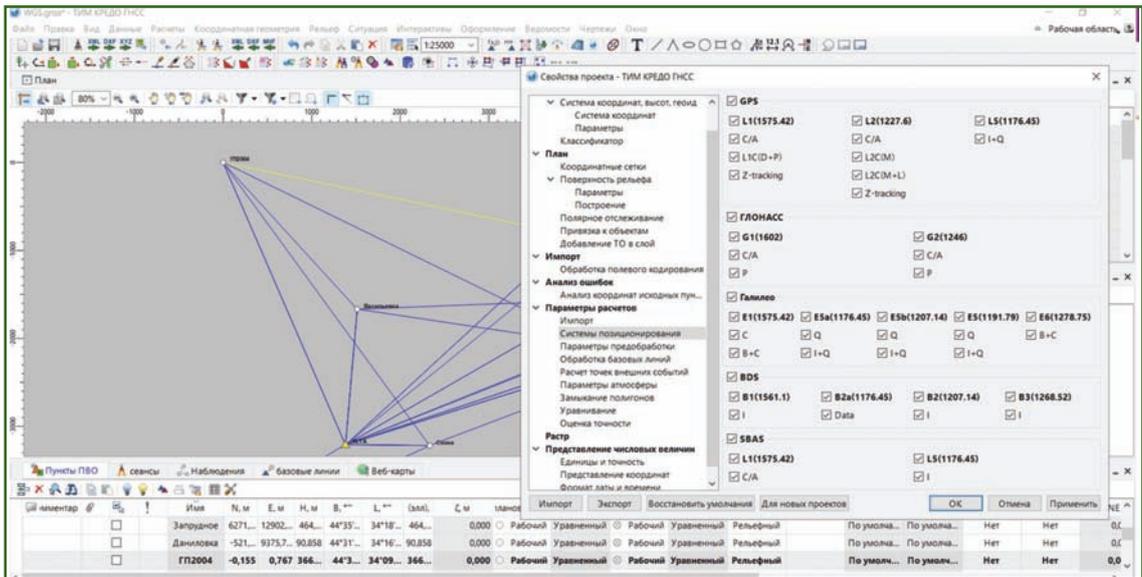
При необходимости с помощью системы ТИМ КРЕДО ГНСС можно:

— рассчитать параметры проекции и параметры датума (калибровка), а также вычислить коррекции по высоте;

— выполнить анализ координат исходных пунктов для выявления ошибок в координатах этих пунктов, при постобработке статики или кинематики от нескольких баз.

В ТИМ КРЕДО ГНСС импортируются спутниковые геодезические измерения и эфемериды в формате RINEX (версии 2.0–4.0) и в форматах геодезических приемников ГНСС, используемых в РФ.

Возможно подключение картографических сервисов Google Maps, Bing или добавление тайлового или WMS/WFS произвольного файлового сервера, а также импорт растровых изоб-



**Рис. 1**  
 Редактирование характеристик наблюдаемых спутников глобальных систем позиционирования

ражений в форматах BMP, GIF, TIFF (GeoTIFF), JPEG, JPEG2000, PNG, CRF, CLI, ECW, RSW.

В качестве дополнительных данных могут быть использованы существующие материалы в формате DXF/DWG или ТороXML. В ТИМ КРЕДО ГНСС также импортируются векторные данные и координаты точек из текстовых файлов в произвольных форматах, настраиваемых пользователем.

Система ТИМ КРЕДО ГНСС поддерживает:

- работу в эллипсоидальной и нормальной системах высот с поставляемой или

пользовательской моделями геоида;

- импорт моделей геоида в форматах GGF, RGM и GEM;

- установку дополнительных вертикальных коррекций для системы нормальных высот.

Для удобства использования точных эфемерид параметров ионосферы и других данных, доступных на публичных серверах, реализована функция автоматической загрузки данных на время наблюдений проекта. Поддерживается работа с сервером точных эфемерид ИАЦ ГЛОНАСС, серверами IGS с файлами эфемерид в формате

коротких имен в архивах \*.z (до октября 2022 г.) и в формате длинных имен в архивах \*.gz.

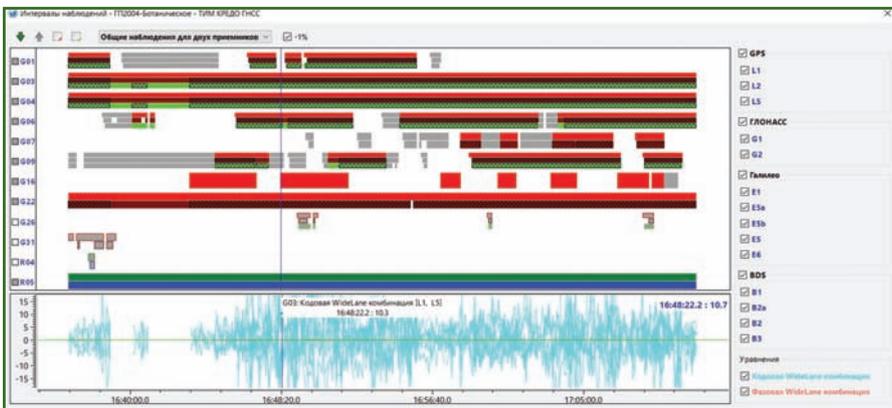
Система ТИМ КРЕДО ГНСС позволяет автоматически выбрать оптимальную стратегию расчета, обеспечивающую высокую точность и достоверность результатов, с возможностью гибко управлять анализом данных и расчетами. Имеются следующие функции редактирования данных по сессиям и наблюдениям:

- объединение сеансов наблюдений;
- изменение режима наблюдений («статика», «кинематика»);

- изменение даты (это весьма актуально для пользователей устаревших, но вполне работоспособных приемников ГНСС, некорректно работающих после обнуления счетчика недель GPS).

В ТИМ КРЕДО ГНСС спутниковые геодезические наблюдения могут быть экспортированы в форматы RINEX версий 2.10 и 3.04.

В случае обработки наблюдений низкого качества, небольшой продолжительности, выполненных в сложных условиях



**Рис. 2**  
 Окно универсального редактора наблюдений по глобальным системам позиционирования и частотам при расчете базовой линии

при расчете базовой линии, может быть получено некачественное решение. В подсистеме реализована возможность отключить отдельные спутники, эпохи или группы измерений для базовой линии. Просмотр графиков по всем спутникам позволяет без труда локализовать проблемные спутники и эпохи. Окно редактирования интервалов наблюдений позволяет точно определить, в каком именно уравнении позиционирования (на какой частоте) возникла проблема, и отключить ненужные временные интервалы по выбранным частотам (рис. 2).

ТИМ КРЕДО ГНСС позволяет выполнить расчет параметров проекции при отсутствии сведений о системе координат для исходных пунктов и вычисление коррекции по высоте (калибровку). Имеется функционал расчета параметров датума по координатам точек в известной проекции и координатам, полученным из спутниковых геодезических наблюдений (рис. 3).

Преимуществом ТИМ КРЕДО ГНСС является возможность анализировать координаты исходных пунктов и до уравнивания выявить проблемы сходимости координат (рис. 4). Для

оценки качества и внутренней сходимости измерений можно выполнить свободное уравнивание независимо от наличия ошибок в координатах исходных пунктов. Для высокоточных измерений с использованием нескольких одновременно работающих приемников предусмотрен поиск независимых векторов в сети.

В ТИМ КРЕДО ГНСС уравнивание спутниковой геодезической сети можно проводить двумя независимыми методами: уравниванием пространственных трехмерных векторов с моделированием поправок в эллипсоидальные координаты пунктов и

раздельным уравниванием плановых и высотных компонентов вектора.

Система позволяет выполнять расчет траекторий спутниковых приемников беспилотных летательных аппаратов, а также координат точек внешних событий при аэрофотосъемке и воздушном лазерном сканировании для фиксации времени срабатывания затвора камеры (рис. 5). При необходимости метки событий могут быть импортированы из текстовых файлов произвольного формата с настройкой шаблона. Для удобства анализа поправок графики в окне редактирования

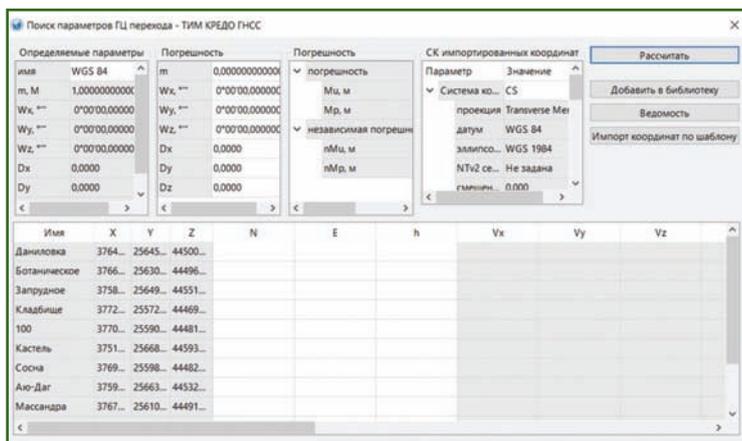


Рис. 3  
Окно расчета параметров датума (калибровки)

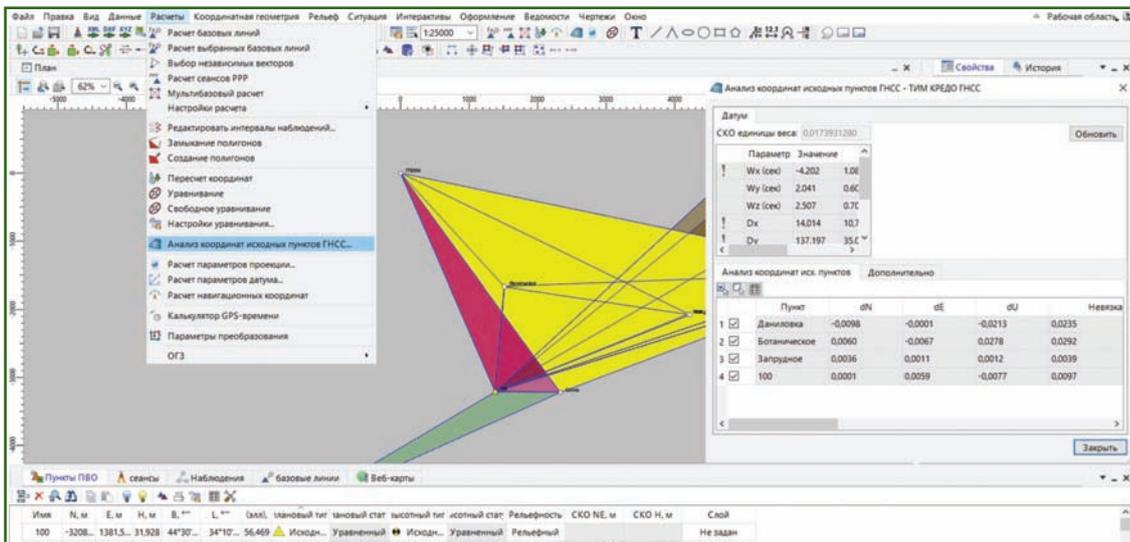
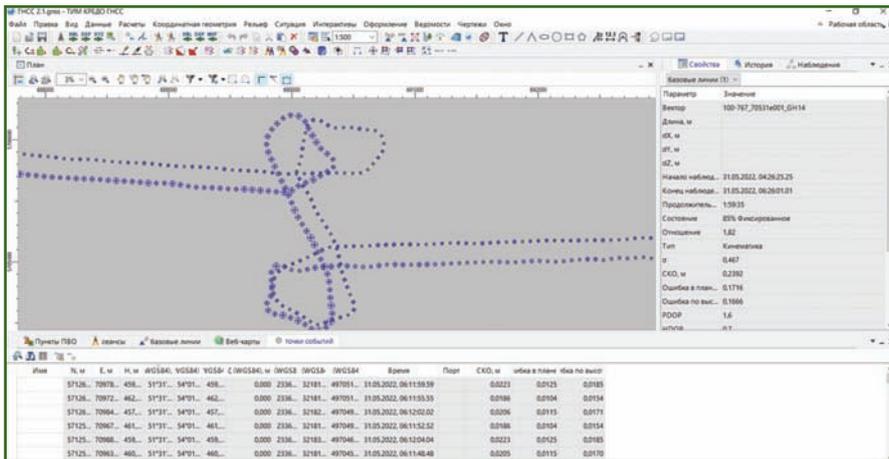


Рис. 4  
Команда анализа координат исходных пунктов



**Рис. 5**  
Расчет траектории беспилотного летательного аппарата (отображение полученных данных в виде графики и таблицы)

интервалов синхронизированы с маркером на траектории, позволяя таким образом сопоставить большие значения поправок с проблемными местами на траектории.

На основе меток внешних событий на траектории полета беспилотного летательного аппарата определяются координаты точек внешних событий. После расчета траектории ошибки в координатах точек внешних событий визуализируются эллипсами ошибок.

Для редуцирования координат центра антенны спутникового приемника беспилотного летательного аппарата на позицию камеры задается вертикальное, продольное и поперечное смещение камеры относительно центра антенны.

Точки и траектории экспортируются в текстовые файлы в любом представлении координат с оценкой точности. Формат настраивается при помощи шаблонов.

Система ТИМ КРЕДО ГНСС работает со стандартным классификатором топографических объектов и системами полевого кодирования системы ТИМ КРЕДО ДАТ, обеспечивая возможность использования одних и тех же кодов объектов при съемке как классическими методами, так и с помощью при-

емников ГНСС. Спутниковая геодезическая сеть, полученная по результатам постобработки базовых линий, может быть уравнена с помощью функционала 3D-уравнивания системы ТИМ КРЕДО ГНСС для совместного уравнивания с наземными измерениями в ТИМ КРЕДО ДАТ.

В ТИМ КРЕДО ГНСС постоянно расширяется список поддерживаемых форматов спутникового геодезического оборудования, появляющегося на рынке РФ.

Уточняется достоверность результатов постобработки с поддержкой новых сигналов модернизированных спутников и возможностью формировать различные комбинации сигналов для расчета.

Дорабатывается возможность расчета PPP-решения, а также расчета сетевого решения от пунктов IGS.

Таким образом, основными преимуществами программной системы ТИМ КРЕДО ГНСС являются:

- ответственное решение для обработки спутниковых геодезических наблюдений;
- универсальный инструмент, не привязанный к спутниковому геодезическому оборудованию конкретного производителя, позволяющий проводить загрузку ГНСС-измерений в форматах приемников ГНСС;

- расчет параметров проекции, параметров датума (калибровка) и вычисление коррекции по высоте;

- анализ координат исходных пунктов для выявления ошибок в координатах этих пунктов, при расчетах статики или кинематики от нескольких баз;

- работа с космическими снимками и картографическими материалами через веб-сервисы, загрузки растровых изображений;

- интеграция с другими подсистемами программной системы ТИМ КРЕДО;

- работа под управлением российских операционных систем.

КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ» постоянно ведет работу над совершенствованием системы ТИМ КРЕДО ГНСС и выпуском новых версий. Ждем ваших предложений, которые помогут расширить возможности системы.

Получить дополнительную информацию о технических возможностях программной системы ТИМ КРЕДО ГНСС, а также узнать ее стоимость, можно, отсканировав приведенный QR-код.



**ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ»**  
Тел: (499) 350-73-15  
E-mail: [moscow@credo-dialogue.com](mailto:moscow@credo-dialogue.com)  
[www.credo-dialogue.ru](http://www.credo-dialogue.ru)

# ПРИЕМНИКИ SINOGNSS КОМПАНИИ COMNAV TECHNOLOGY ИЗ КНР\*

## ► Приемники SinoGNSS серии T300 — 10 лет на полевой службе

В 2022 г. компания «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» провела масштабную работу по расширению номенклатуры поставляемого геодезического оборудования и, в частности, приемников ГНСС. Среди всего многообразия мировых производителей геодезического спутникового оборудования была выбрана компания ComNav Technology Ltd. из КНР, выпускающая приемники ГНСС под брендом SinoGNSS.

Компания ComNav Technology разрабатывает и производит OEM-платы, приемники ГНСС, полевые контроллеры, защищенные планшеты, собственное программное обеспечение, беспилотные летательные аппараты и другие решения для высокоточных систем позиционирования.

Первым приемником под брендом SinoGNSS 10 лет назад стал SinoGNSS T300. Его дебют состоялся на выставке INTERGEO 2013 в Германии.

Компания «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» в 2022 г. начала поставки в РФ его более современного собрата — SinoGNSS T300 Plus. Он показал отличные результаты при тестировании, и вот уже больше года с каждым днем увеличивается число его пользователей по всей России. За это время приемник SinoGNSS T300 Plus успел зарекомендовать себя как надежный помощник в полевых условиях.

В приемнике серии T300 — SinoGNSS T300 Plus — исполь-

зуются чипы и платы, изготовленные компанией ComNav Technology. Чипы данного производителя также находят применение при создании геодезического спутникового оборудования других брендов. Технологии ComNav Technology постоянно модернизируются. Рассмотрим развитие приемников SinoGNSS серии T300 за 10 лет.

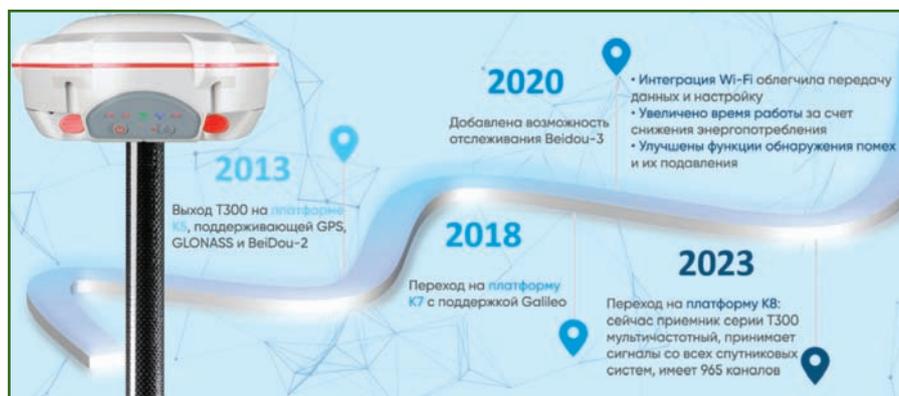
Несмотря на прошедшее время, приемники серии T300 сумели сохранить свой неподвластный времени внешний вид. Классический дизайн служит символом преемственности и надежности в быстро меняющейся отрасли геодезических спутниковых измерений. Такое постоянство в дизайне представители компании ComNav Technology комментируют не просто как эстетический выбор, но и как отражение неизменной приверженности предоставлять пользователям знакомое, доступное и в то же время высокопроизводительное средство измерения.

С 2013 г. приемники серии T300 прошли значительный путь непрерывных инноваций.



Первая версия приемника серии T300 базировалась на платформе K5, поддерживающей GPS, ГЛОНАСС и BeiDou-2. Переход на платформу K7 в 2018 г. позволил дополнить прием сигналов Galileo. Покороче в 2020 г. была завершена разработка спутниковой навигационной системы BeiDou-3, в приемнике снова увеличилось количество отслеживаемых созвездий навигационных спутников.

Развитие серии T300 на этом не закончилось. С внедрением платформы K8 приемник SinoGNSS T300 Plus получил 965 каналов с поддержкой приема сигналов со всех глобальных навигационных спутниковых систем, что еще больше повы-



\* Статья подготовлена пресс-службой компании «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ».

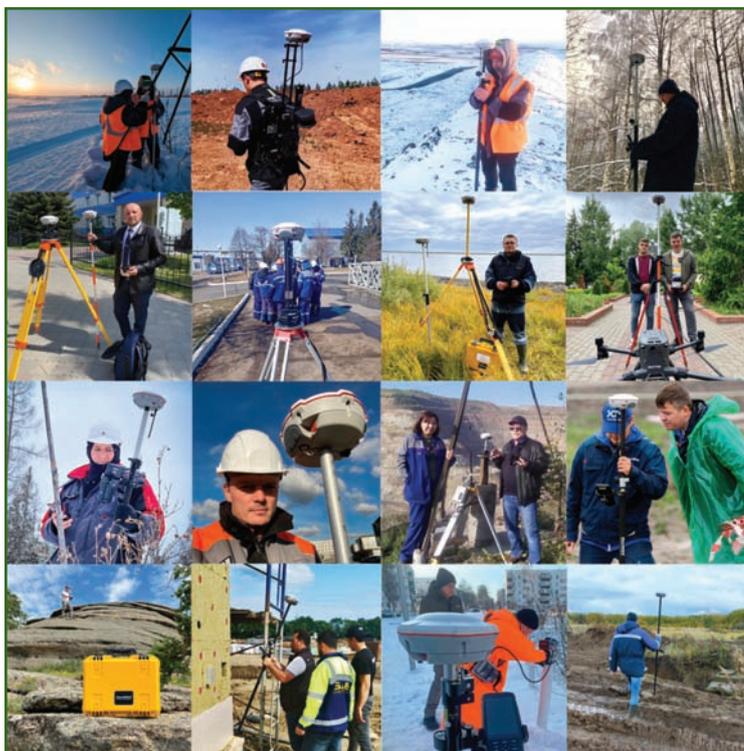
сило его точность позиционирования.

С каждым обновлением компания ComNav Technology укрепляла свою приверженность поддерживать серию T300 в соответствии с последними достижениями в области глобальной и региональной спутниковой навигации. Интеграция в функционал приемника Wi-Fi облегчила передачу данных, а появление веб-интерфейса упростило его настройку. В то же время это снизило энергопотребление, обеспечив более длительное время работы в полевых условиях. Кроме того, улучшились функции обнаружения помех и их подавления, что еще больше повысило надежность и точность позиционирования приемников серии T300 в сложных условиях — вблизи высотных зданий или в залесенной местности.

Современная модель приемника SinoGNSS T300 Plus расширила сферы применения и активно используется для решения задач в таких областях деятельности, как геодезия, картография, беспилотная авиация, точное земледелие, инженерные изыскания, строительство, кадастр и многих других.

С выпуском SinoGNSS T300 Plus продолжилось совершенствование серии T300. В настоящее время приемник включает модуль инерциального измерительного блока (IMU), поддерживающий компенсацию наклона вертикальной оси приемника до 60° при сохранении высокой точности в пределах 2,5 см. Это значительно повышает эффективность, удобство и надежность работы, причем без необходимости трудоемкой калибровки магнитометра и акселерометра.

Геодезисты более 120 стран используют в своей работе приемники серии T300. Положительные отзывы клиентов подтверждают надежность его по-



следней модели SinoGNSS T300 Plus. Она отлично зарекомендовала себя в различных условиях съемки, оставив свой след по всему миру. И в нашей стране эту модель приемника активно используют геодезисты от Калининграда до Владивостока, отправляя нам живописные «фотоприветы».

SinoGNSS T300 Plus продолжает оставаться актуальным, многофункциональным и одним из самых доступных приемников ГНСС, благодаря привлекательной стоимости.

Подводя итог, отметим ключевые характеристики SinoGNSS T300 Plus:

- 965 каналов позволяют принимать сигналы всех глобальных и региональных навигационных спутниковых систем;
- технология QUANTUM Generation III обеспечивает точное позиционирование;
- компактный и легкий — 950 г;
- объем встроенной памяти — 8 Гбайт;
- Wi-Fi/UHF/4G — поддерживают надежность и достоверность позиционирования;

- компенсируется угол наклона вертикальной оси приемника до 60°;

- предоставляется возможность «горячей замены» аккумуляторов.

Подробнее о SinoGNSS T300 Plus — [www.gsi.ru/catalog/gnss/sinognss\\_t300\\_plus](http://www.gsi.ru/catalog/gnss/sinognss_t300_plus).

▼ **SinoGNSS T30 — современный, доступный, надежный напарник геодезиста**

Новый компактный спутниковый геодезический приемник SinoGNSS T30 компании ComNav Technology Ltd. имеет вес 1,2 кг и конструктивно представляет собой моноблок размером 155x155x73 мм, в котором объединены встроенная антенна и приемник. Пять светодиодных индикаторов позволяют контролировать заряд аккумулятора, отслеживание спутников, прием дифференциальных данных и работу Wi-Fi/GPRS.

11 июля 2023 г. SinoGNSS T30 внесен в Госреестр СИ под наименованием «Аппаратура геодезическая спутниковая», номер 89462-23, со сроком действия свидетельства до 10 июля

2028 г. и с межповерочным интервалом 1 год (см. ФГИС «АРШИН» в разделе «Утвержденные типы средств измерений» — <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/register/4>).

Остановимся на ключевых характеристиках SinoGNSS T30.

Приемник имеет 1198 спутниковых каналов, что позволяет отслеживать сигналы навигационных спутников:

- глобальных навигационных спутниковых систем: GPS (L1 C/A, L2C, L2P, L5), Beidou (B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b), ГЛОНАСС (L1, L2), Galileo (E1, E5a, E5b, E6, AltBOC);

- региональных навигационных спутниковых систем: QZSS (L1 C/A, L1C, L2C, L5;) и NavIC (IRNSS) (L5);

- систем дифференциальной коррекции глобальных навигационных спутниковых систем (SBAS): WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, СДКМ и BDSBAS.

Кроме того, приемник принимает сигналы спутниковой связи L-Band.

Наличие передовой технологии QUANTUM III и встроенного чипа SinoGNSS нового поколения обеспечивает надежное и стабильное позиционирование даже в сложных условиях съемки.

Приемник имеет встроенную память объемом 8 Гбайт.

Скорость выдачи данных составляет 1, 2, 5, 10 и 20 Гц.

Поддерживает форматы данных:

- ввод/вывод поправок: RTCM 2.X, 3.X, CMR, CMR+;

- определение координат: ASCII: NMEA-01823 GSV, RMC, HDT, VHD, GGA, GSA, ZDA, VTG, GST; PTNL, PJK; PTNL, AVR; PTNL, GGK Протоколы ComNav (до 20 Гц).

Время инициализации составляет <10 с, восстановление сигнала <1,5 с, а надежность инициализации <99,9%.

Точность позиционирования составляет:

- в режиме «статика» и «быстрая статика»: в плане — 2,5 мм + 0,5 мм/км и по высоте — 5 мм + 0,5 мм/км;

- в режиме реального времени (RTK): в плане — 5 мм + 0,5 мм/км и по высоте: 10 мм + 0,8 мм/км;

- в режиме DGPS: в плане — 250 мм + 1 мм/км и по высоте — 500 мм + 1 мм/км.

Благодаря наличию встроенного датчика IMU и алгоритма, разработанного производителем, SinoGNSS T30 не подвержен магнитным помехам и не требует проведения калибровки. Кроме того, при включенном IMU обеспечивается компенсация наклона вертикальной оси приемника до 60°. Необходимость отслеживания вертикального положения вехи по уровню отпадает, сокращая время наблюдений. При этом точность позиционирования в режиме RTK с учетом наклона аппаратуры до 60° составляет: в плане — 13 мм + 1 мм/км + 0,7Т и по высоте — 18 мм + 1 мм/км + 0,7Т, где Т — угол отклонения вертикальной оси приемника от направления в зенит в градусах. Следует отметить, что при наклоне вехи на 60° от вертикали точность позиционирования SinoGNSS T30 будет в пределах 2,5 см.

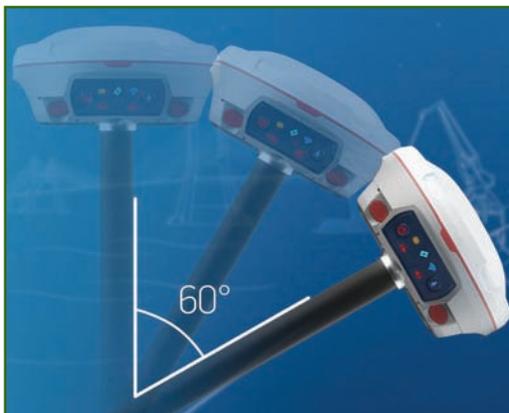
Приемник оснащен новым улучшенным радиомодемом, который позволяет работать совместно с внешними радиомодемами других производителей, а поддержка протокола Satel обеспечивает высокую скорость, стабильность и большую дальность передачи данных по радиоканалу.

SinoGNSS T30 имеет 2 аккумуляторные батареи емкостью 3400 мАч с возможностью «горячей замены», что позволяет не прекращать рабочий процесс при замене одного из них. Время работы от батарей без замены составляет до 16 часов. При низком уровне заряда



одного из аккумуляторов начинает мигать индикатор заряда батарей, что позволяет вовремя выполнить его замену.

Корпус прибора изготовлен из прочного магниевых сплава, что обеспечивает степень пылевлагозащиты IP67. Он выдерживает падение с высоты до 2 м на бетонную поверхность. Рабочий температурный диапазон составляет от -45 °С до +75 °С. Перечисленные характеристики позволяют выполнять измерения приемником SinoGNSS T30 даже в самых суровых погодных-климатических условиях.



В состав базового комплекта входит: приемник SinoGNSS T30, 2 Li-ion аккумулятора, зарядное устройство с блоком питания, интерфейсный кабель, кабель передачи данных USB, кабель — «крокодилы», УКВ-антенна, транспортировочный кейс, секция вехи 30 см, рулетка, втулка для адаптера трегера. Свидетельство о результатах поверки поставляемого при-

емника размещено в электронном виде в ФГИС «АРШИН» в разделе «Сведения о результатах поверки средств измерений» — <https://fgis.gost.ru/fundmetrology/cm/results>.

Гарантийный срок приемника составляет 5 лет (при условии ежегодного прохождения ТО в авторизованном сервисном центре ГСИ).

*Подробнее о SinoGNSS T30 — [https://www.gsi.ru/catalog/gnss/sinognss\\_t30](https://www.gsi.ru/catalog/gnss/sinognss_t30).*

#### ▼ SinoGNSS Venus Laser RTK расширяет рамки геодезической съемки

В настоящее время ComNav Technology Ltd. производит широкий спектр геодезического спутникового оборудования, включая приемники ГНСС с уникальными характеристиками. Одним из таких приборов является SinoGNSS Venus Laser RTK — первый в мире моноблочный спутниковый приемник со встроенным лазерным дальномером и модулем IMU, что позволяет проводить измерения без крепления приемника на вехе.

Venus Laser RTK расширяет возможности геодезической съемки и позволяет решать

сложные задачи, возникающие в полевых условиях, с которыми не справляется обычный приемник ГНСС. С его помощью можно измерять пространственные координаты под навесом (где недоступны сигналы навигационных спутников ГНСС), за высоким забором, в глубоких траншеях и многих других труднодоступных местах (куда невозможно подойти и установить над точкой позиционирования спутниковый приемник).



Приемник имеет 1590 спутниковых каналов и принимает сигналы навигационных спутников:

- глобальных навигационных спутниковых систем: GPS (L1C/A, L1C, L2P, L2C, L5), Beidou (B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b), ГЛОНАСС (G1, G2, G3), Galileo (E1, E5a, E5b, E6, AltBOC);

- региональных навигационных спутниковых систем: QZSS (L1C/A, L2C, L5, L1C) и IRNSS (NavIC) (L5);

- систем дифференциальной коррекции глобальных навигационных спутниковых систем (SBAS): L1C/A.

Используемые в приемнике передовые технологии, разработанные ComNav Technology, и плата K8 нового поколения наделяют SinoGNSS Venus Laser RTK мощными вычислительны-

ми возможностями, точным позиционированием и низким энергопотреблением. С его помощью фиксированное решение может быть получено за считанные секунды.

Эргономичный дизайн прибора разработан специально для максимального удобства его переноски в полевых и городских условиях съемки. Вес приемника составляет всего 380 г и сводит к минимуму усталость пользователя при измерениях, а компактный размер (80x70x150 мм) позволяет поместить его даже в дамскую сумочку.

Venus Laser RTK поддерживает технологию беспроводной передачи данных малого радиуса действия NFC (Near Field Communication), которая дает возможность обмена данными между устройствами, находящимися на расстоянии около 10 см. Приемник можно быстро подключить к контроллеру, разместив их рядом и нажав кнопку на корпусе прибора. После подключения данные, измеренные приемником, сохраняются в памяти контроллера. Например, в сочетании с контроллером SinoGNSS R60 и ПО Survey Master приемник SinoGNSS Venus Laser RTK станет идеальным решением для работы от сети постоянно действующих дифференциальных станций.

Спутниковые определения координат приемником SinoGNSS Venus Laser RTK можно выполнять двумя способами — привычным, установив его на вехе, и в режиме работы с лазерным дальномером без вехи. Лазерный луч дальномера, расположенный в нижней части прибора, обеспечивает наведение на снимаемую точку местности и измерение расстояний до нее с миллиметровой точностью. Встроенное ПО позволяет вычислять пространственные координаты съемочной





точки. В этом случае приемник можно держать в руке и выполнять определение координат, нажав только одну кнопку, расположенную на его корпусе.

Благодаря встроенному датчику IMU третьего поколения и уникальному алгоритму Venus Laser RTK не подвержен магнитным помехам и обеспечивает компенсацию наклона вертикальной оси приемника до  $60^\circ$  с сохранением высокой точности измерений.

Точность определения координат в режиме «статика» и «быстрая статика» составляет: в плане —  $2,5 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм/км}$ ; по высоте —  $5 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм/км}$ .

Точность определения координат в режиме реального времени (RTK) составляет: в плане —  $5 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм/км}$ ; по высоте —  $10 \text{ мм} + 0,8 \text{ мм/км}$ .

При измерениях приемником, установленным на вехе, точность определения координат в режиме RTK с компенсацией угла наклона приемника (допускается наклон вертикальной оси приемника до  $60^\circ$ )

составляет: в плане —  $5 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм/км} + 0,5T$ ; по высоте —  $10 \text{ мм} + 0,8 \text{ мм/км} + 0,5T$ , где  $T$  — угол отклонения вертикальной оси приемника (вехи) от направления в зенит в градусах.

При измерениях приемником в режиме работы с лазерным дальномером без использования вехи точность определения координат в режиме RTK с учетом компенсации угла наклона приемника (допускается наклон вертикальной оси приемника до  $60^\circ$ ) и измерения расстояния встроенным лазерным дальномером составляет: в плане —  $10 \text{ мм} + 0,5 \text{ мм/км} + 0,5T$ ; по высоте —  $15 \text{ мм} + 0,8 \text{ мм/км} + 0,5T$ , где  $T$  — угол отклонения вертикальной оси приемника от направления в зенит в градусах.

Прочный и герметичный корпус Venus Laser RTK имеет степень пылевлагозащиты IP67, выдерживает падение с высоты до 2 м на бетонную поверхность. Встроенный аккумулятор позволяет работать с прибором до 20 часов. При использова-

нии блока питания QC 2.0 время полного заряда аккумулятора составляет менее 4 часов.

Ключевые характеристики SinoGNSS Venus Laser RTK:

- наличие встроенного лазерного дальномера при съемке точек в труднодоступных местах без использования вехи, дальность работы дальномера до 15 м;

- поддержка компенсации наклона вертикальной оси приемника до  $60^\circ$  с помощью модуля IMU;

- прием сигналов со всех навигационных спутниковых систем благодаря наличию 1590 спутниковых каналов;

- компактный размер ( $80 \times 70 \times 150 \text{ мм}$ ) и небольшой вес (380 г);

- быстрое подключение контроллера к приемнику за счет технологии NFC;

- диапазон рабочей температуры от  $-30^\circ \text{C}$  до  $+60^\circ \text{C}$ .

- возможность автоматического сохранения измеренных приемником данных в памяти контроллера.

В комплект поставки входит: приемник SinoGNSS Venus Laser RTK, зарядное устройство, кабель передачи данных USB, транспортировочный кейс, ремешок для переноски, быстросъемный адаптер, поворотный адаптер для вехи.

Гарантийный срок приемника составляет 5 лет (при условии ежегодного прохождения ТО в авторизованном сервисном центре ГСИ).

Посмотреть обзорный видеоролик о приемнике SinoGNSS Venus Laser RTK можно, отсканировав приведенный



QR-код.

Подробнее о SinoGNSS Venus Laser RTK — [https://www.gsi.ru/catalog/gnss/sinognss\\_venus](https://www.gsi.ru/catalog/gnss/sinognss_venus).

# ПРОФЕССОР Ф. ДЕЙМЛИХ — ПОЧЕТНЫЙ ДОКТОР МИИГАИК. К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

В.Л. Зайченко

В 1967 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономогеодезия». После окончания института работал в Якутском АГП и ЦНИИГАиК, служил в частях ВТС ВС СССР (1968–1970 гг.), работал в МИИГАиК, Московском колледже архитектуры и строительных искусств, Колледже геодезии и картографии МИИГАиК, Московском колледже архитектуры и строительства № 7, Государственном университете по землеустройству. Кандидат технических наук, доцент. Лауреат Премии имени Ф.Н. Красовского 2022 г.

*«Нет памяти о прежнем; да и о том, что будет,  
не останется памяти у тех, которые будут после»*

Екклесиаст гл. 1.11

Мы находимся накануне большого события в мире геодезии. 25 мая 2024 г. Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК) отметит 245-ю годовщину со дня основания — 14 мая 1779 г. (по старому стилю). Вся его почти трехвековая история сложена из множества граней, а за ними стоят

люди, создававшие историю геодезии. Перед моими глазами лица коллег, и их так много, что перечислить всех невозможно в рамках одной статьи. Все они, живые и покинувшие нас, посвятили свою жизнь служению любимому делу — геодезии [1, 2]. В этом ряду и Фриц Деймлих — известный немецкий геодезист, профессор, почетный доктор МИИГАиК.

Звание почетный доктор (Doctor honoris causa) было присвоено Ф. Деймлиху в 1979 г. за заслуги в развитии профессиональных отношений между МИИГАиК и Дрезденским техническим университетом (ДТУ, Германия) и в связи с 200-летием МИИГАиК. Но этому предшествовал ряд событий.

Все началось осенним днем 1975 г., когда меня, ассистента кафедры геодезии МИИГАиК, вызвал к себе ректор института, профессор В.Д. Большаков. Он поручил встретиться и составить программу пребывания в Москве профессора Ф. Деймлиха, имя которого мне было известно лишь по книге «Геодезическое инструментоведение» [3]. Так уж случилось, что этот день стал началом 30-летней

дружбы и переписки, которая продолжалась вплоть до рокового 2005 г., несмотря на 21-летнюю разницу в возрасте между мной и Ф. Деймлихом.

Эта статья посвящается памяти и вкладу в геодезическую науку, деловым и дружественным отношениям с МИИГАиК профессора Ф. Деймлиха.

## ▼ Кратко о большом и трудном пути

Фриц Деймлих родился 22 января 1923 г. в городе Ниски (федеральная земля Саксония, Германия) в семье рабочего-токаря. После средней школы он закончил топографическое училище в г. Гёрлитце, расположенное в 130 км к востоку от Дрездена [4].

Во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Ф. Деймлих был мобилизован в саперные войска, и в 1943 г. во время сражения на Курской дуге попал в советский плен. Он содержался в лагере для военнопленных в Казахстане до 1948 г., где основательно выучил русский язык. В 1949 г., после освобождения из плена, Ф. Деймлих вернулся в Восточную Германию и поступил на



Ф. Деймлих (1923–2005)

геодезическое отделение Дрезденской инженерной школы, которую закончил в 1952 г. Свое образование он продолжил на геодезическом факультете Дрезденского технического университета. В 1956 г., после окончания ДТУ, остался в нем работать на кафедре геодезии и кадастра. В 1963 г. защитил докторскую диссертацию на строительном факультете университета [4].

В 1960 г. Ф. Деймлих возглавил геодезическую службу ГДР, и, одновременно, преподавал геодезию в университете имени Карла Маркса в Лейпциге, а с 1973 г. — на геодезическом факультете в Дрезденском техническом университете. В 1976 г. он стал профессором кафедры геодезии ДТУ.

В то время его научно-исследовательская деятельность была направлена на разработку высокоточных нивелиров при тесном сотрудничестве с народным предприятием Карл Цейс в Йене. Результатом этой работы стал первый высокоточный цифровой нивелир [4].

Одновременно он уделял много времени написанию фундаментальной монографии, посвященной геодезическому инструментоведению под общим названием *Instrumentenkunde des Vermessungstecnik* [5]. Эта монография вышла далеко за рамки учебного пособия, была переведена на русский язык и издана в СССР в 1970 г. под названием «Геодезическое инструментоведение» [3]. По словам А.И. Спиридонова, главного метролога головной организации метрологической службы в области геодезии и картографии, в беседе с автором статьи, эта книга стала настольной энциклопедией для специалистов, работающих в области геодезического приборостроения.

Ф. Деймлих постоянно интересовался геодезическими исследованиями, проводимыми в



Старый корпус Дрезденского технического университета  
(Источник — <https://en.wikipedia.org>)

СССР, перевел на немецкий язык ряд книг, изданных в СССР между 1961 и 1985 гг. Последней работой, переведенной на немецкий язык, стала книга «Радиогеодезические и электрооптические измерения», авторы В.Д. Большаков, Ф. Деймлих, А.Н. Голубев, В.П. Васильев [6].

И это, несмотря на то, что он был первым проректором ДТУ (1977–1981 гг.), председателем Научно-технического общества геодезии, фотограмметрии и картографии ГДР (с 1974 по 1990 гг.), членом редакционного совета журнала геодезических технологий WTG-GPK, редактором и членом правления Информационного бюллетеня саксонского отделения ассоциации DVW.

Ф. Деймлих руководил работой аспирантов и подготовил около 30 специалистов высшей квалификации.

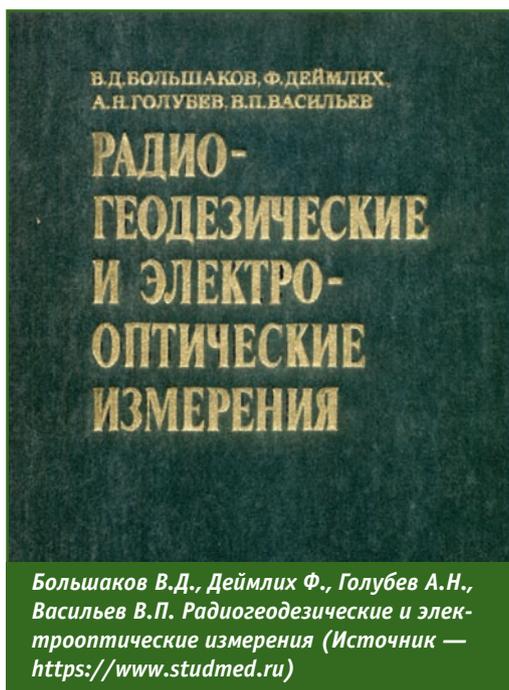
В 1988 г. Ф. Деймлих вышел на пенсию, и в письме от 18 декабря 1988 г. так описал свое новое состояние: «С 1 сентября я на пенсии, т. е. не работаю больше в ДТУ. Но я еще председатель научно-технического общества по геодезии, фотограмметрии и картографии. Времени совсем нет!». Он был и оставался до конца дней трудоголиком. Работать наспех он не умел, в его творчестве не было мгновенных озарений,

только долгий, мучительно взвешенный труд.

Но наступил 1989 г. И в его жизни начался тяжелый период. Объединение Германии привело к новому времени — времени дискриминации. В письме от 30 мая 1993 г. он написал, что в Германии появилась четкая линия между «*ossi* (восточный) и *wessi* (западный)», между гражданами ФРГ и бывшей ГДР. Пенсия профессора в бывшей ГДР «*уменьшилась на 40% и стала в 2 раза (!) ниже пенсии профессора западной части Германии. Мы, бывшая ГДР, как колония*» (письмо



Деймлих Ф. Геодезическое инструментоведение (Источник — <https://www.gsi.ru/art.php?id=995>)



от 24 декабря 1991 г.). Такие вот дела...

Но, возвратимся к предшествующим событиям. В 1960–1980-х гг. по инициативе ректора МИИГАиК В.Д. Большакова была организована работа с вузами стран социалистического лагеря [2], в том числе с Дрезденским техническим университетом, который в 1978 г. отметил свое 150-летие. Делегация МИИГАиК, в составе которой были почетные доктора ДТУ профессор А.И. Дурнев и профессор Н.М. Волков, приняла участие в юбилейных мероприятиях [7].

В юбилейном сборнике, посвященном 200-летию МИИГАиК, отмечалось, что «в настоящее время научно-техническое сотрудничество между институтом и Дрезденским техническим университетом осуществляется на основе заключенного договора. Программа договора предусматривает совместные научные исследования и публикацию результатов, **издание совместных монографий и учебников** (выделено автором). Первая тема гласила: «Совместные методы обучения в вузе по геодезии и их совершенствование»

— научные руководители профессор, доктор технических наук В.Д. Большаков (СССР) и профессор, доктор технических наук Ф. Деймлих (ГДР)» [7].

Результатом реализации этого пункта программы явилась одновременная публикация в СССР и ГДР в 1985 г. вышеуказанной монографии «Радиогодезические и оптические измерения» [6]. В ГДР она вышла под названием Elektronische Streckenmessung [8]. Явление совершенно уникальное в издании геодезической литературы и думаю, что таким и останется.

Шли годы. В 2003 г. в ДТУ был организован коллоквиум, посвященный 80-летию Ф. Деймлиха [9]. Как потом мне стало известно, он уже был тяжело болен.

Наступил 2005 г., и к этому времени письма от Ф. Деймлиха стали редкостью. Не получая ответов, в конце февраля я позвонил ему домой. К телефону подошла Бригитта, его жена, и из этого разговора у меня в памяти осталась лишь одна фраза: «Vladimir, Professor Deumlich starb am 13 Februar» (Владимир, профессор Деймлих умер 13 февраля). Так завершилась наша многолетняя дружба. Осталась только память об этом неординарном человеке исключительной судьбы, не сломленного войной, тягестями послевоенного периода, крушением ГДР и социалистического лагеря, геодезисте, друге МИИГАиК и моем друге.

#### ▼ Вместо заключения

В юбилейный год считаю необходимым напомнить новому поколению студентов и преподавателей о том, на чьих плечах мы стояли и стоим. Память об этом дает надежду на будущее, потому что без знания истории своей специальности и столбов геодезии будущее погрузится в туман.

Как замечательно сказал русский поэт начала XX века Н. Хворов-Данилов [10]:

*«Что-было, что-то будет  
Этот вспомнить, тот забудет  
Кто забудет?.. Где?.. Когда?..».*

Чтобы такого не случилось, новому поколению необходимо систематически изучать историю развития геодезии, уделяя этому самое пристальное внимание, так как от этого в значительной степени зависит и прогресс в отрасли, и ее базовая основа — образование.

*Автор выражает глубокую благодарность доценту Московского государственного университета геодезии и картографии В.В. Голубеву за оказанную помощь в подготовке данной статьи.*

#### ▼ Список литературы

1. Зайченко В.Л. Г.Л. Хинкис — полвека на службе геодезическому образованию СССР и России // Геопрофи. — 2022. — № 5. — С. 9–11.
2. Зайченко В.Л. Василий Дмитриевич Большаков. На встречу 100-летию юбилею // Геопрофи. — 2023. — № 1. — С. 35–39.
3. Деймлих Ф. Геодезическое инструментоведение. — М.: Недра, 1970.
4. H. Hoffmeister. On the death of Prof. Dr. F. Deumlich // Zeitschrift für Vermessungswesen. — 2005. — № 2. — P. 128–130.
5. Fritz Deumlich. Instrumentenrunde der Vermessungstechnik. — Berlin: VEB Verlag für Bauwesen, 1967.
6. Большаков В.Д., Деймлих Ф., Голубев А.Н., Васильев В.П. Радиогодезические и электрооптические измерения / Под ред. В.Д. Большакова. — М.: Недра, 1985.
7. Двухсотлетие Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии 1779–1979 / Под ред. проф. В.Д. Большакова. — М.: МИИГАиК, 1979.
8. V.D. Bolschakov, F. Deumlich, A.N. Golubev, V.P. Vasiliev / Elektronische Streckenmessung. — Berlin: Verl. für Bauwesen, 1985.
9. Möser M. Prof. Dr. Dr. h. c. Fritz Deumlich gestorben // Allgemeine Vermessungs-Nachrichten. — 2005. — № 3. — S. 118.
10. Хворов-Данилов Н. Под Новый год // Пробуждение. — 1913. — № 1.

# САНКТ-ПЕТЕРБУРГ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ. МАРШРУТ ПЕРВЫЙ

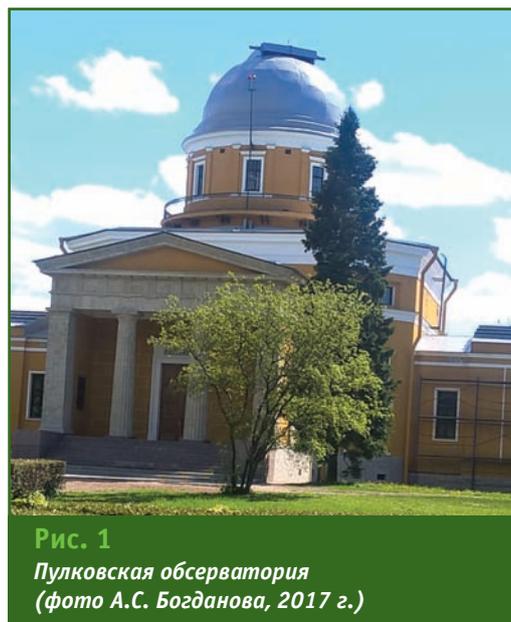
**А.С. Богданов** (Санкт-Петербургская ассоциация геодезии и картографии)

В 1974 г. окончил Ленинградский топографический техникум по специальности «геодезист», в 1984 г. — географический факультет Ленинградского государственного университета по специальности «физико-географ», в 2000 г. — Северо-западную Академию государственной службы при Президенте РФ. После окончания техникума работал в Ленинградском топографическом техникуме, а с 1996 г. — в Комитете по архитектуре и градостроительству Ленинградской области. С 2001 г. по 2015 г. работал в Комитете по градостроительству и архитектуре г. Санкт-Петербурга. В настоящее время — начальник Управления ведения фонда пространственных данных и инженерных изысканий Санкт-Петербургского ГКУ «Центр информационного обеспечения градостроительной деятельности». Президент Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии. Кандидат технических наук. Заслуженный работник геодезии и картографии РФ.

На протяжении 30 лет существования Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии (далее — Ассоциация) ее члены и партнеры, студенты и преподаватели высших и средних специальных учебных заведений города выполнили совместно многочисленные работы по исследованию, спасению и восстановлению раритетов геодезической истории, созданию интерактивных ресурсов для популяризации современных и исторических объектов геодезии и картографии. Полученные материалы легли в основу интерактивной карты «Санкт-Петербург геодезический». Разнообразие геодезических объектов, включенных в интерактивный ресурс, особенно в центральной части города, натолкнуло на мысль о разработке тематических экскурсий, посвященных геодезии и картографии, под общим названием «Петербург геодезический. История и современность». Карта разрабатывается Ассоциацией с 2021 г. совместно со студентами кафедры картографии и геоинформатики Санкт-Петербургского государственного университета и преподавателем кафедры С.В. Тюриным. Экскур-

сии рассчитаны на студентов, специалистов и научных работников, интересующихся историей геодезии.

Санкт-Петербург — северная столица России, один из красивейших городов мира. Приезжие и жители города, прогуливаясь по улицам и проспектам, площадям и паркам, осматривая достопримечательности и делая замечательные фотографии на фоне памятников архитектуры, редко замечают незначительные чугунные плашки, установленные в фундаментах и на стенах зданий. Они вряд ли задумываются, что многие здания и их фрагменты уже два-три века являются инфраструктурными элементами геодезической истории города, продолжая служить ему и сегодня. Можно сказать, что **Санкт-Петербург — геодезическая столица России**. Именно здесь расположена астрономическая жемчужина — Пулковская астрономическая обсерватория (рис. 1), центр Круглого зала которой долгое время был началом отсчета координат в России, именно в Санкт-Петербурге находится Кронштадтский футшток, от которого идет отсчет высот в Российской Федерации.



**Рис. 1**  
Пулковская обсерватория  
(фото А.С. Богданова, 2017 г.)



**Рис. 2**  
Рейка футштока и пластина Тонберга  
(под предохранительной рамкой)  
исходного пункта нивелирования  
в России на Синем мосту в г. Кронштадте  
(фото В.Б. Капцюга, 2013 г.)



Рис. 3

Вынесенный уровень Кронштадтского футштока на памятнике П.К. Пахтусову [1]



Рис. 4

Северный вековой репер. Внешнее оформление (фото Ассоциации, 2013 г.)



Рис. 5

Северный вековой репер. Глубинные центры (фото Ассоциации, 2013 г.)

Коротко остановимся на истории **Пулковской обсерватории** и **Кронштадтского футштока**.

Пулковская обсерватория построена по проекту Александра Брюллова и открыта в 1839 г. Основателем и первым директором обсерватории был великий астроном и геодезист Василий Яковлевич Струве. Кроме многочисленных астрономических открытий В.Я. Струве был одним из организаторов и исполнителей измерения на Русско-Скандинавской дуге меридиана.

В 2005 г. сохранившиеся инфраструктурные элементы (геодезические и астрономические пункты) Русско-Скандинавской дуги меридиана были внесены в Список всемирного культурного наследия ЮНЕСКО как номинация № 1187 — «Геодезическая Дуга Струве». Члены Ассоциации участвовали в подготовке материалов для номинации его как памятника ЮНЕСКО, и в настоящее время продолжают работу по сохранению и популяризации пунктов, расположенных на территории Российской Федерации.

Высоты геодезических и нивелирных пунктов в Российской Федерации отсчитываются от нуля Кронштадтского футштока, т. е. приведены к Балтийской системе высот. Необходимость замера уровня моря существовала очень давно. В России футшточную службу основал Петр I. Первый футшток появился в 1703 г. в Петербурге, а в 1707 г. — была организована футшточная служба на острове Котлин.

В 1825–1839 гг. гидрограф М.Ф. Рейнеке вывел средний уровень моря для нескольких мест Финского залива и заметил, что нули футштоков в этих точках располагались выше среднего уровня. Рейнеке предложил совместить средний уровень моря с нулями футштоков. В 1840 г. на граните были выбиты горизонтальные метки. Это ново-

ведение позволяло проводить наблюдения за уровнем моря от одной нулевой отметки — Кронштадтского футштока. Медная пластина, обозначающая уровень Балтийского моря по наблюдениям, проведенным М.Ф. Рейнеке, была установлена первоначально, в 1886 г., профессором Ф.Ф. Витрамом, а позднее, в 1917 г. — Х.Ф. Тонбергом (рис. 2). В 1949 г. пластина Тонберга была перекрыта предохранительной рамкой с надписью «Исходный пункт нивелирной сети СССР».

За выносной репер Кронштадтского футштока принята горизонтальная высечка буквы «П» в слове «Польза» на постаменте памятника П.К. Пахтусову (рис. 3), расположенного около Итальянского дворца (Кронштадт), в котором когда-то находилось Штурманское училище. Здесь в 1816–1820 гг. П.К. Пахтусов проходил обучение. Превышения репера над нулем футштока по замерам в течение десятилетий подтвердили устойчивость метки Рейнеке 1840 г.

Высотная сеть Санкт-Петербурга опирается на два вековых репера, заложенных в 1957 г. специалистами ОАО «Трест ГРИИ»: Южный вековой репер, расположенный около аэропорта Пулково, и Северный вековой репер, расположенный вблизи дома 43 по Светлановскому проспекту (рис. 4, 5).

А теперь перейдем к экскурсии. В настоящей статье мы «пройдем» по одному из ее маршрутов.

Экскурсия начинается с **площади Ломоносова**, которая была сформирована по проекту Антона Модюи. С 1836 г. и до 1891 г. площадь называлась Чернышёвской по фамилии землевладельцев графов Чернышёвых. 23 августа 1948 г. площадь была переименована в честь М.В. Ломоносова. В 1892 г. в ее центре был установ-

лен бюст М.В. Ломоносова работы скульптора П.П. Забелло.

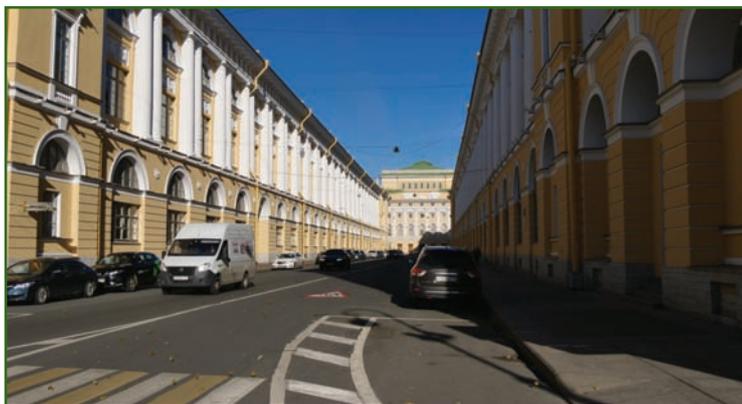
Город Ленинград во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. подвергался сокрушительным артиллерийским обстрелам и авиационным бомбардировкам. Работники дежурных служб и просто горожане во время авиационных налетов дежурили на крышах домов, сбрасывали с них зажигательные снаряды и, иногда, фиксировали расположение неразорвавшихся бомб. На основе этой информации была составлена карта. Благодаря ей после войны все бомбы были обезврежены. Карта является свидетельством работы картографической службы военных лет.

Одна из таких неразорвавшихся бомб находилась в 100 м к югу от площади Ломоносова, на дне реки Фонтанки, рядом с парпетом, напротив дома 57.

С площади Ломоносова экскурсия переходит на **улицу Зодчего Росси**.

Строительство улицы было выполнено в рамках проекта организации Александринской площади (в настоящее время — площадь Островского). В соответствии с планом реконструкции Антона Модюи за проектируемым в центре площади зданием городского театра было предложено проложить проезд к предмостной площади у моста Ломоносова через реку Фонтанку. Проезд называли Театральной улицей.

В 1836 г. одно из зданий улицы претерпело внутреннюю перестройку, после чего в нем было размещено Санкт-Петербургское императорское театральное училище (в настоящее время — Академия русского балета имени А.Я. Вагановой). Театральное училище резко изменило имидж улицы. Нравы, царившие в училище, добродетелью не отличались. С переездом на Театральную улицу в поведении юных



**Рис. 6**

*Улица Зодчего Росси, на заднем плане — здание Александринского театра (фото А.С. Богданова, 2022 г.)*



**Рис. 7**

*Комитет по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга на площади Ломоносова, дом 2 (фото А.С. Богданова, 2022 г.)*

воспитанниц ничего не изменилось. Гвардейцы под видом полтеров, печников и других жителей проникали в будуары девиц и оставались там на ночь. Летом кавалеры просто влезали в окна, балерины оставляли их открытыми. Прижитые дети впоследствии становились воспитанниками Театральной школы. Театральную улицу в Петербурге открыто называли «Улицей любви».

С 1923 г. Театральную улицу переименовали в улицу Зодчего Росси. Слово «зодчий» для простого и малообразованного пролетария в то время было настолько «интеллигентским», что просто не воспринималось. Зато у всех на слуху было имя всенародно любимого писа-

теля Зоценко. Поэтому, по свидетельству очевидцев, простодушные кондукторы автобусов объявляли остановку на улице Зодчего Росси своеобразно: «улица Зоценко Росси». По той же причине у улицы появилось еще одно фольклорное название: «улица Заячья Роща».

Улицу образуют два однотипных трехэтажных величественных здания, стоящих друг против друга. Она уникальна своим точным следованием античным канонам — ее ширина равна высоте образующих ее зданий (22 м), а длина — ровно в десять раз больше и составляет 220 м (рис. 6).

В настоящее время в здании по адресу улица Зодчего Росси, дом 1–3 (рис. 7) расположены

Служба архитектурно-строительного надзора и государственной экспертизы, подразделения Комитета по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга (далее — Комитет) и ОАО «Трест ГРИИ».

В последние 15 лет выполнены широкомасштабные работы по реконструкции плановой и высотной геодезических сетей Санкт-Петербурга. Государственным заказчиком работ выступил Комитет, который ведет Фонд материалов топографо-геодезических работ и инженерных изысканий, включая базу данных геодезических пунктов Санкт-Петербурга. Именно здесь изыскательские организации получают исходные топографические планы масштаба 1:500–1:2000, координаты и высоты геодезических пунктов.

Подведомственное Комитету Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение «Центр информационного обеспечения градостроительной деятельности» (далее — Учреждение) является оператором Фонда пространственных данных Санкт-Петербурга и спутниковой геодезической сети референционных станций Санкт-Петербурга (далее — сеть РС СПб).

Сеть РС СПб состоит из 10 референционных станций (рис. 8) и была развернута в период 2009–2011 гг., а в 2013 г., после включения ее в состав каркасной спутниковой геодезической сети и уравнивания, введена в постоянную эксплуатацию. Одна из референционных станций и Центр управления сетью РС СПб находятся в здании по адресу ул. Зодчего Росси, д. 1–3. И Комитет, и Учреждение являются современными центрами хранения, предоставления и использования пространственных (геодезических, топографических и картографических) материалов и данных.

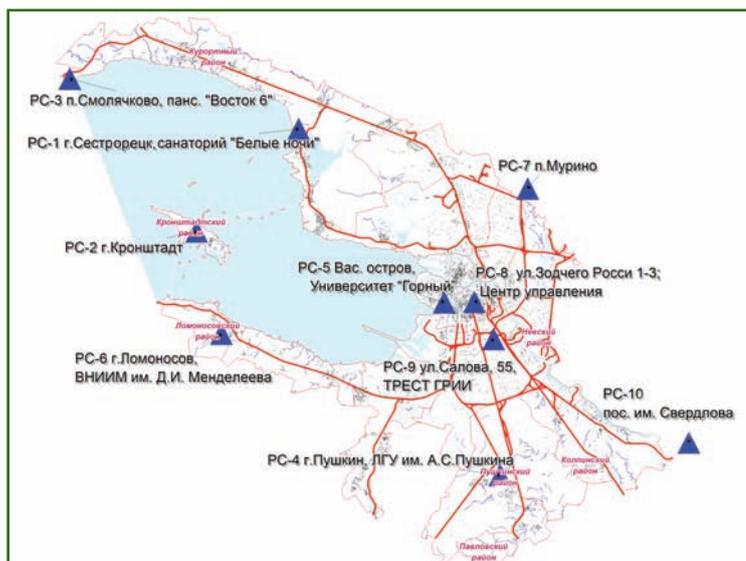


Рис. 8

Схема расположения пунктов спутниковой геодезической сети референционных станций Санкт-Петербурга

На стенах зданий 1–3 и 2 по улице Зодчего Росси можно увидеть установленные марки первой высотной основы Санкт-Петербурга. Это геодезические раритеты Санкт-Петербурга.

Техническое нивелирование центральной части города для целей водоотведения (строительства канализации) выполнялось в 1872–1876 гг. под руководством капитана Корпуса военных топографов Михаила Александровича Савицкого (рис. 9).

В 1872 г. строительной комиссией при Городской мэрии



Рис. 9

М.А. Савицкий [2]

были заказаны следующие изыскания на средства города:

— составление плана части города Санкт-Петербурга между р. Большой Невой и Обводным каналом, в масштабе 25 сажень в дюйме;

— производство нивелировки улиц и площадей в той же части города и составление профилей пронивелированных улиц;

— закрепление на стенах зданий по улицам более 2000 чугунных марок с определением их высот нивелировкой;

— определение живых сечений, скорости и расхода воды в реках и каналах на пространстве, для которого будет составлен план (между р. Большой Невой и Обводным каналом);

— бурение почвы в 46 местах, по указанию строительной комиссии, со сбором образцов грунта и составлением чертежей буровых скважин.

Всего было установлено 2126 марок. Марка имела вид круга, диаметром 4 дюйма (12 см), центр которого был обозначен маленьким крестом; сверху была отлита рельефная надпись «нивелировка 1872 г.», а внизу,

также рельефными буквами — «саж. и X» (рис. 10). Высота в саженях, отвечающая центру марки, а также номер марки, были написаны белой масляной краской, которая впоследствии истерлась. Нумерация марок была общей.

Капитан Савицкий, прежде всего, лично сделал нивелировку по главным линиям, охватывающим все пространство города, предназначенное к нивелировке. Он выполнил нивелирование линий протяженностью около 30 верст и определил высоты 200 чугунных марок, установленных в стенах зданий, которые были приняты за основу для одновременных работ в разных частях города, проводимых другими исполнителями.

В ходе работ по нивелированию был составлен план центральной части города Санкт-Петербурга, между рекой Большой Невой, речкой Черной (Екатерингофкой) и Обводным каналом, который представлен на 33-х листах (рис. 11).

В 2013–2016 гг. члены Ассоциации совместно со студентами ряда вузов города и партнерами осуществили обследование сохранившихся марок. В ходе работ было найдено 76 марок. На 01.01.2023 г. их осталось 67, в том числе на улице Зодчего Росси — 4. Ассоциация прикладывает усилия, чтобы маркам Савицкого был



Рис. 10

Марка нивелировки 1872–1874 гг. на улице Зодчего Росси, дом 1–3 (фото А.С. Богданова, 2022 г.)

присвоен статус объектов регионального культурного значения.

Далее идем по направлению к **Александринскому театру**.

*Александринский театр был основан 30 августа (10 сентября) 1756 г. по указу императрицы Елизаветы Петровны. Автор проекта и архитектор — К.И. Росси. На том месте, где сейчас расположено современное здание, в 1801 г. был построен деревянный театр для итальянской труппы Казасси. Через некоторое время эта труппа была распущена, а здание выкуплено в казну и стало называться Малым театром. 31 августа (12 сентября) 1832 г., через 76 лет после организации труппы, театр получил здание, обращенное главным фасадом к Невскому проспекту, и стал называться Александринским. Название было дано в честь супруги императора Николая I Александры Федоровны.*

*На протяжении дореволюционной истории театр был предметом особого внимания императоров и дирекции императорских театров, особенно при Николае I. В театре были впервые поставлены: «Горе от ума» А.С. Грибоедова, «Ревизор» Н.В. Гоголя, «Гроза» А.Н. Островского. С 1920 г. театр стал именоваться «Государственный театр драмы», а затем ему было присвоено имя А.С. Пушкина.*

*В театре, прозванном в 1920-е гг. «режиссерской меккой», в разное время работали режиссеры Всеволод Мейерхольд, Григорий Козинцев, Георгий Товстоногов и многие другие мастера сцены. В годы блокады Ленинграда (с 1942 по 1944 гг.) театр был эвакуирован в Новосибирск, где работал в помещении театра «Красный факел».*

*В 1990-е гг. название «Александринский» вновь стало офи-*

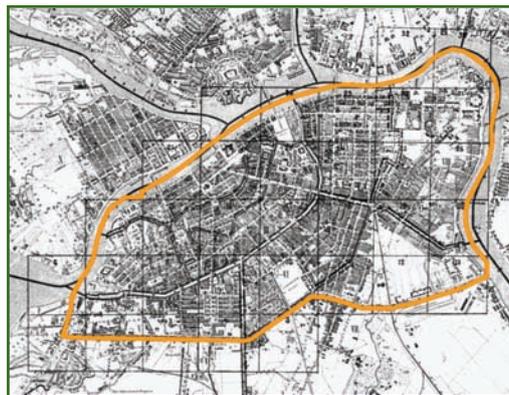


Рис. 11

Сборная таблица из 33 листов плана М.А. Савицкого с границами работ

*циальным. 15 мая 2013 г. спектаклем-лабораторией «Преступление» по мотивам романа Ф.М. Достоевского «Преступление и наказание» была открыта новая сцена театра.*

На здании театра сохранилось 3 марки нивелировки М.А. Савицкого 1872 г.

Следующая остановка экскурсии около **Российской национальной библиотеки**. Открытие библиотеки состоялось 14 января 1814 г. Ее здание построено по проекту Егора Соколова, одобренного императрицей Екатериной II. В картографическом отделе библиотеки находится обширная коллекция картографических первоисточников: карт, атласов, отчетов. Сотрудники библиотеки ежегодно в рамках своего плана работы и плана работы лектория Русского географического общества знакомят всех желающих с новинками. Библиотека по праву отнесена Ассоциацией к культурным и картографическим ценностям города.

Санкт-Петербург на протяжении 300 лет своего существования пережил 308 наводнений, часть из которых носила разрушительный характер.

После наводнения 1777 г. императрица Екатерина II поручила генерал-квартирмейстеру Ф.В. Бауеру выполнить

нивелирование территории города и определить масштабы бедствия. В целях создания высотной основы для дальнейших работ по планомерной подсыпке территорий, подвергнувшихся затоплению, Ф.В. Бауер распорядился отметить на отдельных домах города (около 700 меток) уровень наводнения, выполнил нивелирование и определил высоты этих меток-уровней.

Одновременно он завершил начатые ранее картографические работы по составлению рукописного «Плана столична-

го города Святого Петра с показанием возвышения воды от бывшего в 1777 году сентября 10 дня наводнения на плане под номерами синюю краскою означенными» [3], с показом границы затопления города (рис. 12).

Необходимо отметить большую значимость работы, выполненной Бауером, для дальнейшего развития города. По сути, это были первые инженерные изыскания в истории Петербурга.

Группа членов Ассоциации в составе: В.Б. Капцюга, Ю.И. Прядко и А.А. Хлыновой изучила события 1777 г., связанные с катастрофическим сентябрьским наводнением. Они нашли здания, которые были на тот момент построены, вошли в нивелирование Бауера и были отмечены метками, показывающими подъем воды. Нивелирная метка № 347 каталога Бауера располагалась возле юго-восточного угла здания **Аничкова дворца** (рис. 13).

Аничков дворец был построен в 1754 г. по указу императрицы Елизаветы Петровны. Автор проекта — Михаил Земцов, архитектор — Франческо Растрелли. В конце XVIII века Фонтанка служила окраиной города, а Невский проспект

был еще просекой. Таким образом, дворец украшал въезд в столицу. От Фонтанки был прорыт специальный канал, завершившийся у входа во дворец небольшой гаванью. Отсюда и необычное положение дворца, стоящего к Невскому проспекту боком.

В 1776–1778 гг. архитектор И.Е. Старов перестроил здание в формах раннего классицизма. При этом черты стиля барокко, присущие его первоначальному облику, были в значительной степени утрачены. В результате надстройки здание превратилось в единый по высоте ансамбль. Галереи были разобраны, гавань засыпана, регулярный сад перепланирован. Это было первое каменное здание на Невском проспекте. Своим названием дворец обязан находившемуся рядом деревянному мосту, который был построен солдатами адмиралтейского батальона под руководством офицера Аничкова. В разное время в Аничковом дворце жили Николай I, Александр II, Александр III. После революции в комплексе зданий размещался Дворец пионеров. Сейчас здесь находятся детские и подростковые клубы — литературные, историко-краеведческие, туристско-краеведческие.

Следующая остановка экскурсии на **Аничковом мосту**.

Деревянный мост был открыт в 1716 г. Каменный арочный мост через реку Фонтанку, соединяющий Спасский и Безымянный острова, был открыт в 1841 г. Это один из самых известных мостов Санкт-Петербурга. Он знаменит скульптурными группами «Укрощение коня человеком», созданными скульптором П.К. Клодтом и ставшими одним из символов города. Литая чугунная ограда с барельефами морских коньков и русалок выполнена архитектором



Рис. 12

Фрагмент плана Санкт-Петербурга с нанесенными красным цветом метками наводнения 1777 г. [3]. Синим кружком обведена сохранившаяся метка наводнения 1777 г., установленная в Невских воротах Петропавловской крепости



Рис. 13

Аничков дворец. Красным кружком показан юго-восточный угол здания — место нанесения Бауером метки наводнения 1777 г. (фото А.С. Богданова, 2023 г.)

А.П. Брюлловым по мотивам решетки, созданной архитектором Карлом Шинкелем для Дворцового моста в Берлине.

П.К. Клодт начал работать над группой, изображающей вздыбленного коня и сдерживающего его человека, за десять лет до начала строительства моста. За образец он взял «Коней Марли» — произведение французского скульптора Гийома Кусту. Парные скульптурные группы работы Кусту восходят к античным оригиналам: изображениям Диоскуров на Капитолии и на Квиринальской площади в Риме.

Скульптурные группы коней на высоких постаментах моста оказались столь выразительными, что обеспечили этой работе невероятный успех. Доработка и отливка первой группы «Конь с идущим юношей» затянулась до 1838 г. Вторую группу «Юноша, берущий коня под уздцы» Клодт создал в 1841 г., освоив мастерство бронзолитейщика. Об этом свидетельствует надпись на плите: «Лепил и отливал барон Петр Клодт в 1841 г.». В период с 1841 по 1851 гг. мост украшали третья и четвертая группы, созданные из гипса. В 1851 г. мост был окончательно «укомплектован». Кони третьей и четвертой групп подкованы.

В 2001 г. мост включили в список объектов культурного наследия России федерального значения, и он находится под охраной государства.

В 1874 г. на гранитных основаниях церквей, памятников и мостов М.А. Савицким были сделаны насечки в виде горизонтальной черты с высеченной надписью высоты над ординаром нивелировки. На северо-восточном пьедестале скульптурных групп Аничкова моста, приглядевшись, можно заметить горизонтальную черту — высечку (рис. 14). Цифры пре-



**Рис. 14**  
Высотная высечка нивелировки Савицкого 1874 г. (Фото Ю.Г. Соколова, 2013 г.)

вышения — 3,0 сажени относительно футштока Савицкого. Черта и цифры, к сожалению, были полустерты пескоструем при реставрации пьедестала.

На этом же пьедестале можно увидеть сколы гранита, оставленные снарядами во время Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. Об этом информирует и доска с надписью: «Это следы одного из 148 478 снарядов, выпущенных фашистами по Ленинграду в 1941–1944 гг.» (рис. 15). Война, блокада Ленинграда — эти слова памяты для каждого петербуржца-ленинградца. 900 блокадных дней унесли жизни около одного миллиона человек.

Пронзительным напоминанием об этих трагических событиях является **памятник Блокадной проруби**, расположенный напротив дома 25 по набережной реки Фонтанки (рис. 16).

О стойкости и мужестве ленинградцев говорится в стихотворении Ю.П. Воронова «Вода».

В 100 м от памятника Блокадной проруби, в фундаменте дома 19 по набережной реки Фонтанки, заложен современный пункт полигонометрии «на двух реперах» (рис. 17).

Для выноса центра такого пункта необходимо измерить в миллиметрах расстояние между центром репера и болванкой, а далее отложить от центра и

## Юрий Петрович Воронов «Вода»

Опять налет, опять сирены взвыли.  
Опять зенитки начали греметь.  
И ангел с петропавловского шпиля  
В который раз пытается взлететь.

Но неподвижна очередь людская  
У проруби, дымящейся во льду.  
Там люди воду медленно таскают  
У вражеских пилотов на виду.

Не думайте, что лезут зря под пули.  
Остались — просто силы берегут.  
Наполненные ведра и кастрюли  
Привязаны к саням, но люди ждут.

Ведь прежде, чем по ровному пойдем,  
Нам нужно вверх по берегу подняться.  
Он страшен, этот тягостный подъем,  
Хотя, наверно, весь — шагов пятнадцать.  
Споткнешься, и без помощи не встать,  
И от саней — вода дорожкой слезной...  
Чтоб воду по пути не расплескать,  
Мы молча ждем, пока она замерзнет...



**Рис. 15**  
Бронзовая доска с надписью (фото А.С. Богданова, 2022 г.)



**Рис. 16**  
Памятник Блокадной проруби



Рис. 18  
Пункт триангуляции «Ленпроект» [5]



Рис. 17  
Пункт современной полигонометрии на двух реперах. Красными кружками на фото обозначено местоположение репера и болванки (фото А.С. Богданова, 2022 г.)



Рис. 19  
Фотографии Инженерного замка, места наведения и положение объекта на карте Санкт-Петербурга [5]

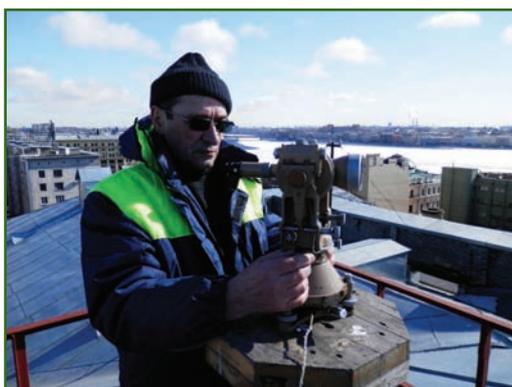


Рис. 20  
Ю.И. Прядко на пункте триангуляции «Ленпроект» [5]

болванки расстояния, чтобы получился равнобедренный треугольник. Выносной центр будет находиться в вершине треугольника. В городской застройке пункты такого типа встречаются очень часто.

Далее экскурсия движется к Марсову полю, где перед нами открывается **Михайловский (Инженерный) замок**.

Михайловский замок [4], также известный под названием Инженерный, был возведен по указу императора Павла I и стал местом его смерти. Строительство замка продолжалось с 1797 по 1800 гг. В настоящее время он является самым крупным памятником петербургского зодчества XVIII века.

Инженерным замок стали называть в начале XIX века, когда в нем расположилось Главное инженерное училище. Михайловским же он был назван в честь Михаила Архангела, так как в замке находился храм этого святого. Этот случай — единственный в истории, когда какое-либо светское архитектурное сооружение было названо не в честь владельца, не одноименно с территорией, на которой оно располагалось, и без указания на назначение, а в честь святого. Ряд мемуаристов утверждает, что

название связано с явлением архангела Михаила или его посланника караульному солдату на месте, где впоследствии был возведен замок. По крайней мере, именно так современники интерпретировали настоятельные требования государя называть замок «Михайловским» сразу после закладки. Не исключено, что легенда о видении распространялась императором сознательно для того, чтобы обосновать весьма сомнительную необходимость срочного возведения новой резиденции указанием святого.

Михайловский замок является одним из выдающихся зданий Санкт-Петербурга, включенных в сеть сгущения — масштабную геодезическую работу по определению планового положения 100 объектов, выполненную в период с 1996 по 2015 гг. с пунктов триангуляции (рис. 18) сотрудниками ООО «НПП «Бента». Центром наведения являлся шар под крестом на шпилье замка (рис. 19). Необходимо сказать, что работа по созданию плановой сети сгущения, опирающейся на выдающиеся объекты Санкт-Петербурга, выполнялась вне производственной деятельности предприятия, его энтузиастами: Ю.И. Прядко (рис. 20), П.В. Михайловым, П.А. Щуки-

ным, А.А. Шукиным, А.Д. Халимановичем, А.Н. Богачевым, Д.М. Журавлевым и С.В. Штейном.

В качестве выдающихся объектов для развития сети сгущения использовались купола 37 религиозных храмов, в том числе таких известных, как Исаакиевский собор, Казанский собор, Троицкий собор, Смольный собор, Соборная мечеть, а также шпиль Адмиралтейства, шпиль Петропавловского собора, шпили на зданиях Морского вокзала, Финляндского вокзала и Дома ленинградской торговли, телевизионная мачта (ТВ-5), мачта Центрального узла связи и др. Эти здания и сооружения имели архитектурные элементы, позволяющие использовать их как центры геодезических пунктов. Такими элементами служили: центр шара под крестом на куполах или колокольнях церквей; острие в верхней части шпиля; геометрическая ось верха трубы (если это была заводская труба) или ось антенного сооружения в его верхней части.

Следующая остановка экскурсии на **Марсовом поле**.

Ранее оно имело несколько названий: *Пустые луга, Потешное поле, Царицын луг*.

Весной 1801 г. в южной части поля был установлен памятник фельдмаршалу А.В. Суворову (скульптор М.И. Козловский), позднее переставленный ближе к Неве. Памятник Суворову не имеет портретного сходства, скульптор создал аллегорическую фигуру в образе бога войны Марса, в древнеримских доспехах, в шлеме, с поднятым мечом в правой руке и со щитом в левой. 23 марта (5 апреля) 1917 г. на Марсовом поле состоялись похороны погибших в дни Февральской революции. Для увековечивания их памяти 7 ноября 1919 г. на месте погребения

был торжественно открыт памятник «Борцам Революции», выполненный по проекту Л.В. Руднева под названием «Готовые камни».

К северо-востоку от Марсова поля, между Миллионной улицей и Дворцовой набережной, располагаются здания Санкт-Петербургского государственного университета культуры. В фундаментах зданий сохранился «куст» из 7 реперов (марок) нивелирования разных лет закладки. В здании по адресу Миллионная улица, дом 1 расположена марка нивелировки Савицкого 1872 г., в здании по адресу Дворцовая набережная, дом 2 — марка нивелировки Сергиевского 1911 г. (рис. 21), в здании по адресу Дворцовая набережная, дом 4 — марка точной нивелировки Главного геодезического комитета ВСНХ 1928–1930 гг. (рис. 22), репер-дублер марки точной нивелировки Главного геодезического комитета ВСНХ 1928–1930 гг. (рис. 23), марка Сергиевского и репер городской нивелировки 1909 г. (рис. 24). Нивелировку 1911 г. по заказу Комиссии по сооружению канализации и переустройству водоснабжения города Санкт-Петербурга проводили профессор Николаевской военной академии и Института инженеров путей сообщения, геодезист Д.Д. Сергиевский и преподаватель Николаевской инженерной академии Н.Н. Тихобразов. В ходе нивелировки было заложено 1700 марок. Эти марки выполнялись из чугуна, имели квадратную с вогнутыми углами форму, так, что фигура отдаленно напоминала крест. В центре марки помещались две выступающих полочки, а между ними находилась небольшая выемка, что делало знак пригодным как для прямого визирования, так и для установки рейки при нивелировании. Каждая марка отличалась с собственным номером.



Рис. 21  
Марка Сергиевского 1911 г.  
(фото А.С. Богданова,  
2022 г.)



Рис. 22  
Марка Главного геодезического комитета ВСНХ  
(фото А.С. Богданова,  
2022 г.)



Рис. 23  
Репер-дублер марки точной нивелировки Главного геодезического комитета ВСНХ (фото А.С. Богданова,  
2022 г.)



Рис. 24  
Марка Сергиевского и репер городской нивелировки 1909 г. (фото А.С. Богданова,  
2022 г.)

Следующая остановка экскурсии в **Петропавловской крепости**.

Крепость была заложена 16 (27) мая 1703 г., и этот день принято считать днем основания Санкт-Петербурга. 29 июня (12 июля), в Петров день, заложили деревянную церковь святых апостолов Петра и Павла. Проект крепости был задуман Петром I.

К памятникам геодезического наследия, находящимся на территории Петропавловской крепости, можно отнести шпиль собора Петра и Павла, а также метки катастрофических наводнений Санкт-Петербурга, установленные в Невских воротах.

Шпиль собора Петра и Павла на протяжении XIX века постоянно использовался как точка планового геодезического обоснования в триангуляциях Ф.Ф. Шуберта, Паснера-Теннера (рис. 25) и др.

В 1925 г. при выполнении аэрофотосъемочных работ ОСОАВИАХИМ (рис. 26) он послужил точкой обоснования для триангуляции при создании топографических планов Ленинграда масштаба 1:2000.

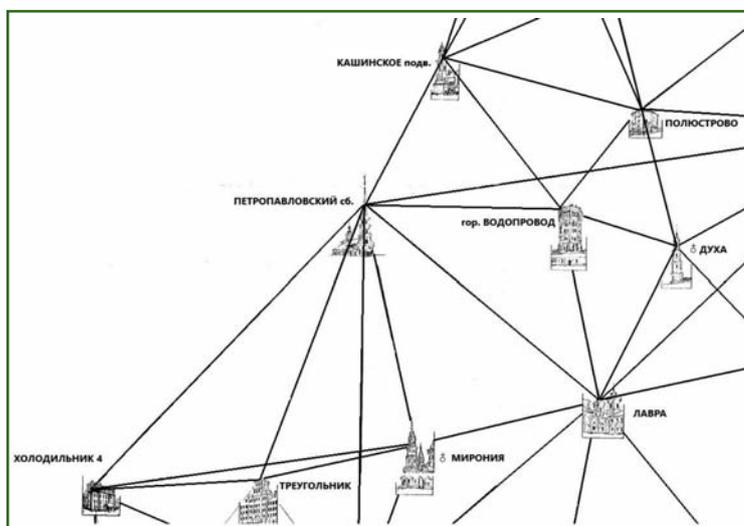
Шпиль Петропавловского собора также вошел в Каталог координат плановых сетей сгущения Санкт-Петербурга, подготовленный ООО «НПП «Бен-та» в 2015 г. [4].

В Невских воротах Петропавловской крепости находятся



**Рис. 25**

Выкопировка с плана тригонометрической съемки между Санкт-Петербургом и Нарвой (предположительно 1811 г.)



**Рис. 26**

Выкопировка со схемы триангуляции ОСОАВИАХИМ, 1925 г. (архив Ассоциации)

памятники истории и культуры города — таблички (метки) наводнений Санкт-Петербурга, высотные отметки которых занесены в каталог высот нивелирных пунктов Санкт-Петербурга.

Вспомним самые катастрофические из наводнений.

Наводнение 10 сентября 1777 г. — вода в Неве поднялась на 321 см выше ординара (рис. 27).

В этот день случилось первое в городской истории катастрофическое наводнение. Оно привело к большим разрушениям и немалым жертвам.

В этот день случилось первое в городской истории катастрофическое наводнение. Оно привело к большим разрушениям и немалым жертвам. По подсчетам самой Екатерины II, погибли тысячи людей. По мне-

нию императрицы, в том были повинны городские власти, проявившие нерасторопность и не принявшие соответствующих мер для облегчения участи людей. Огромный урон был нанесен дворцам, жилым домам, садам и рощам. На Петергофской дороге две тысячи мачтовых деревьев вырвало с корнем. В Летнем саду повредило и поломало множество лип. Некоторые деревья, сохранившиеся до сих пор и укрепленные железными скобами и костылями, пострадали именно тогда.

Наводнение 7 ноября 1824 г. — уровень воды в Неве поднялся примерно на 421 см выше ординара (рис. 28).



**Рис. 27**

Доска с метками наводнения 1752 и 1777 гг., установленная в Невских воротах (фото А.С. Богданова, 2022 г.)

Наводнение, пришедшее в город 7 ноября 1824 г., стало самым бедственным за всю его историю. К утру уровень воды в Неве поднялся примерно на 4 м 21 см выше ординара и устойчиво сохранялся на этой отметке долгое время. Потери были чрезвычайны. По официальным данным погибло около 5000 человек. Велики были и разрушения.

Наводнение 23 сентября 1924 г. — вода поднялась на 380 см выше ординара.

Это был третий по счету и второй по рейтингу удар водной стихии в городской истории катастроф. Наводнение принесло огромные материальные потери. Особенно большой урон был причинен коммунальному хозяйству города. От замыкания электричества произошло много пожаров. В негодность пришли многие центральные магистрали, на которых были размыты торцовые и булыжные мостовые. Под мощным напором воды рухнуло 19 мостов. Было испорчено 120 трамвайных вагонов; трамвайные пути оказались в аварийном состоянии.

2 августа 1979 г. ЦК КПСС и Совет министров СССР приняли Постановление «О строительстве сооружений защиты г. Ленинграда от наводнений», давшее старт грандиозной стройке. В августе 2011 г. состоялась торжественная церемония открытия Комплекса защитных сооружений. Город обрел надежную защиту от наводнений.

В Санкт-Петербурге сохранилось около 70 меток наводнений. Конечно же, больше всего из них относятся к наводнениям 1824 и 1924 гг.

В 1890–1891 гг. 24-летний студент Санкт-Петербургского университета Е.А. Гейнц с товарищем по университету А.В. Ососовым провел нивелировку Васильевского острова

и части Петербургской стороны.

Целями и задачами работы было:

- получить точные оценки «об абсолютной высоте различных частей Васильевского острова и Петербургской стороны в связи с вопросом о степени их затопляемости»;

- разыскать «все марки наводнения 1824 г. и связать их точной нивелировкой для проверки таким способом высоты подъема воды во время этого наибольшего из известных наводнений»;

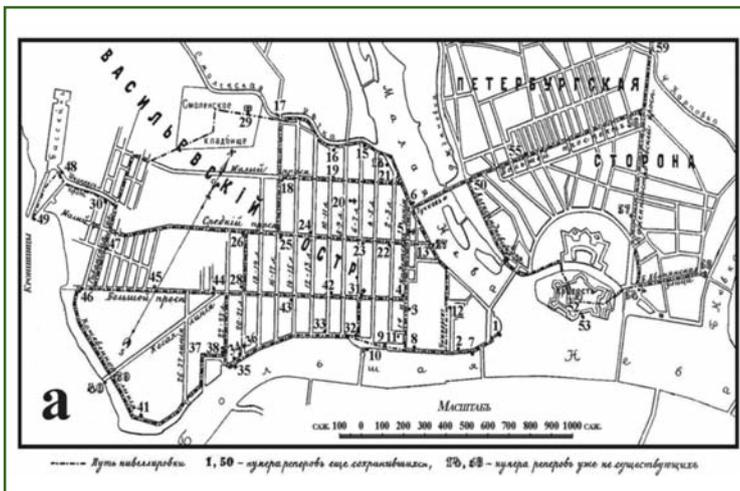
- выполнить «сравнение нулей футштоков по Большой Неве».

План работ состоял в том, чтобы пройти по всем главным магистралям Васильевского острова, условно разбитым Е.А. Гейнцем на 12 полигонов, выбирая в качестве реперов характерные точки элементов зданий или сооружений, оград и т. п., а также метки высот наводнения 1824 г. и футштоки. Всего в нивелирование было включено 59 реперов: 49 — на Васильевском острове и 10 — на Петербургской стороне. При этом на домах не делалось никаких знаков, но место, послу-



**Рис. 28**  
Доска с меткой наводнения 1824 г., установленная в Невских воротах (фото А.С. Богданова, 2022 г.)

жившее репером, точно описывалось по определенной инструкции и зарисовывалось с натуры. К нивелировке Васильевского острова, начатой в 1890 г., в 1891 г. была присоединена нивелировка части Петербургской стороны, главным образом для того, чтобы связать футшок Петропавловской крепости с футштоком у Николаевского моста, принятым за начало отсчета высот. Сейчас довольно трудно установить местонахождение точек нивелировки, так как из документов имеется только план нивелировки (рис. 29) и небольшие абрисы-схемы.



**Рис. 29**  
План Васильевского острова и части Петербургской стороны с указанием линий нивелирования и местоположения реперов по Е.А. Гейнцу

Далее экскурсия следует на Дворцовую набережную и останавливается недалеко от **Адмиралтейства**, одной из первых построек города.

Изначально Санкт-Петербургское адмиралтейство строилось как верфь по чертежам, подписанным лично Петром I. Здание было заложено 5 (16) ноября 1704 г., о чем сохранилась следующая запись: *Заложили Адмиралтейский дом, были в остерии и веселились, длина 200 сажен, ширина 10 сажен.* — Походный журнал Петра [6].



**Рис. 32**  
Современный вид Кунсткамеры [7]



**Рис. 30**

Табличка с надписью высоты и даты наводнения в арке Адмиралтейства (фото Ю.Г. Соколова, 2013 г.)



**Рис. 31**

Реконструкция здания Морской академии на плане-схеме Эрмитажа

Близ левого берега реки Большой Невы, у восточного павильона Главного Адмиралтейства, в канале, в настоящее время засыпанном, находился футшток, по которому ранее проводились ежечасные наблюдения над положением уровня воды. М.А. Савицкий при выполнении нивелировки 1872 г. использовал этот футшток как исходный. Для того, чтобы сохранить эту точку на будущее время, он определил высоты нескольких точек, в том числе:

- на гранитном устье Новокаменного моста, через Обводный канал;
- на футштоке у Николаевского моста;
- в Адмиралтействе, внутри главных ворот, где железной скобой, вбитой в стену, и медной доской с надписью обозначена высота наводнения 7 ноября 1824 г. — 11 футов  $10\frac{1}{2}$  дюймов (рис. 30).

В 2013 г. во время проведения экспедиции «ГЕО-Петербург», организованной Ассоциацией, студентами нескольких вузов города были выполнены нивелирные работы по привязке метки наводнения, расположенной в воротах Адмиралтейства, к пунктам современной высотной основы города.

Следующий объект экскурсии — **Навигацкая школа**, на базе старших курсов которой 1 октября 1715 г. была основана Морская академия, — военное учебное заведение для подготовки офицеров флота.

Здание Морской академии располагалось на Адмиралтейском лугу, недалеко от Адмиралтейства. В настоящее время на месте здания Морской академии находится юго-западная часть здания Зимнего Дворца (рис. 31).

28 февраля 1720 г. Петр I подписал Указ Сената — Генеральный регламент, определявший порядок государственного управления, и, в том числе, о необходимости изготовления ландкарт.

В этом же году был произведен набор из Морской академии 30 молодых людей, достаточно обученных геодезии для составления ландкарт и описания внутренних территорий России.

1720 год считается годом начала картографирования Российской империи.

На другой стороне реки Невы, напротив Адмиралтейства, располагается здание **Кунсткамеры** — первого российского государственного общедоступного музея (рис. 32). Годом

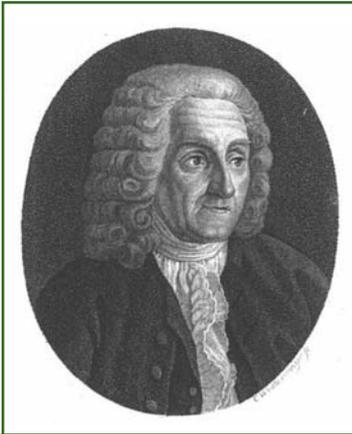


Рис. 33  
Жозеф Никола Делиль [8]

основания Кунсткамеры принято считать 1714 г.

С 1725 г. в Кунсткамере начала работать астрономическая обсерватория Петербургской академии наук (первая в России). Ее устройством занимался французский астроном и картограф, профессор астрономии Петербургской академии наук Жозеф Никола Делиль (рис. 33). Он впервые в России высказал идею о выполнении измерений дуги меридиана с целью определения формы и размеров Земли.

В 1737 и 1739 гг. он выполнил измерения около Адмиралтейства и по Финскому заливу от Петергофа до Дубков в Сестрорецке (рис. 34).

Если бы работы по градусным измерениям получили продолжение, то сейчас памятником ЮНЕСКО могла бы быть не Дуга Струве, а Дуга Делиля, проходящая через центр астрономической обсерватории Петербургской академии наук.

Уже в середине 1730-х гг. обсерватория Петербургской Академии наук считалась лучшей в Европе. Здесь велись и серьезные научные работы, и прикладные исследования по отечественной астрономии, географии, геодезии, картографии, метеорологии. Изучались: масштаб и строение Солнечной системы, массы и фигуры планет и Луны; конфигурации и размер континентов, территорий государства и других стран; гидрографические особенности омывающих их берега морей и океанов; их точное картографическое отображение на основе астрономиче-

ских, геодезических и гидрографических наблюдений; координатное и навигационное обеспечение безопасности кораблевождения и др.

На этом наша «виртуальная» экскурсия заканчивается. Конечно, она дает краткое представление лишь о небольшой части геодезических реликвий, расположенных на территории Санкт-Петербурга. А работа Ассоциации по исследованию современных и исторических объектов культуры и геодезии города продолжается.

▼ Список литературы

1. Южный берег Финского залива. — <https://a-121.ru/neustrashimyj-issledovatel-novoj-zemli>.
2. Вестник геодезии, картографии и геоинформатики. — [https://geovestnik.ru/articles/topographical-engineers-200/savitskiy\\_mikhail\\_aleksandrovich](https://geovestnik.ru/articles/topographical-engineers-200/savitskiy_mikhail_aleksandrovich).
3. Бауер Ф.В. План Столичнаго Города Святаго Петра с показанием возвышения воды от бывшего в 1777-м году сентября 10-го дня наводнения на плане под номерами синею краскою означенными. СПб.: ГМИ СПб. Фонд графики истории города.
4. Википедия. Михайловский замок. — [https://ru.wikipedia.org/wiki/Михайловский\\_замок](https://ru.wikipedia.org/wiki/Михайловский_замок).
5. Альбом выдающихся объектов города Санкт-Петербурга, включенных в сеть сгущения определенных в МСК-64 и МСК-78. — ООО «НПП «Бента», 2015. — 123 с.
6. Чеснокова А.Н. Невский проспект. — Л.: Лениздат, 1985. — 208 с.
7. Википедия. Кунсткамера. — <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кунсткамера>.
8. Википедия. Жозеф Никола Делиль. — [https://ru.wikipedia.org/wiki/Делиль,\\_Жозеф\\_Никола](https://ru.wikipedia.org/wiki/Делиль,_Жозеф_Никола).
9. Делили в России: сборник статей / под ред. Д.Ю. Гузевича, И.Д. Гузевич. — СПб.: Маматов, 2019. — 352 с. — (Маршрутами Великой Северной экспедиции). — <https://mamatov.ru/archive/catalogbook.php?list=189&all=no>.

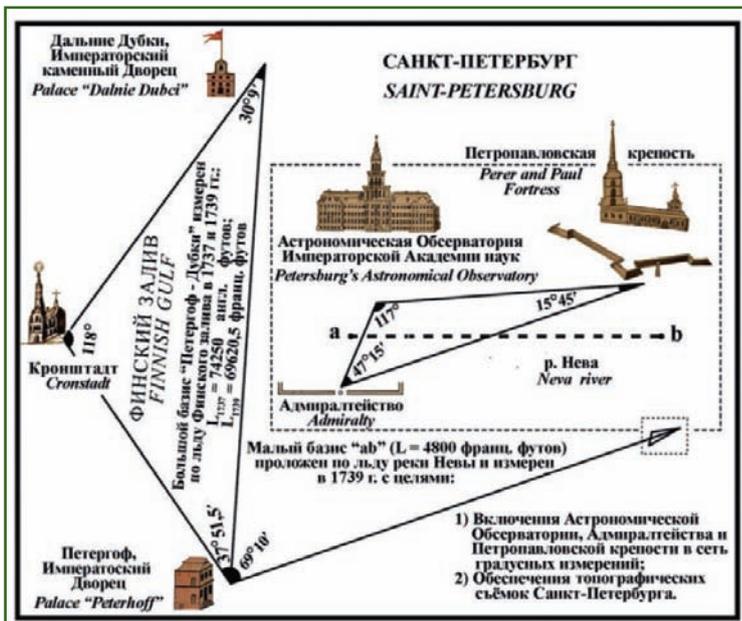


Рис. 34  
Схема-коллаж линейных и угловых измерений Ж.Н. Делиля в рамках проекта градусного измерения [9]

Независимый электронный журнал  
**Геоинфо**  
**FORUM & EXPO 2024**

Четвертая специализированная  
выставка с деловой программой



Инженерные изыскания  
Геотехническое проектирование  
Инженерная защита территории

Четвертая специализированная выставка с деловой программой  
24–25 апреля 2024 года  
Москва, Звезды Арбата (ex. Мариотт Новый Арбат), Новый Арбат, 32

## Посещение выставки и всех мероприятий деловой программы **БЕСПЛАТНОЕ.**

**30+** мероприятий деловой программы, **25+** экспонентов, **1000+** участников

- Информационные технологии в инженерных изысканиях
- Геотехническое проектирование: кейсы
- Геотехнический мониторинг
- Передовые технологии, разработки, достижения
- Инженерная защита территории
- Результаты инженерных изысканий в проектировании
- Грунтовая лаборатория

Информационные партнеры:

Независимый электронный журнал  
**Геоинфо**

**ГЕКТАР ГРУПП**



**ВЕСТНИК  
ИНЖЕНЕРНЫХ  
ИЗЫСКАНИЙ**

**ВЕСТНИК**  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ



INTERNATIONAL  
ASSOCIATION OF  
FOUNDATION  
CONTRACTORS

МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ О ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ  
**ГЕОПРОФИ**

**WWW.GEOINFO.RU**

## VENUS

- Лазер до 15м
- 1590 каналов
- RTK 5 + 0.5 мм/км
- 380 грамм
- 20 часов работы



## MARS

- Лазер до 15м
- 1668 каналов
- RTK 5 + 0.5 мм/км
- «Горячая» замена батарей
- 20 часов работы
- Wi-Fi/4G/УКВ 2Вт



РАСШИРЯЙТЕ ГРАНИЦЫ  
ВОЗМОЖНОСТЕЙ

