

#4  
2024

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

# ГЕОСТРОЙ

#130



Информационный партнер

О ЮБИЛЕЯХ ПАРТНЕРОВ  
И АВТОРОВ ЖУРНАЛА

30 ЛЕТ  
«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»

В КАНУН 80-ЛЕТИЯ  
В.Л. ЗАЙЧЕНКО

3D-МОДЕЛЬ НИЖНЕГО  
НОВГОРОДА

НАВИГАЦИОННЫЕ ТЕРМИНАЛЫ  
КОМПАНИИ «ГНСС ПЛЮС»

ПО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ  
СЕТЯМИ ГНСС-СТАНЦИЙ

ПОСТРОЕНИЕ ЗОН ЗАТОПЛЕНИЯ  
ПОСЛЕ РАЗРУШЕНИЯ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО  
СООРУЖЕНИЯ

С.И. КОЛЛУПАЙЛО —  
ВЫПУСКНИК КМИ 1915 г.,  
ГЕОДЕЗИСТ И ГИДРОЛОГ





**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



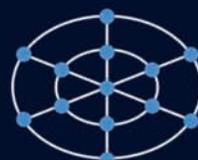
**PHOTOMOD**  
3D-MOD



**PHOTOMOD**  
Conveyor



**PHOTOMOD**  
GeoMosaic



**PHOTOMOD**  
Radar Neuro



**PHOTOMOD**  
UAS



**PHOTOMOD**  
AutoUAS



**PHOTOMOD**  
StereoMeasure



**PHOTOMOD**  
Neuro



**PHOTOMOD**  
StereoClient



**PHOTOMOD**  
GeoCloud



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

**ВЫБЕРИ НУЖНЫЙ РАКУРС!**

### Уважаемые коллеги!

Юбилейная дата предоставляет возможность неформально представить особенности деятельности компании и уникальные способности авторов, скрывающиеся за краткими биографическими аннотациями. Лучше всего об этом могут рассказать только руководители компаний и сами авторы. Задача редакции, опираясь на многолетний опыт совместной работы, вдохновить их на непростую, но открытую беседу. В этом номере мы поздравляем с 30-летием компанию «ГЕОСТРОЙ-ИЗЫСКАНИЯ» — партнера журнала с момента его основания и с 80-летием Г.Л. Хинкиса и В.Л. Зайченко — постоянных авторов журнала на протяжении 15 лет.

Говоря о ГСИ, стоит отметить, что доверие во взаимоотношениях с Андреем Михайловичем Шагаевым, одним из основателей компании и ее генеральным директором на протяжении 15 лет, сложилось еще в далеком 1995 г. Поэтому не представлялось сложным взять у него интервью с итогами деятельности компании за 10 лет, опубликованное в № 3-2004. Продолжением стало интервью о результатах, достигнутых к 25-летию ГСИ (опубликовано в № 5-2019). Поднимать те же самые темы в год 30-летия компании было нелогично. Кроме того, к этому моменту уже были опубликованы материалы о деятельности компании в 2023 г. и планах на 2024 г. Однако поступательная динамика развития организации, продолжающаяся и в настоящее время, побудила редакцию обратиться к Андрею Михайловичу с просьбой рассказать: «Каким секретом владеют руководители и сотрудники компании, что ГСИ в это непростое для российских организаций время не только остается ведущей компанией в России, но и продолжает развиваться?». Ответ на этот вопрос можно найти на с. 4–7.

Геннадий Львович Хинкис и Владимир Лаврентьевич Зайченко уникальны не только тем, что родились в Москве в один день — 17 августа 1944 г., окончили геодезический факультет МИИГАиК по одной специальности — «астрономо-геодезия», получили первый производственный опыт на предприятиях ГУГК при СМ СССР, но и тем, что в 1972 г. выбрали на долгие годы непростой вид деятельности — педагогический.

Г.Л. Хинкис был приглашен работать в Московском топографическом политехникуме (Московский колледж геодезии и картографии — МКГиК) методистом. В 1975 г., благодаря таланту организатора, Геннадий Львович был назначен на должность заместителя директора, а с 1990 по 2023 г. являлся директором (об этом периоде его жизни можно узнать в № 5-2022 в статье В.Л. Зайченко «Г.Л. Хинкис — полвека на службе геодезическому образованию СССР и России»). В 2023 г. Г.Л. Хинкис был назначен советником ректора МИИГАиК по вопросам среднего профессионального образования, а МКГиК передал в надежные руки Т.Г. Зверевой — выпускнице колледжа и МИИГАиК.

В.Л. Зайченко начал работу на кафедре геодезии МИИГАиК в должности ассистента и имеет общий педагогический стаж работы в высших и средних учебных заведениях более 45 лет. Он преподавал геодезию в СССР, в России, на Кубе и в Танзании. Подробнее об этом Владимир Лаврентьевич рассказал в своей статье на с. 26–30.

Преданность геодезии и желание поделиться накопленными знаниями и педагогическим опытом привели Г.Л. Хинкиса и В.Л. Зайченко к многолетнему творческому сотрудничеству.

В 2004 г. Геннадий Львович и Владимир Лаврентьевич предложили нам принять участие в работе над второй редакцией книги «Словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности», подготовленной ими. Успешная совместная техническая и организационная работа позволила в 2006 г. издать словарь тиражом 2000 экз.

Затем была подготовлена третья редакция словаря под тем же названием, дополненная краткими биографическими сведениями о выдающихся ученых и деятелях в области астрономии, геодезии и картографии. Книга вышла в 2009 г. к 230-летию МИИГАиК тиражом 1000 экз. при спонсорской поддержке компаний — партнеров журнала: КБ «Панорама», «Ракурс» и ГК «ТАЛКА».

Четвертая редакция словаря, существенно переработанная авторами, получила название: «Словарь терминов, употребляемых в геодезической, картографической и кадастровой деятельности (термины и словосочетания)». Опыт совместной работы позволил в 2019 г., к 100-летию МКГиК, издать книгу тиражом 800 экз. при спонсорской поддержке партнеров журнала: КБ «Панорама», АО «УСГИК» и ГК «Геоскан», а также членов Попечительского Совета МКГиК — ГБУ «Мосгоргеотрест», ООО «ЗемлемерЪ», ООО Фирма «ЮСТАС» и ООО «ПК Горспецпроект».

Кроме того, Г.Л. Хинкис и В.Л. Зайченко в период с 2009 по 2024 г. подготовили серию статей, часть из которых в соавторстве. Эти публикации не только украшают журнал, но и поднимают его авторитет среди учебных заведений, готовящих специалистов в области картографо-геодезической и кадастровой деятельности.

**Редакция журнала**

# AGISOFT METASHAPE

Профессиональное ПО, которое максимально раскрывает возможности фотограмметрии. Получайте разные виды пространственных данных из цифровых фотографий — быстро и с высокой точностью.



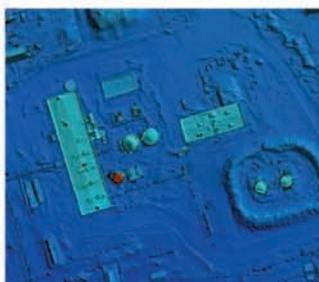
## УМНАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ

Agisoft Metashape позволяет создавать цифровые трехмерные модели на основе снимков с RGB- или мультиспектральных камер, мультисенсорных систем и космических аппаратов. Благодаря широкому функционалу ПО будет полезно в разных отраслях: геодезии, картографии, маркшейдерии, сельском хозяйстве и других сферах.

Новинка: в Agisoft Metashape 2.0 можно работать с данными воздушного или наземного лазерного сканирования! Совмещайте их с обработкой фотографий, чтобы получать итоговые 3D-модели наилучшего качества.



Геопривязанный ортофотоплан



ЦММ



Плотное облако точек



Текстурированная полигональная модель



> 100 000  
пользователей



140 стран  
по всему миру



Использовался  
в крупнейшем в мире  
проекте с БАС



Возможность  
обработки данных  
в облаке



Геоскан — официальный дистрибьютор Agisoft Metashape на территории России. Лицензия на продукт бессрочная, вы приобретаете полный доступ к функциональным возможностям ПО. Также лицензия дает право на получение технической поддержки и своевременное обновление.

Сканируйте QR-код и оцените возможности программы по бесплатной пробной лицензии на 30 дней.

Редакция благодарит компании,  
поддержавшие издание журнала:

«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»  
(Информационный партнер),  
ГК «Геоскан», АО «Ракурс»,  
«ГНСС плюс», АО «Урало-Сибирская  
Гео-Информационная Компания»,  
АО «НИИМА «Прогресс», КБ «Панорама»,  
ГБУ «Мосгоргеотрест»,  
ПК «ГЕО», ГеоТор

Издатель  
ИП Романчикова М.С.

Учредитель  
В.В. Groшев

Главный редактор  
М.С. Романчикова

Редактор  
Е.А. Дикая

Дизайн макета  
И.А. Петрович

Дизайн обложки  
И.А. Петрович

Интернет-поддержка  
«Инфодизайн»

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

Интернет-версия  
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 29.08.2024 г.

Печать Издательство «Прспект»

## ОТ РЕДАКЦИИ

О ЮБИЛЕЯХ ПАРТНЕРОВ И АВТОРОВ ЖУРНАЛА 1

## ЮБИЛЕЙ

А.М. Шагаев  
СЕКРЕТ 30-ЛЕТНЕГО УСПЕХА «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» 4

В.Л. Зайченко  
В КАНУН 80-ЛЕТНЕГО ЮБИЛЕЯ 26

## ТЕХНОЛОГИИ

А.П. Лубнин  
НАВИГАЦИОННЫЕ ТЕРМИНАЛЫ GNSSPLUS G77 И  
GNSSPLUS G77LITE 9

ЗД-МОДЕЛЬ НИЖНЕГО НОВГОРОДА 13

А.Л. Куренщиков, А.И. Разумовский, В.Г. Удинцев  
ПРОГЕОСЕТЬ — УПРАВЛЕНИЕ СЕТЯМИ ПОСТОЯННО  
ДЕЙСТВУЮЩИХ ГНСС-СТАНЦИЙ 14

К.К. Никитский  
ПОСТРОЕНИЕ ЗОНЫ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО  
ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ 20

## ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

Р.Р. Барков  
ГИДРОЛОГ КОЛЛУПАЙЛО. ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЛУЧШЕНИЯ  
В ПЕРИОД ВОЙН И РЕВОЛЮЦИЙ 31

При оформлении первой страницы обложки использован фрагмент снимка с  
Белорусского космического аппарата (БКА) с пространственным разрешением 2,1 м.  
На снимке — Минск, Республика Беларусь.

Снимок предоставлен Научно-инженерным республиканским унитарным  
предприятием «Геоинформационные системы» НАН Беларуси.



Среди российских компаний — партнеров журнала — компания «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» (ГСИ) занимает особое место.

Взаимодействие руководства ГСИ с редакцией началось с первого номера журнала «Геопрофи» и продолжается до настоящего времени. Оно включает не только размещение рекламных материалов, которые являются весомым вкладом в бюджет журнала, но и подготовку статей о новых приборах, программных средствах, технологических решениях и практическом опыте использования современного геодезического оборудования сотрудниками ГСИ, а также истории создания средств измерений, размещенных в музее компании.

Редакция всегда получала понимание и поддержку руководства компании при подготовке и издании учебных пособий и монографий авторов журнала, среди которых первое и второе издания книги «Местные системы координат» (авторы А.П. Герасимов, В.Г. Назаров) и монография А.П. Герасимова «Спутниковые геодезические сети».

Нельзя не отметить многочисленные консультации, которые оказывают сотрудники ГСИ по просьбе редакции, и неизгладимые впечатления от мероприятий, проводимых ГСИ, в которых мы неоднократно принимали участие.

О деятельности компании первые 10 лет и достигнутых результатах к ее 25-летию на страницах журнала «Геопрофи» (№ 3-2004 и № 5-2019) рассказывал Андрей Михайлович Шагаев, один из основателей компании, ее генеральный директор на протяжении 15 лет, а в настоящее время — председатель Совета директоров ООО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ».

Создать и вывести компанию на одно из ведущих мест в России — задача сложная, а сохранить достигнутые результаты на долгие годы большинству непосильная. Поэтому 8 июля 2024 г., в день 30-летия ГСИ, мы рискнули попросить Андрея Михайловича ответить на один вопрос: «Каким секретом владеют руководители и сотрудники компании, что ГСИ в это непростое для российских организаций время не только остается ведущей компанией в России, но и продолжает развиваться?»

Редакция журнала

## СЕКРЕТ 30-ЛЕТНЕГО УСПЕХА «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»

А.М. Шагаев («ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»)

В 1980 г. окончил дорожно-строительный факультет Московского автомобильно-дорожного института (в настоящее время — Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет — МАДИ) по специальности «мосты и тоннели». После окончания института был призван в кадры ВС СССР. С 1982 г. работал в тресте «Монтажтермоизделия», с 1984 г. — в ГПИ «Союздорпроект», с 1990 г. — в кооперативе, с 1991 г. — в Московском филиале Ленинградского научно-производственного объединения «Росгеопроект». В 1994 г. с группой единомышленников основал компанию «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» и стал ее генеральным директором. В настоящее время — председатель Совета директоров ООО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ».

Редакция журнала уже задавала мне подобный вопрос в тепер уже таком далеком 2019 году. Добавить к моему предыдущему ответу что-то сложно. Хочу лишь сказать, что, на мой взгляд, главным фактором долговременного успеха компании «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» явля-

ется **способность** ее руководства и сотрудников **к креативному мышлению**.

Если заглянуть в прошлое на тридцать лет назад, то можно проследить поступательное движение нестандартных решений для отрасли геодезии и картографии, которые генерирова-

ли и принимали руководители и сотрудники компании. Склад, офисное ПО, своя логистика, роуд шоу, сервисный центр и т. д. — везде мы были первооткрывателями.

В прошлых юбилейных статьях, отвечая на вопросы редакции журнала, подчеркивалось,



что учредители и руководство компании не только зарабатывает, но и старается создать предприятие, приносящее пользу обществу, вырабатывает собственную корпоративную культуру, воспитывает и обучает своих сотрудников, стараясь не только повысить их квалификацию, но и зажечь азартом исследовательской работы, учит нестандартно мыслить в принятии технических и производственных решений. Пожалуй, с этого все и начиналось. Главный лозунг ГСИ: «Долой шаблон — даешь креатив».

Создание крупной российской компании с огромным, по меркам нашей отрасли, производственным и интеллектуальным потенциалом, которая существует и активно развивается уже тридцать лет — это творческая работа талантливого коллектива единомышленников, объединенных общим стремлением к совершенству и желанием развивать новые направления деятельности. Тридцать лет назад нас было 8 энтузиастов, сегодня численность группы компаний ГСИ более 250 сотрудников различных специальностей: инженеры-консультанты, логисты, таможенные брокеры, механики по установ-

ке систем нивелирования, специалисты по решениям для сельского хозяйства, сервисные инженеры, программисты, рабо-

тающие над созданием российского ПО и программно-аппаратных комплексов, бухгалтера и... Хочется перечислить всех, но важно то, что все наши сотрудники умеют креативно мыслить! И это главное!

Второй важнейший фактор — **надежность**. Мы уважаем своих клиентов, стараемся максимально поддерживать их, и они это очень ценят. Сделка не заканчивается на продаже. Недавно один наш заказчик из крупной компании поделился следующей информацией: их служба безопасности после месячной проверки признала, что риск работы с компанией ГСИ составляет 0%. Услышать это было очень приятно.

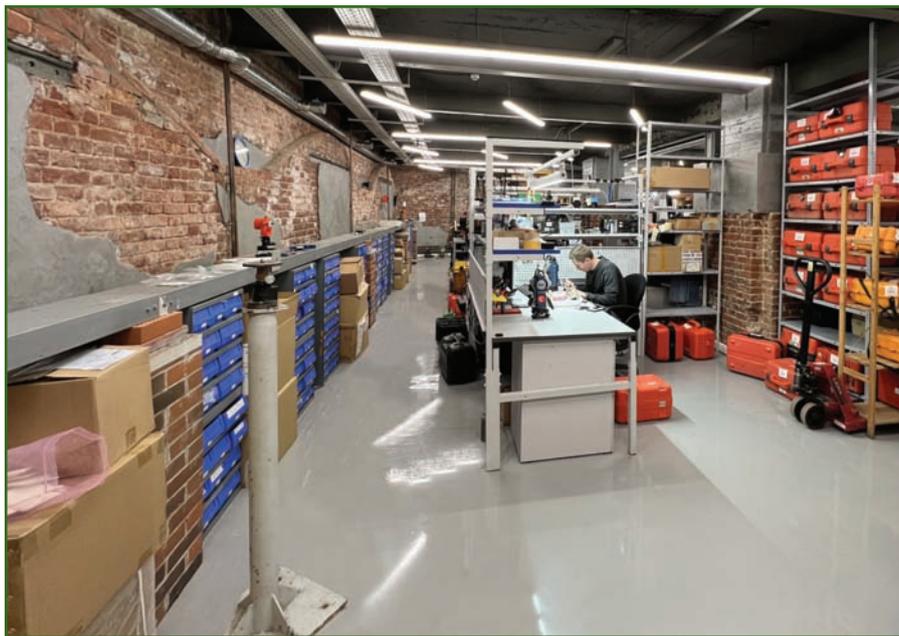
Самая развитая сеть по ремонту и обслуживанию геодезического оборудования — у нас.



Уровень технических знаний специалистов компании повышается все эти годы. Мы были аккредитованы всеми мировыми производителями на проведение гарантийного сервиса. Приятно отметить, что даже компания GoSLAM — новый партнер ГСИ — разрешила нам проводить ремонт их сканеров в Москве.

Мы гордимся тем, что разрабатывали и производим универсальный коллиматорный стенд, мобильные метрологические сервисные лаборатории и многое другое. И это не похвальба: это гордость за созданную нами российскую компанию.

Музейная экспозиция ГСИ, насчитывающая более 600 экспонатов раритетной геодезической техники, не считая экспонатов в мини-музеях региональных филиалов и в Московском



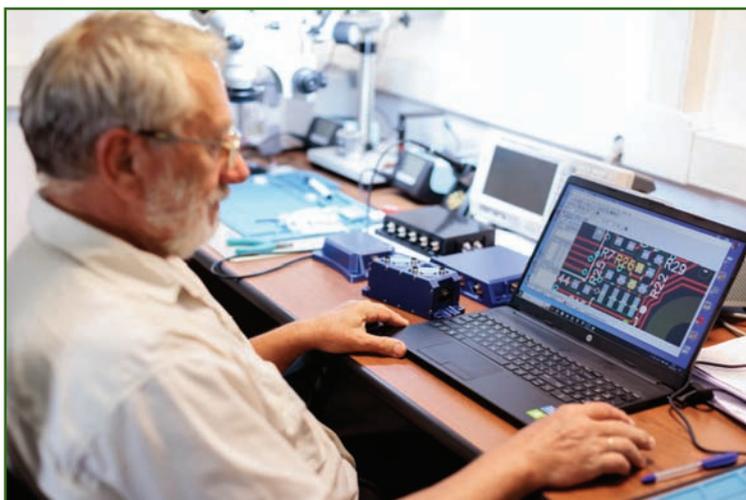
планетарии, является неоценимым подспорьем в работе с молодежью. Молодые сотрудники ГСИ, которые проводят экс-

курсии по нашей экспозиции, не только помогают преподавателям колледжей и институтов в популяризации профессии, но и сами испытывают гордость за свою деятельность. **Верность традициям** — это еще один основополагающий фактор, позволяющий создать творческий, преданный делу коллектив. У геодезической науки в России славная история и об этом надо помнить.

Начиналась наша компания как организация производственная. Мы выполняли геодезические работы и большую часть полученной прибыли вкладывали в оснащение собственного производства современным оборудованием и новейшими технологическими решениями. За счет этого имели конкурентное преимущество.

В начале 1990-х годов в России возникла парадоксальная ситуация: в Советском Союзе было несколько заводов, производящих геодезические приборы, но с упразднением централизованного снабжения производители и потребители не могли найти друг друга. Наша организация, уже в то время овладевшая азами рекламы, смогла встроиться на место





недостающего звена. Заводы получили гарантированный сбыт, а клиенты — необходимую технику. В этот период на российский рынок стали более широко выходить зарубежные

производители. Японская компания SOKKIA стала нашим первым зарубежным поставщиком. В последующем, расширяя спектр продукции, мы стали работать со всеми ведущими

мировыми производителями геодезической техники. И, надо сказать, к обоюдной выгоде. Это сотрудничество дало нам неограниченный опыт в изучении зарубежных подходов к ведению бизнеса, разных моделей управления и, конечно, региональной специфики, присущей производителям Японии, США, Китая и Европы. Знакомясь с самыми современными технологиями и самым современным оборудованием, мы внедряли эти технологии на российском рынке.

Много лет назад кто-то из наших зарубежных партнеров сказал, что компания ГСИ не похожа на российскую компанию. Не могу с ним согласиться. Еще в XIX веке слово русского купца было весомее подписанного договора. На том и стоим. Ведущие западные компании обучали своих представителей западным подходам к ведению бизнеса, а ГСИ трансформировало их зарубежный опыт в российскую действительность. Жить и работать по лекалам нам неинтересно. Всегда стремимся создавать что-то новое и двигаться вперед.

Вот и сейчас в группе компаний ГСИ появился стартап — компания «ГСИ Софт». Имея уникальное знание рынка и многолетнюю практику внедрения систем нивелирования западного производства, мы решились на создание серии отечественных решений в этой области взамен ушедших с рынка западных производителей. Команда работает еще только полтора года, но уже есть маленькие победы. Надеемся в недалеком будущем порадовать наших клиентов полностью российскими решениями для строительной техники, включая бульдозеры, экскаваторы и грейдеры. «ГСИ Софт» также разрабатывает ПО для контроллера ГНСС, которое уже прошло регистрацию в Роспатенте.

Дорогу осилит идущий!

ООО «ГНСС плюс»

# GNSS

## Универсальные ГНСС приемники

### GNSSPLUS™



G77



G77Lite

Гарантия 3 года  
[www.GNSSPLUS.ru](http://www.GNSSPLUS.ru)

# НАВИГАЦИОННЫЕ ТЕРМИНАЛЫ GNSSPLUS G77 И GNSSPLUS G77LITE

А.П. Лубнин («ГНСС плюс»)

Имеет более 20 лет опыта экспертизы в области системного бизнес-анализа. С 2011 г. работал в ООО «Руснавгеосеть», где участвовал в создании, развитии и поддержке инфраструктуры сетей высокоточного спутникового позиционирования. С 2022 г. работает в ООО «ГНСС плюс», в настоящее время — руководитель технического отдела.

## ▼ О компании «ГНСС плюс»

Разработчик и поставщик решений высокоточной навигации на российском рынке с 2007 г. Имеет опыт сотрудничества с иностранными компаниями — лидерами производства оборудования для прецизионного спутникового и спутниково-инерциального позиционирования.

С 2022 г. является авторизованным дилером компании Harxon Corporation, входящей в холдинг Beijing BDStar Navigation Co., Ltd. (КНР). ООО «ГНСС плюс» уполномочено проводить демонстрации продукции, предоставлять ценовые коммерческие предложения,



Рис. 2

Модификации терминала GNSSPLUS G77Lite (слева — с одной антенной, справа — двухантенный)

осуществлять поставки продукции, оказывать первичную и послепродажную поддержку.

## ▼ Терминалы GNSSPLUS

Благодаря многолетнему опыту и знанию современных потребностей российского рынка компания «ГНСС плюс» зафиксировала смещение акцента в сторону дефицита качественных многофункциональных решений у потребителей навигационной аппаратуры для интеграции в измерительные комплексы и сделала непростой, но важный шаг навстречу заказчикам.

После длительной подготовительной деятельности весной 2024 г. компания «ГНСС плюс» объявила о доступности в России новых устройств — навигационных терминалов GNSSPLUS G77 (рис. 1) и GNSSPLUS G77Lite (рис. 2), являющихся по сути информационными центрами. Основные технические особенности терминалов приведены далее.

Терминалы позволяют реализовать сбор и распространение навигационной и другой сопутствующей информации с удаленных как подвижных, так и стационарных объектов. Оборудование предназначено не только для решения прикладных навигационных задач, возможности его использования не ограничиваются рамками традиционного применения ГНСС-оборудования (как, например, получение навигационного решения с требуемым уровнем точности).

Основу каждого терминала составляет промышленный компьютер, центральным ядром которого служит модуль быстродействующей памяти специального назначения, разработанной для необслуживаемой работы в составе бортовых информационных устройств в течение продолжительного времени. Этот модуль способен не только хранить данные, но и является платформой для управляющей терминалом опера-



Рис. 1

Терминал GNSSPLUS G77 (вверху — вид со стороны передней панели, внизу — с коммуникационной панели)

ционной системы (ОС) Linux. Кроме того, обладая высокой производительностью, модуль быстродействующей памяти сертифицирован по стандарту AEC-Q100 для применения в бортовых системах автомобильной электроники, что гарантирует надежное функционирование устройств на его основе в широком диапазоне условий эксплуатации.

ОС Linux традиционно применяется в компьютерах промышленного назначения, в том числе в составе автоматизированных технологических линий, а также в различном телекоммуникационном оборудовании. В терминалах G77 и G77Lite применение данной операционной системы позволило реализовать гибкую систему управления различными потоками данных между составными компонентами устройств — как внутренними, так и подключаемыми.

В терминалах осуществляется не только прием и передача информации (навигационной, бортовой телеметрии и т. п.), но и запись данных для последующего доступа к ним, что немаловажно при прерывании связи с терминалом. Такая функция весьма востребована в системах диспетчеризации подвижных объектов, например, строительной техники или различных машин на горнодобывающих предприятиях. Кроме того, в устройствах имеется большой набор диагностических инструментов для поиска причин нештатных ситуаций — не только традиционные утилиты Ping и Traceroute (инструменты для проверки корректности сетевых настроек путем запроса отклика от удаленного сервера и сбора информации о маршруте передачи пакетов данных), но и достаточно редко встречаемые инструменты синтаксического анализа потоков. Так, например, при работе с терминалом в режиме полевого ГНСС-приемника можно проанализировать це-

#### Технические особенности терминала GNSSPLUS G77

Количество каналов для приема спутниковых сигналов — 1408  
 Чипсет Nebulas IV  
 Мультичастотная поддержка систем: ГЛОНАСС, BDS, GPS, Galileo и QZSS  
 Специализированные алгоритмы для работы в среде с наличием помех  
 Операционная система — Linux  
 Точность определения позиции в режиме RTK (СКО):  
 — в плане — 0,8 см + 1 мм/км  
 — по высоте — 1,5 см + 1 мм/км  
 Точность определения курса в режиме RTK (СКО): 0,1° для базиса 1 м (для модели с двумя антеннами)  
 Web-интерфейс на русском языке  
 Возможность отправки команд напрямую в ГНСС-плату  
 Поддержка NTRIP: ровер/кастер/сервер  
 Встроенная память для хранения данных — 24 Гбайт  
 Запись и передача данных с внешних устройств  
 Вывод данных с частотой до 50 Гц  
 Встроенные модули связи 4G/LTE, Wi-Fi/Bluetooth  
 Поддержка 1PPS/Event marker  
 Встроенный сетевой контроллер — 10/100 Мбит/с  
 Аккумуляторная батарея большой емкости (до 15 часов непрерывной работы)  
 Степень защиты IP67  
 Размер: 212 x 162 x 75 мм  
 Вес: не более 2,3 кг  
 Диапазон рабочих температур: от -40 °С до +65 °С

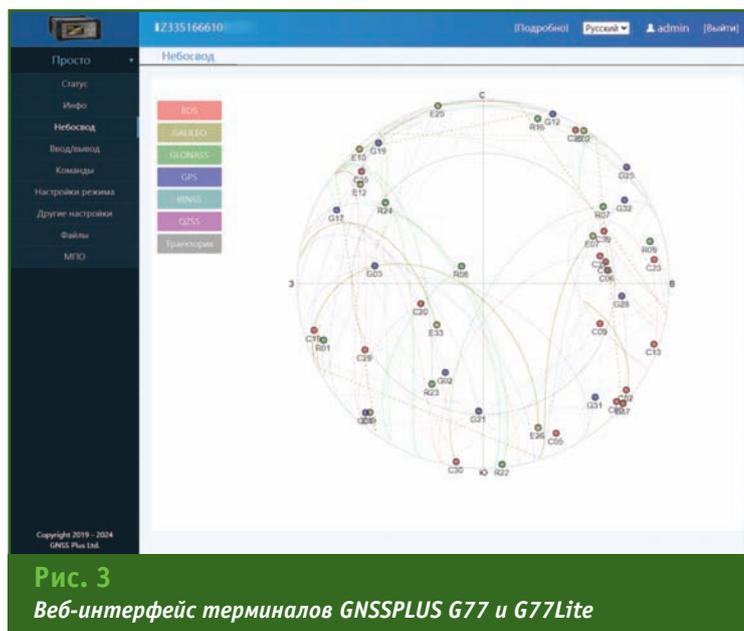
#### Технические особенности терминала GNSSPLUS G77Lite

Количество каналов для приема спутниковых сигналов — 1408  
 Чипсет Nebulas IV  
 Мультичастотная поддержка систем ГЛОНАСС, BDS, GPS, Galileo и QZSS  
 Специализированные алгоритмы для работы в среде с наличием помех  
 Операционная система Linux  
 Точность определения позиции в режиме RTK (СКО):  
 — в плане — 0,8 см + 1 мм/км  
 — по высоте — 1,5 см + 1 мм/км  
 Точность определения курса в режиме RTK (СКО) — 0,1° для базиса 1 м (для модели с двумя антеннами)  
 Web-интерфейс на русском языке  
 Возможность отправки команд напрямую в ГНСС-плату  
 Поддержка NTRIP: ровер/кастер/сервер  
 Встроенная память для хранения данных — 24 Гбайт  
 Запись и передача данных с внешних устройств  
 Встроенный модуль связи 4G/LTE  
 Встроенный сетевой контроллер — 10/100 Мбит/с  
 Степень защиты IP68  
 Размер: 135 x 102 x 47 мм  
 Вес: не более 0,47 кг  
 Рабочие температуры: от -30 °С до +70 °С

лостность данных в потоке сообщений, если у пользователя имеется сомнение в качестве корректирующей информации, поступающей от референцной станции.

Взаимодействие с терминалами осуществляется с помощью встроенного русскоязычного

веб-интерфейса (рис. 3) с функциями аутентификации (персонализация пользователей) и авторизации (распределение уровней полномочий по ролям). Это обеспечивает мониторинг текущего состояния, доступ к внутренней памяти, настройку основных режимов работы, а



**Рис. 3**  
Веб-интерфейс терминалов GNSSPUS G77 и G77Lite

также возможность аудита внешних пользователей в конфигурацию изменений.

Терминалы G77 и G77Lite оснащены встроенными модемами для связи в сетях мобильной связи 4G/3G/2G, а также функционалом передачи данных во внешние службы, что позволяет потребителям наладить регулярное бесперебойное поступление всего объема собранной информации в единый диспетчерский центр. В терминалы G77 дополнительно встроены модули связи Wi-Fi и Bluetooth, которые дают возможность реализовать систему беспроводного обмена данными между бортовыми устройствами подвижного объекта.

#### ▼ О навигационных модулях

В состав терминалов входит навигационный модуль, позволяющий решать задачи местопределения с точностью геодезического класса при использовании ГНСС-антенн соответствующего уровня. Прием сигналов всех спутниковых группировок во всех доступных частотных диапазонах позволяет получать координаты подвижного объекта даже в условиях ограниченной видимости спутников ГНСС, что является критичным фактором в среде городской

застройки, на карьерах, в лесных массивах.

Двухантенные модели терминалов позволяют получать и передавать в центр управления не только координаты объекта, но и его ориентацию (курс), причем даже в неподвижном состоянии, что является необходимым при применении технологий диспетчеризации и автоматизации на строительной и другой специальной технике, а также открывает перед интеграторами возможности внедрения беспилотных технологий.

Наличие коммуникационных интерфейсов дает возможность подключения к терминалам внешних устройств, таких как размещенных на борту подвижных объектов систем сбора телеметрии (датчики моторесурса, контроля топлива и другие цифровые устройства). Это позволяет организовать единый канал связи автоматического сбора и доставки данных сразу в несколько центров управления техникой.

Устройства G77 и G77Lite имеют достаточный потенциал для непрерывной продолжительной работы и могут успешно применяться в составе оборудования референчных станций высокоточного спутникового

позиционирования. Наличие в терминале G77 аккумулятора большой емкости обеспечивает бесперебойную работу при отсутствии внешнего электропитания в течение 15 часов.

На момент публикации данного материала терминалы G77 и G77Lite проходят испытания с целью утверждения типа средств измерений и включения сведений в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

#### ▼ Прием корректирующих сигналов и режим PPP

Развитие технологий спутникового позиционирования позволило создать сервисы точного позиционирования Precise Point Positioning (PPP), применение которых дает возможность повысить точность при абсолютных ГНСС-измерениях, достаточную для работы множества потребителей. Классическим примером является область сельского хозяйства. В настоящее время сложно представить какое-либо крупное предприятие, которое не использует эффективные подходы к обработке земли, и сервисы PPP позволяют закрыть практически все потребности производителей сельскохозяйственной продукции (за исключением культур типа картофеля, которым требуется самый высокий уровень точности позиционирования).

Терминалы G77 и G77Lite могут работать со всеми доступными в настоящее время сервисами PPP, распространяемыми как по спутниковым каналам, так и посредством сети Интернет. Так, сервис B2b-PPP (КНР), корректирующие сигналы которого передаются с геостационарных спутников BDS, привлекателен для потребителей в Сибири и на Дальнем Востоке. Сервис Galileo HAS (ЕС), который не так давно стал доступен пользователям, уже получает высокие оценки своей работы. В отличие от B2b-PPP сервис HAS распространяется с орбиталь-

ных спутников, поэтому востребован всеми потребителями, даже работающими в северных широтах. Сервис, предлагаемый АО «ГЛОНАСС», доступен для устройств на традиционных технологиях получения корректирующих сигналов и распространяется только по сети Интернет, но и он дает возможность получения решения PPP, избавленного от нестабильности, связанной с геополитическими рисками. В принципе, подход к приему устройством сигналов PPP через сеть Интернет (PPP over IP) позволяет использовать собственные сервисы PPP любому пользователю, обладающему системой формирования потока сообщений PPP.

Все перечисленные варианты использования корректирующих сервисов PPP доступны в терминалах G77 и G77Lite и могут применяться, исходя из задач, стоящих перед потребителями.

#### ▼ Характеристика «число каналов»

Снижение уровня доступности технологий производства сверхбольших интегральных схем (СБИС) и увеличение их производительности, а также миниатюризация и универсализация аппаратной платформы приводят к отказу от использования специализированных интегральных схем (ASIC) в пользу схем с программируемой логикой (FPGA). Вследствие этого, считавшийся ранее одним из ключевых параметров «число каналов в приемнике ГНСС» изменил свою суть. Уже нет прямой корреляции между числом каналов и наличием приема сигнала со всех существующих и перспективных навигационных космических аппаратов. Так, в терминалах G77 и G77Lite используется СБИС, имеющая в структуре 1408 каналов. Эти каналы распределяются динамически для выполнения множества дополнительных функций, которыми обладает встроенный ГНСС-модуль.

#### ▼ Об угрозах ограничений в работе спутниковых сигналов

В современном непредсказуемом мире возможность избирательного приема сигналов различных группировок ГНСС стала фактическим стандартом. В частности, наша компания получает много запросов от заинтересованных пользователей о потенциальной возможности работы предлагаемого оборудования в режиме «только ГЛОНАСС». Очевидно, прием сигналов от определенных навигационных космических аппаратов снижает производительность устройств при ограниченной видимости спутников ГНСС (например, в условиях плотной городской застройки), о чем мы всегда предупреждаем.

Так или иначе, в России приемник ГНСС должен отвечать запросам российских потребителей, поэтому в устройствах G77 и G77Lite эта функциональность реализована полностью — компания «ГНСС плюс» гарантирует поддержку режима «только ГЛОНАСС» в течение всего цикла работы устройств, в том числе и при синхронизации времени ГНСС-модуля в процессе его инициализации.

#### ▼ Тестирование в интересах разработчиков оборудования

Накопленный компанией «ГНСС плюс» многолетний опыт дает возможность ставить задачи и осуществлять контроль технологического процесса на заводе, производящем оборудование, что реально повышает качество конечной продукции. Так, например, в 2024 г. сотрудники компании «ГНСС плюс» совместно с представителями производителей/разработчиков ГНСС-оборудования провели объемные тестовые испытания работы навигационных терминалов G77 и G77Lite с сервисом Galileo HAS в полевых условиях на территории Московской об-

ласти. Полученные в ходе тестов данные были переданы разработчикам, которые их учтут, что позволит повысить надежность измерений и обеспечит высокий уровень доверия к качеству терминалов.

#### ▼ Прикладные задачи

После анонса на выставке «НАВИТЕХ» в Москве в апреле 2024 г. терминалы G77 и G77Lite вызвали высокий уровень заинтересованности у специалистов из самых разных сфер. В настоящее время устройства уже показали свою эффективность в работе гидрографических служб — терминалы в режиме реального времени получают данные о позиционировании судов и передают их в гидрографические программно-аппаратные комплексы.

В сфере малой частной авиации терминалы G77 являются важным звеном в подсистеме помощи пилотам, формируя альтернативную информацию штатному бортовому навигационному обеспечению, что существенно упрощает ориентирование в сложной обстановке и ведет к оптимизации времени полетов, расхода топлива и снижению моторесурса.

#### ▼ О развитии терминалов GNSSPLUS

Благодаря тесному сотрудничеству с производителями основных компонентов навигационного оборудования, компания «ГНСС плюс» всегда имела возможности по расширению любого функционала устройств под запросы потребителей.

Терминалы G77 и G77Lite также не являются исключениями из этого правила. Имеющийся в устройствах функционал способен удовлетворить большую часть конечных пользователей. Убеждены, что сможем и дальше расширять возможности реализуемой нами продукции, тем самым помогая заказчикам в решении максимального спектра задач.

## 3D-МОДЕЛЬ НИЖНЕГО НОВГОРОДА\*



По заказу автономной некоммерческой организации «Региональный центр поддержки и координации отечественных цифровых технологий и разработчиков «Горький Тех» Геоскан выполнил работы по созданию цифрового ортофотоплана и 3D-модели Нижнего Новгорода для нужд правительства Нижегородской области.

В составе работ была проведена плано-высотная подготовка снимков: посредством спутниковых наблюдений создана съемочная сеть из 5 базовых станций и 102 контрольных точек относительно 8 пунктов государственной геодезической сети.

При помощи БВС «Геоскан 201» специалисты нашей компании провели аэрофотосъемку территории общей площадью около 460 км<sup>2</sup>. За 85 полетов было получено 116 852 снимка с разрешением не более 5 см/пиксель.

«Начало работ выпало на октябрь 2023 года, и в конце месяца нас ждал неприятный сюрприз: испортилась погода, и наступил период обильного снегопада. Полеты пришлось остановить, мы рисковали не выполнить договор. Но все закончилось благополучно — в ноябре температура неожиданно поднялась до +10 °С, все растаяло, и нам удалось ус-

пешно обследовать территорию», — рассказал руководитель полевого отдела Геоскана Федор Солощенко.

Для фотограмметрической обработки собранного материала использовали ПО Agisoft Metashape Professional, благодаря которому были построены цифровые ортофотопланы и тайловая 3D-модель.

Созданная интерактивная карта применяется правительством области в градостроительстве и территориальном планировании. Она наглядно показывает взаимодействие различных процессов и компонентов городской среды, что позволяет комплексно анализировать инфраструктуру и управлять ею с учетом действующих регламентов и интересов жителей.

«Мы продолжаем сотрудничать с коллегами из Нижнего Новгорода. На основе полученных ортофотопланов Геоскан выполняет пилотный проект по выявлению нарушений землепользования с использованием методов компьютерного зрения для Минцифры Нижегородской области. В его рамках мы анализируем сведения по трем кварталам административного центра. В результате будет сформирована база данных с потенциальными нарушениями, такими как самовольный захват земельного участка, самовольное строительство, бездоговорное использование земельного участка и другими. Эту информацию мы передадим в Минимущество, где ее будут использовать для проведения профилактических работ и исправления ошибок», — поделился планами директор департамента услуг Геоскана Илья Демко.

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

# ПРОГЕОСЕТЬ — УПРАВЛЕНИЕ СЕТЯМИ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ ГНСС-СТАНЦИЙ

## А.Л. Куренщиков (АО «НИИМА «Прогресс»)

В 1987 г. окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «математика». Работал в НЦПО «Вымпел», в РКС, в компании Ashtech и в ООО «Джавад Джи Эн Эс Эс». С 2023 г. работает в АО «НИИМА «Прогресс», в настоящее время — ведущий инженер-программист.

## А.И. Разумовский (АО «НИИМА «Прогресс»)

В 1978 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия», в 1988 г. — факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «прикладная математика». После окончания МИИГАиК работал в ЦНИИГАиК, в компании Ashtech, в Институте точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева РАН и в ООО «Джавад Джи Эн Эс Эс». С 2022 г. работает в АО «НИИМА «Прогресс», в настоящее время — начальник отдела. Кандидат технических наук.

## В.Г. Удинцев (АО «НИИМА «Прогресс»)

В 1982 г. окончил геологический факультет, отделение геофизики МГУ им. М.В. Ломоносова по специальности «геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых». Работал в ИФЗ РАН, в КБ «Роспромбанк» и в ООО «Джавад Джи Эн Эс Эс». С 2022 г. работает в АО «НИИМА «Прогресс», в настоящее время — ведущий инженер-программист.

Современным методом высокоточных координатных определений с помощью спутниковых приемников геодезического класса является кинематика реального времени (RTK — Real Time Kinematic). Данные базовых станций передаются на приемник пользователя по мобильной связи с использованием сети Интернет. В повседневной практике пункты государственных геодезических сетей используются преимущественно для контроля полученных координат. Установка базового приемника в необорудованном месте на самом пункте встречается в геодезической практике реже.

Десятки постоянно действующих сетей ГНСС-станций обеспечивают потребности в определениях координат и навигации на значительной части

территории РФ, где ведется активная производственная и хозяйственная деятельность. В последние годы количество операторов сетей и размеры областей покрытия сервисом дифференциальных коррекций сократилось из-за прекращения действия лицензий на зарубежное программное обеспечение и нехватки специализированных спутниковых приемников для непрерывной работы в течение продолжительного времени.

Программный комплекс ПроГеоСеть предназначен для обеспечения полнофункциональной деятельности сетей станций дифференциальных коррекций. Он включает следующие модули:

- NTRIP caster;
- мониторинг базовых станций;

- сервис виртуальной станции VRS;

- базу данных систем координат.

Рассмотрим эти модули подробнее.

### ▼ NTRIP caster

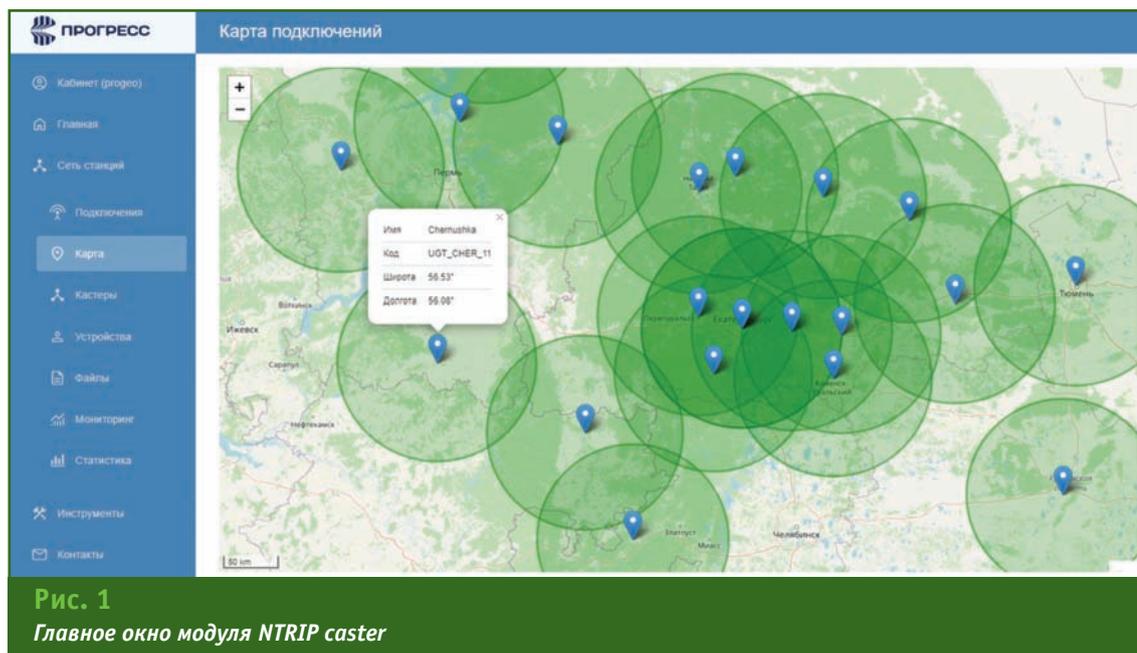
Основные опции модуля NTRIP caster отражены на левой панели главного окна (рис. 1) и включают:

- личный кабинет, где происходит регистрация, авторизация, отображается актуальная информация о трафике данных и балансе денежных средств;

- карта постоянно действующих базовых станций;

- список кастеров, таблица подключений для выбора необходимой базовой станции;

- список подключенных спутниковых приемников;



**Рис. 1**  
Главное окно модуля NTRIP caster

— каталог файлов данных базовых станций в формате RTCM;

— статистики и графики мониторинга координат базовых станций.

В соответствии с правами пользователю предоставляется доступ к определенным опциям, кастерам и точкам подключения, а также возможность скачивания файлов исходных ГНСС-данных в форматах RTCM или RINEX 2.11–3.05. Предполагается хранение архива RTCM данных в течение длительного времени.

NTRIP caster — Интернет-сервис передачи информации от базовых станций потребителям. Его основные характеристики:

- Web-интерфейс управления;
- версии под Linux и Windows;
- NTRIP-протокол версии 2;
- передача данных в форматах RTCM и MSM по защищенному подключению;
- администрирование потоков и пользователей;
- биллинг подключений по пользователям и базовым станциям;
- масштабирование сетей.

Масштабирование подразумевает возможность добавления сторонних приемников к уже существующим сетям базовых станций на условиях бизнес-соглашения. Координаты добавленных пунктов определяются с помощью программы постобработки ГНСС-данных ПроГеоОфис на основе длительных сеансов спутниковых наблюдений.

#### ▼ Мониторинг базовых станций

Задачи мониторинга:

- контроль полноты данных и присутствия помех радиосигналом;
- обработка базовых линий в режиме реального времени;
- фиксация взаимных смещений пунктов сети;
- определение скоростей.

Контроль поступающей на сервер информации необходим для своевременного выявления отключений или проблем функционирования базовых станций, прогноза периодичности радиопомех от внешних устройств. Первичный контроль качества данных, отбраковка грубых измерений улучшают точность и оперативность расчета метеопараметров и позво-

ляют сохранить непрерывность пространственного поля корректирующей информации при изменениях конфигурации сети и временного графика ухудшения качества данных на отдельных станциях.

Расчет векторов сети базовых станций, выполняемый в режиме реального времени по эпохам в кинематическом режиме, необходим для своевременного выявления неблагополучных станций. Оптимальная конфигурация геодезической сети задается путем предварительных испытаний и настройки сценария обработки.

Среднесрочные характеристики качества данных и возможных смещений пунктов, на которых установлены антенны базовых ГНСС, осуществляется путем регулярной, один раз в четыре часа, постобработки векторов и уравнивания сети. На основе  $\chi^2$ -теста уравнивания и  $t$ -теста для ребер сети формируется отчет о функциональности сети за рассматриваемый промежуток времени. Архив отчетов (рис. 2) сохраняется на сервере.

Из рис. 2, где приведена информация по обработке векторов различной протяженно-

Distance, km	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00
110	5	2	6	1	2	3	6	4	0	0	1	2	8	1	3	2	0	1	3	5	41	61	0	10	35	4	65	2	105	106
35	2	1	1	1	3	4	2	2	2	1	0	2	6	0	0	4	0	2	1	4	2	4	3	7	50	2	202	2	2	12
59	2	5	7	2	5	2	2	0	1	5	1	4	1	8	0	13	3	0	1	3	1	4	3	5	125	6	429	8	8	48
36	0	4	3	3	2	6	3	3	1	3	2	1	1	1	2	3	0	0	2	3	41	7	1	1	15	1	86	1	92	3
97	0	4	5	116	0	5	10	2	212	337	1	9	2	3	13	178	1	4	14	54	5	13	0	11	155	266	60	174	218	91
55	4	17	117	3	36	19	3	8	8	13	1	1	3	17	4	27	5	16	35	6	139	136	204	21	399	233	739	106	134	30
71	1	6	6	3	2	2	4	6	6	1	1	1	0	2	3	1	2	7	1	3	38	9	2	2	80	0	106	1	90	5
67	5	4	3	2	4	0	5	0	1	1	1	0	8	0	2	1	1	3	0	6	0	0	3	7	20	3	36	1	7	1
73	2	4	2	4	15	2	10	6	0	2	6	10	70	2	6	72	3	0	3	0	72	6	3	10	1	189	95	130	22	90
81	0	7	12	1	41	1	6	6	150	2	5	15	9	2	3	1	24	4	1	9	0	19	5	0	40	10	185	168	153	3

Рис. 2  
3D отклонения (мм) координат базовых станция относительно исходных

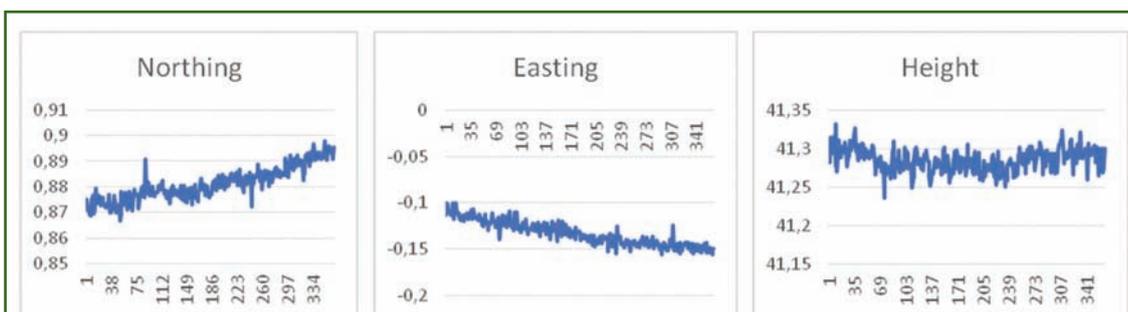


Рис. 3  
Отклонения dN, dE, dH в метрах от каталога NGS

сти московской сети за одни сутки, видно, что максимальные отклонения координат от исходных, полученные в результате уравнивания геодезической сети, в большей степени зависят от времени суток, чем от расстояния. Для данных, собранных в ночное и раннее утреннее время в московском регионе, сильно ухудшается точность определения координат по причине резкого возрастания интерференции радиосигналов. Более полно информация представлена на сайте АО «НИИМА «Прогресс» — <https://spo.progeo.expert/monitoringsolstat>.

Ежедневно, по мере доступности данных о точных координатах и часах спутников, по методу PPP (Precise Point

Positioning) в системе координат ITRF2014 проводится вычисление координат станций московской сети, у которых отмечается наиболее устойчивый прием радиосигнала. Такие станции сети используются в качестве опорных при уравнивании. Алгоритм расчета абсолютных координат был проверен на сети CORS US.

Десять пунктов были выбраны случайным образом на территории штата Калифорния (США), где наблюдается высокая тектоническая активность (рис. 3). Период, для которого были проведены вычисления координат, охватывает 365 дней 2023 года. В качестве примера в табл. 1 приведены вычисленные значения трех пунктов из

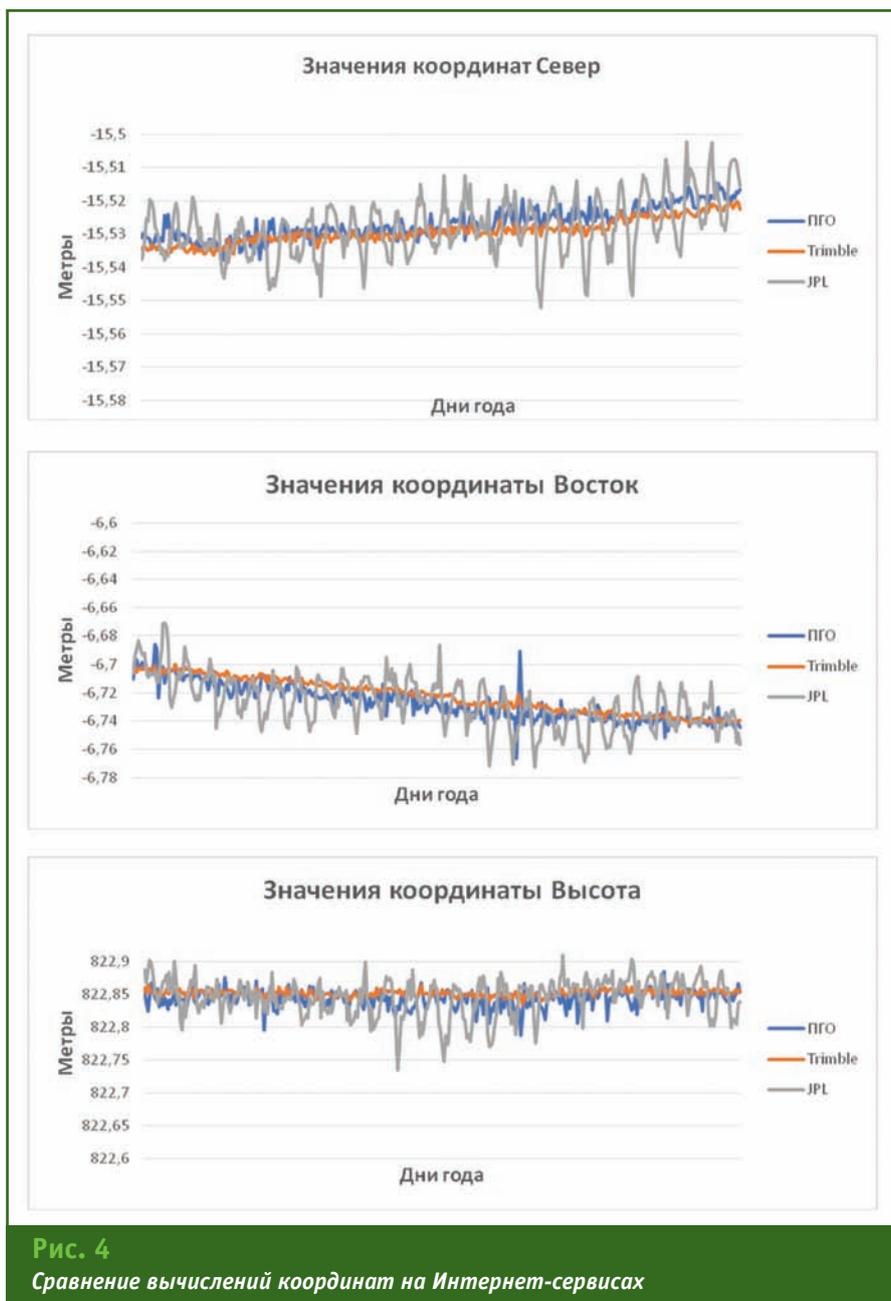
десяти. Как видно из таблицы, результаты хорошо согласуются с паспортными данными этих пунктов, приведенными в каталоге NGS.

Достоверность и точность расчета абсолютных координат также исследовались путем сравнения результатов обработки ГНСС-данных по методу PPP для пунктов московского региона на сервисах Прогео (ПГО), Trimble и JPL (рис. 4).

На примере одного из пунктов видно, что наибольшую точность определения координат предоставляет сервис Trimble, что может быть обусловлено использованием дополнительных данных о температуре, давлении и влажности атмосферы, предоставляемыми собственными спутниками.

Тем не менее, подтверждается, что сервис Прогео позволяет достаточно точно определять общеземные координаты. Предполагается создание региональных моделей скоростей пунктов на территории РФ. С ин-

Значения отклонений трех пунктов		Таблица 1		
Пункт	R066	P277	P523	
NGS	-32, +27, +13	-25, +33, +19	-29, +31, +20	
Прогео	-33, +23, +12	-29, +29, +18	-30, +31, +17	



**Рис. 4**  
Сравнение вычислений координат на Интернет-сервисах

формацией по мониторингу пунктов некоторых российских сетей можно ознакомиться по ссылкам: <https://spo.progeo.expert/monitoringsolstat> и <https://spo.progeo.expert/monitoringppstat>.

#### ▼ Сервис виртуальной станции VRS

Данные базовых станций обрабатываются в режиме реального времени с целью определения ионосферных и тропосферных задержек радиосигналов, которые используются для

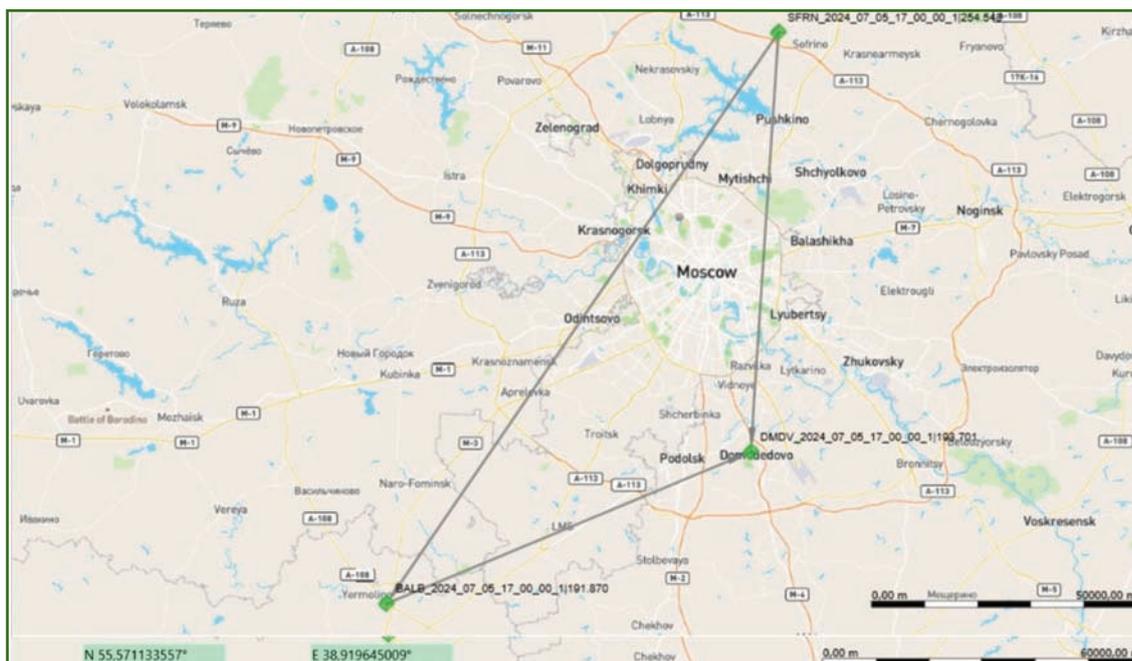
построения пространственных метеополей в технологиях NRTK(VRS), FKP, MAX. К сожалению, в российской геодезической практике эти передовые и необходимые разработки оказались в значительной степени скомпрометированными по причине непрофессиональной организации работы базовых станций на территории РФ: установка спутниковых приемников, не предназначенных для этой цели, отсутствие мониторинга, использование лишь

малой части возможностей сервисов Trimble, Leica, Javad.

Влияние внешних условий, в первую очередь ионосферы, превышающее половину длины волны фазовых измерений, составляющей ~20 см, не позволяет быстро и надежно вычислять целочисленные неоднозначности фазовых измерений в режиме RTK. Как показывает опыт стран Северной Европы и Скандинавии, современные сетевые сервисы, определяющие метеокоррекции, помогают получать за относительно короткое время (менее 15 секунд) точные координаты определяемых точек при удалении от базовых станций свыше 100 км. Виртуальная станция создается на расстоянии нескольких метров от полевого приемника, поэтому алгоритм RTK игнорирует самостоятельное вычисление ионосферных и тропосферных поправок. Из-за меньшего количества неизвестных и, соответственно, размера ковариационной матрицы фильтра Калмана, алгоритм работает более устойчиво, выше вероятность получения достоверного фиксированного решения в неблагоприятных условиях городской застройки или под густыми кронами деревьев.

В настоящее время в программном комплексе ПроГеоСеть реализована технология VRS.

В качестве примера рассмотрим результаты определения координат антенны Javad GrAnt-G5T приемника SinoGNSS K803 на крыше здания АО «НИИМА «Прогресс» относительно трех пунктов сети: Софрино (Московская область), Балабаново (Калужская область), Домодедово (Московская область) (рис. 5). Взаимные расстояния между пунктами варьируются от 75 до 131 км. Ближайший пункт — Софрино — находится на расстоянии 39 км. Используя эту базовую станцию, можно за несколько минут получить



**Рис. 5**  
Схема кластера VRS сети

**Сравнение работы в режиме RTK от реальных базовых станций и VRS** **Таблица 2**

Время	Балабаново	Домодедово, % *	Софрино, % *	VRS, % *
13.07.2024 11:00	0.00	0.00	71.00	94.28
13.07.2024 12:00	0.00	0.00	43.51	92.25
13.07.2024 13:00	0.00	12.60	98.90	93.08
13.07.2024 14:00	0.00	8.29	99.77	99.47
13.07.2024 15:00	0.00	1.63	45.29	94.92
13.07.2024 16:00	0.00	0.0	99.46	87.33
13.07.2024 17:00	0.00	0.0	76.77	73.98
13.07.2024 18:00	0.00	18.97	47.43	48.13

**Примечание.** \* Процент фиксированных решений.

точное фиксированное решение. Работа в режиме RTK относительно других базовых станций практически невозможна.

В качестве начального узла расчета виртуальной базы выбрана станция сети Софрино. Условия приема на пункте АО «НИИМА «Прогресс» неблагоприятные. В непосредственной близости ведется строительство высотного здания, часто проявляется интерференция и переотражения сигналов ГНСС. Из табл. 2 видно, что в период проведения теста использова-

ние технологии VRS имеет преимущество перед работой непосредственно от базовых станций. Однако, положительный эффект сильно зависит от уровня помех на каждом из пунктов кластера, что вносит дополнительные риски использования.

Использование отечественной программной разработки Прогео для обеспечения работы сервисов RTK на территории РФ имеет приоритетное значение. В последние годы было обнаружено значительное количество реестровых ошибок, обуслов-

ленных трудностями освоения зарубежных ГНСС-технологий, недостаточной технической поддержкой компаний-производителей и дилеров на ранних этапах деятельности компаний-провайдеров сервиса. Устранение ошибок, также как и координация сервисов различных операторов и обеспечение их устойчивого развития на современном уровне, являются задачами программного комплекса ПрогеоСеть.

Техническая поддержка осуществляется квалифицированными специалистами.

# ВЕДУЩИЙ ДИЗАЙН-ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

по разработке специализированной микроэлектронной элементной базы



НАВИГАЦИЯ



МИКРОСХЕМЫ СВЧ



РАД. СТОЙКОСТЬ



ЦИФРОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ



УПРАВЛЕНИЕ



КОСМОС И АВИА



АНАЛОГОВЫЕ МИКРОСХЕМЫ



СВЯЗЬ

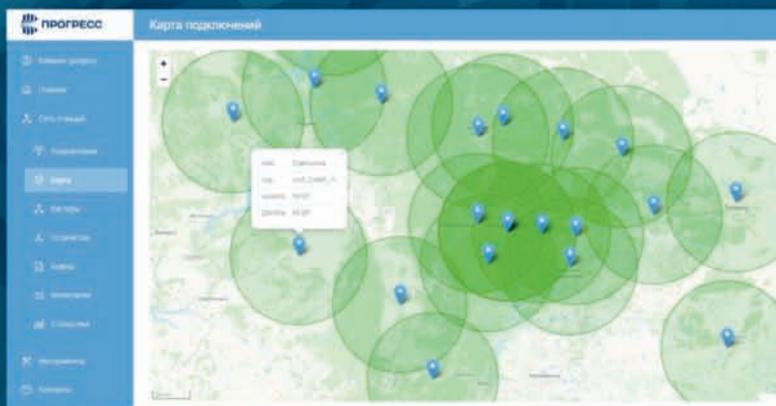
## ПРОГЕОСЕТЬ: РОССИЙСКИЙ СТАНДАРТ ИНТЕРНЕТ-СЕРВИСА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ КОРРЕКЦИЙ

### Преимущество облачных сервисов

Определение координат и навигация на основе ГНСС. Обработка ГЛОНАСС, GPS, Galileo, Beidou, QZSS, IRNSS по математическим алгоритмам, обеспечивающим максимальную точность и надежность решения, сочетая классическую постобработку, RTK, NRTK, RTPK, sRTPK, PPP.

### Преимущества

- Использование последних данных спутниковых орбит, поправок часов, межканальных задержек, погодных, тропосферных, ионосферных данных, моделей тектонических скоростей, калибровок спутниковых антенн, преобразований координат и моделей геоидов
- Автоматическое обновление программных модулей
- Мониторинг трафика и координат опорных пунктов в реальном времени
- Масштабируемость сетей станций – возможность расширения количества и зон покрытия
- Совместимость с современными спутниковыми приемниками, работающими в режиме реального времени по поправкам RTCM 3.x
- Доступ к сервису через web
- Администрирование прав доступа к точкам подключения, учет трафика
- Консольная версия



### Основные модули

- NTRIP caster – версия 2, работает под Windows и Linux. Передача коррекция RTCM 3.x и MSM, контроль трафика ГНСС-данных
- Непрерывная обработка базовых векторов в режиме реального времени
- Постобработка и уравнивание сети станций каждые 4 часа с целью выявления неблагополучных станций
- Ежедневная обработка данных по методу PPP (Precise Point Positioning) для построения карты скоростей тектонических движений
- Архив данных базовых станций в формате RINEX 2.11-3.05 (по требованию)
- NRTK VRS технология, проверенная 10-летним опытом эксплуатации на сетях RTN многих стран и получившая международное признание

База данных координатных систем, насчитывающая более 2600 координатных преобразований, 305 датумов, 50 эллипсоидов, ГСК2011 и цифровую модель ГАО2012 в том числе



i-progress.tech

+7 (499) 153 0271

+7 (499) 281 7057



**ПРОГРЕСС**

НИИ микроэлектронной аппаратуры



market@i-progress.tech

# ПОСТРОЕНИЕ ЗОНЫ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ЗАТОПЛЕНИЯ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ АВАРИИ

К.К. Никитский (КБ «Панорама»)

В 2020 г. окончил факультет прикладной космонавтики и фотограмметрии МИИГАиК с присвоением квалификации «магистр» по направлению «Информационные системы и технологии». После окончания университета работает в АО КБ «Панорама», в настоящее время — инженер-программист.

Гидродинамическая авария — это чрезвычайное событие, связанное с выходом из строя (разрушением) гидротехнического сооружения (ГТС) или его части. В результате разрушения возникает волна прорыва, образующаяся во фронте проходящего в прорыв ГТС потока воды, имеющего значительную скорость движения и обладающего большой разрушительной силой.

За последние 100 лет в мире произошло более 20 крупных аварий на гидротехнических сооружениях, три из них — на территории Российской Федерации.

Так, в результате прорыва плотины Тирлянского водохранилища в Башкирии в 1994 г. в зоне затопления оказались 4 населенных пункта, были полностью разрушены 85 домов, частично разрушены 200 домов, погибли 29 человек, 786 человек остались без крова.

В результате аварии из-за разрушения турбины на Саяно-Шушенской ГЭС в 2009 г. погибло 75 человек. Такое значительное количество погибших объясняется нахождением большинства людей во внутренних помещениях станции ниже уровня пола машинного зала и быстрым затоплением этих помещений.

Разрушение плотины в результате внешнего воздействия на Каховской ГЭС в 2023 г. привело к гибели 60 человек. Затопленной оказалась местность площадью порядка 600 км<sup>2</sup>, в том числе 59 особо охраняемых природных территорий и 67 населенных пунктов.

При гидродинамической аварии основными поражающими факторами являются действие волны прорыва и катастрофическое затопление местности. Многочисленные человеческие жертвы, разрушенные здания, потеря имущества жителями затопленных территорий — это прямой ущерб, который в результате гидродинамической аварии составит значительные суммы. Снижение прямого и косвенного ущерба возможно на основе точных прогнозов движения волны прорыва и зоны затопления.

Катастрофическое затопление местности характеризуется следующими параметрами:

- максимальной возможной высотой и скоростью волны прорыва;
- расчетным временем прихода гребня и фронта волны прорыва в соответствующий створ;
- максимальной глубиной затопления участка местности;

- длительностью затопления территории;
- границами зоны возможного затопления.

Высота волны прорыва и скорость ее распространения зависят от объема и глубины водохранилища, площади зеркала водного бассейна, размеров прорыва, разницы уровней воды в верхнем и нижнем бьефах, гидрологических и топографических условий русла реки и ее поймы [1].

В КБ «Панорама» разработан Комплекс гидрологических задач для ГИС «Панорама». В версии 6.3.5 комплекса добавлена прикладная задача «Моделирование волны прорыва при разрушении гидротехнического сооружения», созданная на основе Инструкции ФГБУ «Гидро-спецеология» [2]. Исходные данные для выполнения расчетов включают:

- параметры плотины ГТС;
- параметры водохранилища;
- фарватер — осевую линию реки ниже водохранилища на длину анализируемого участка потенциального затопления;
- матрицу высот рельефа вдоль реки на всю длину анализируемого фарватера и на всю ширину предполагаемой зоны затопления;

— створы с характеристиками русла реки ниже водохранилища.

Результатом выполнения расчетов являются:

— график движения волны прорыва;

— матрица с глубинами затопления территории;

— границы зоны катастрофического затопления.

Процесс моделирования зоны катастрофического затопления при прорыве ГТС включает несколько технологических этапов, связанных с подготовкой исходной модели местности, используемой для построения графика движения волны прорыва и зоны затопления. Рассмотрим их подробнее.

В качестве исследуемого объекта было выбрано Можайское водохранилище, расположенное на западе Московской области (рис. 1). Объект, являющийся крупнейшим водохранилищем региона, образован в 1960–1962 гг. в результате сооружения гидроузла на реке Москве, выше города Можайска. В состав гидроузла входят земляная плотина и Можайская гидроэлектростанция.

Модель исходных данных для выполнения расчетов катастрофического затопления местности должна включать матрицу высот рельефа и цифровую карту, с нанесенными на нее объектами гидрографии.

В качестве исходной цифровой карты была взята карта OSM на Московскую область (рис. 2). OSM (OpenStreetMap) — некоммерческий веб-картографический проект по созданию силами сообщества участников подробной свободной и бесплатной географической карты мира.

В качестве исходной цифровой модели рельефа была взята матрица SRTM с размером элемента 92,77 м<sup>2</sup> на Московскую область (рис. 3). SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) — международный исследователь-

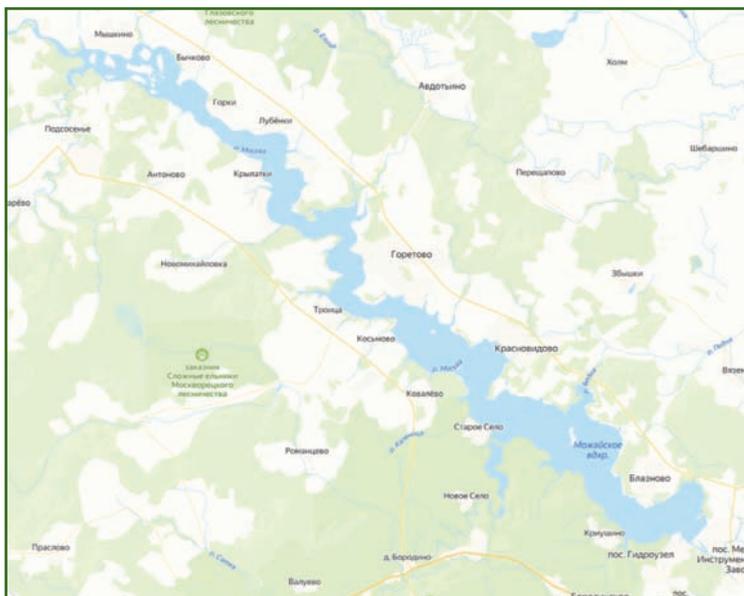


Рис. 1

Можайское водохранилище на геопортале «Яндекс Карты»

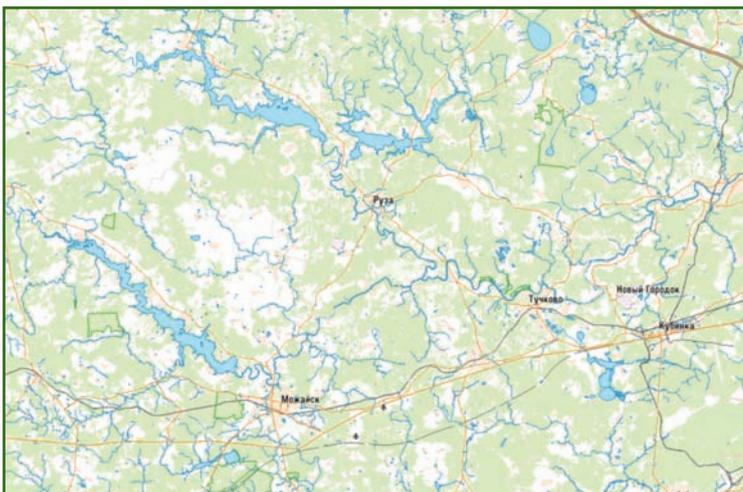


Рис. 2

Цифровая карта западной части территории Московской области

ский проект по созданию цифровой модели высот Земли с помощью радарной топографической съемки ее поверхности. Информация, полученная благодаря съемке, предназначена для использования в научных и гражданских приложениях.

Исходная модель местности, используемая для расчетов, должна быть гидрологически корректной. Это означает, что соблюдаются следующие условия:

— объекты гидрографии имеют трехмерную метрику;

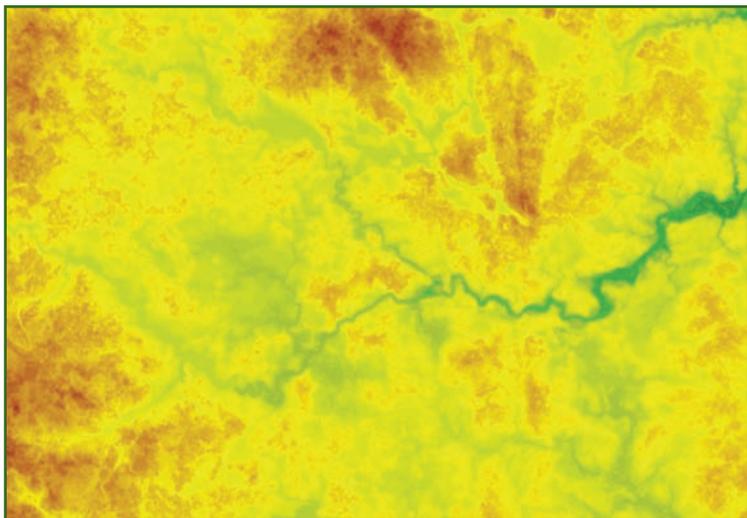
— у линейных объектов гидрографии (реки, ручьи) высоты в метрике монотонно убывают от истока к устью;

— у площадных объектов гидрографии с постоянным уровнем воды (озера, моря) одинаковая высота во всех точках;

— у смежных объектов гидрографии высоты в метрике согласованы друг с другом;

— высоты объектов гидрографии согласованы со значениями матрицы высот.

При визуальном анализе цифровой карты OSM и матрицы



**Рис. 3**  
Цифровая модель рельефа западной части территории Московской области

няются высотами из матрицы высот рельефа. Высоты в промежуточных точках сглаживаются, чтобы обеспечить их плавное убывание от истока к устью. В точках стыковки объектов гидрографии рассчитывается средняя арифметическая высота для согласования объектов друг с другом. В площадные объекты гидрографии с постоянной высотой заносится наиболее часто встречающаяся высота из матриц высот рельефа в пределах объекта. Высоты точек метрики площадных объектов гидрографии с переменной высотой рассчитываются на основе высот точек метри-

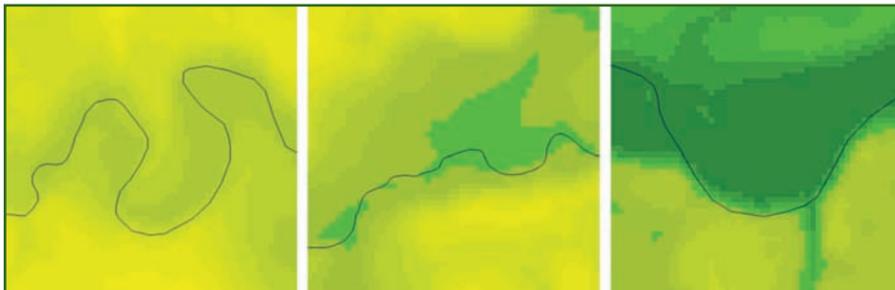
высот рельефа STRM стало видно, что есть места, в которых реки не попадают в русло на матрице, следовательно, высоты в метрике таких объектов гидрографии не соответствуют принципу монотонного убывания (рис. 4). Это произошло из-за того, что цифровая карта и матрица высот рельефа были получены из разных источников.

Для создания гидрологически корректной модели местности было необходимо согласовать цифровую карту и матрицу высот рельефа. Для этого использовался режим «Согласование объектов гидрографии и матриц высот» Комплекса гидрологических задач ГИС «Панорама» (рис. 5).

Поскольку высоты объектов гидрографии корректируются по направлению оцифровки объектов, перед началом согласования была выполнена проверка того, что все реки оцифрованы по направлению течения от истока к устью.

Все нижеописанные операции согласования объектов гидрографии и матрицы высот рельефа выполняются в автоматическом режиме.

Вначале на основе объектов гидрографии формируется се-

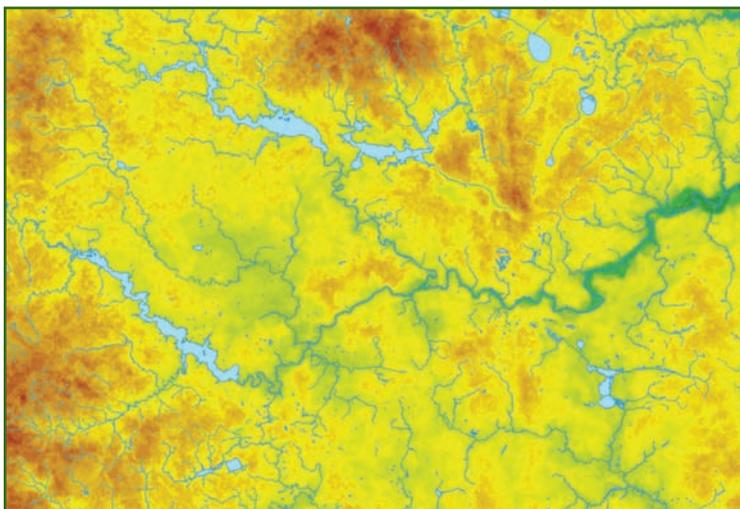


**Рис. 4**  
Фрагменты модели местности с несогласованными участками

тевой граф. Затем выполняется линейная аппроксимация высот объектов гидрографии. Значения в крайних точках линейных объектов гидрографии запол-

няются высотами смежных объектов гидрографии.

После исправления объектов гидрографии проводится согла-



**Рис. 5**  
Гидрологически корректная модель местности

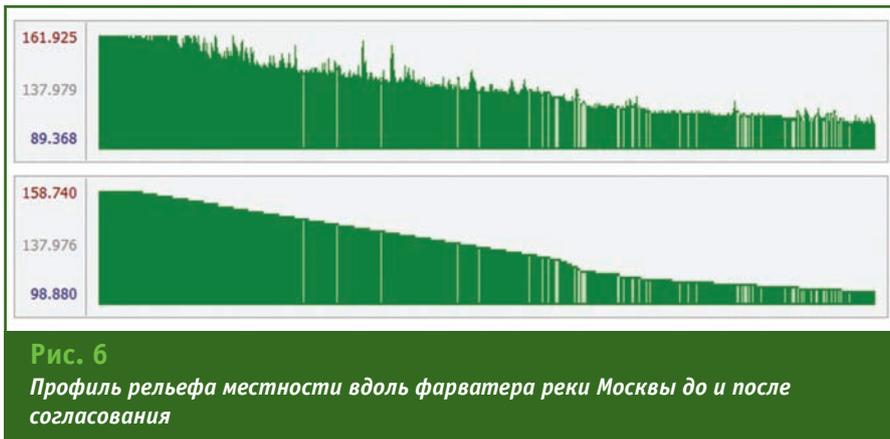


Рис. 6

Профиль рельефа местности вдоль фарватера реки Москвы до и после согласования

сование матрицы высот. Рассчитанные высоты из метрики объектов гидрографии переносятся в ячейки матрицы высот. Значения высот в ячейках матрицы, смежных с объектами гидрографии, сглаживаются методом линейной аппроксимации.

Сравнение профилей рельефа местности вдоль фарватера реки Москвы до и после согласования показывает, что до согласования высоты матрицы не обеспечивали плавное убывание высоты реки от истока к устью, а после согласования модель рельефа стала гидрологически корректной (рис. 6).

Перед моделированием волны прорыва и построением зо-

ны затопления была подготовлена карта русла реки, состоящая из дамбы, фарватера и створных точек. Карта русла реки создавалась ниже плотины на всю территорию предполагаемой зоны затопления на основе подготовленной модели местности.

Фарватер реки Москвы был взят с исходной карты. Так как он состоял из множества объектов, было проведено объединение этих объектов в один с помощью режима «Объединение выделенных линейных объектов» редактора карты ГИС «Панорама». У фарватера уже были рассчитаны высоты при согласовании, так что дополнительных действий не потребовалось.

Дамба была нанесена на карту на место гидроузла Можайского водохранилища. Для нее была заполнена семантическая информация, необходимая для построения зоны затопления (рис. 7). Эти данные были получены на основе анализа информации о водохранилище и прилегающей к нему местности на гидрологических веб-ресурсах.

Для получения сведений о ширине реки, глубине, скорости течения и прочих характеристиках створов были проанализированы цифровая карта и данные с геопорталов. Местоположение створных точек определялось с учетом расчета параметров волны прорыва, а также

удаленности от гидроузла и особенностей местности. Створные точки были размещены в узлах метрики фарватера.

Несмотря на то, что значения семантик створных точек могли быть рассчитаны автоматически при моделировании волны прорыва, они были заданы вручную для более точных расчетов (рис. 8).

Для построения зоны затопления использовалась задача «Моделирование волны прорыва при разрушении гидротехнического сооружения» Комплекса гидрологических задач ГИС «Панорама». При запуске задачи программа считывает с карты исходные сведения семантической информации дамбы и створных точек, автоматически рассчитывает уровень затопления в створных точках и строит график движения волны прорыва (рис. 9).

График движения волны прорыва показывает изменение основных параметров волны по длине реки, начиная от створа в нижнем бьефе гидроузла (0-й створ) и до последнего створа.

График движения волны прорыва строится на плоскости Z-L-T:

— L (расстояние от гидроузла) откладывается на оси абсцисс;

— Z (отметки уровня) обозначаются на левой оси ординат;

— T (время с момента разрушения) обозначается на правой оси ординат.

Основой графика является продольный профиль фарватера реки, построенный в плоскости Z-L, на который наносится максимальный уровень воды в расчетных створах при движении волны прорыва. На рис. 9 показан линией черного цвета.

В плоскости L-T строятся графики движения фронта, гребня и хвоста волны прорыва. На рис. 9 показаны линиями красного, синего и зеленого цветов.

1001	Объем водохранилища [0.0 ... 0.0]	235
1002	Глубина водохранилища у плотины [0.0 ... 0.0]	22
1003	Площадь зеркала водохранилища [0.0 ... 0.0]	31
1004	Ширина водохранилища у плотины [0.0 ... 0.0]	80
1005	Глубина реки в нижнем бьефе гидроузла [0.0 ... 0.0]	3
1006	Ширина реки в нижнем бьефе гидроузла [0.0 ... 0.0]	35
1007	Скорость течения в нижнем бьефе гидроузла [0.0 ... 0.0 0.5]	0.5
1008	Глубина водохранилища у плотины на момент разрушения	22
1009	Степень разрушения гидроузла [0.00 ... 0.00]	100
1010	Высота порога бреша [0.0 ... 0.0]	2
1011	Отметка уреза воды водохранилища (НПУ) [0.0 ... 0.0]	177

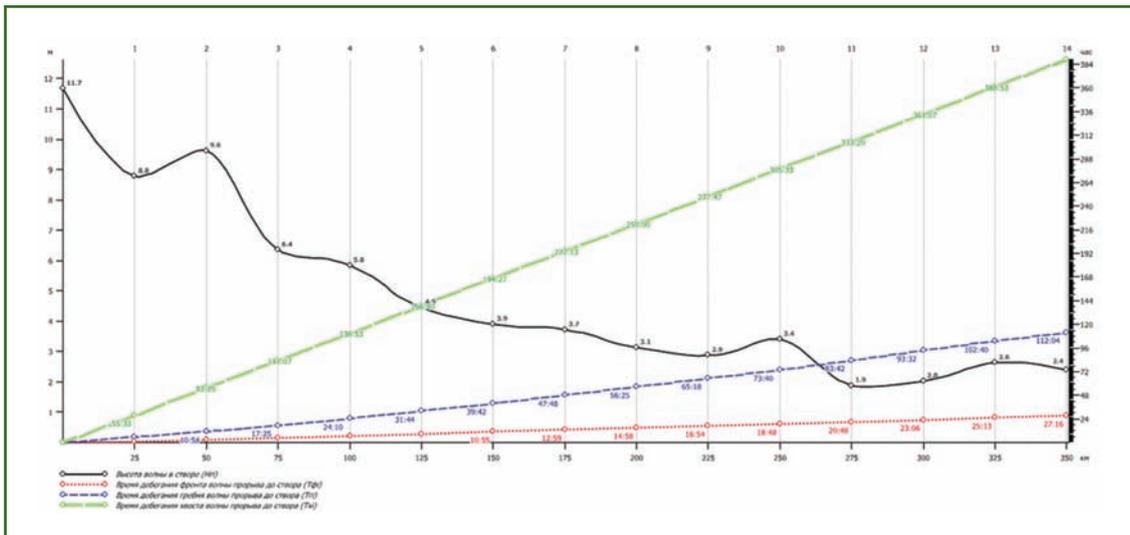
Рис. 7

Семантическая информация по дамбе — исходные данные для расчета

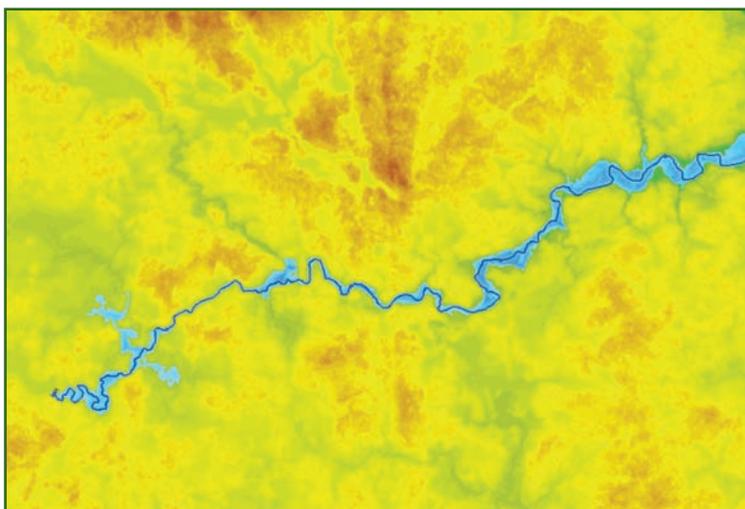
2004	Отметка уреза воды бытового потока [0.0 ... 0.0]	156
2005	Глубина бытового потока [0.0 ... 0.0]	3
2006	Ширина бытового потока [0.0 ... 0.0]	23
2007	Скорость течения бытового потока [0.0 ... 0.0]	0.5
2008	Отметка горизонтали местности [0.0 ... 0.0]	160
2009	Расстояние между горизонталями [0.0 ... 0.0]	320

Рис. 8

Семантическая информация створной точки — данные для расчета



**Рис. 9**  
График движения волны прорыва



**Рис. 10**  
Зона затопления вдоль фарватера реки Москвы

Графики движения волны прорыва позволяют определить параметры волны прорыва в любом промежуточном створе реки.

На основе уровней воды в створных точках строится зона затопления. Глубины затопления рассчитываются сначала в непосредственной близости от фарватера и постепенно отдаляются от него, пока высота рельефа не будет превышать уровень подъема воды. Такой метод расчета позволяет строить зоны затопления для рек с большим количеством

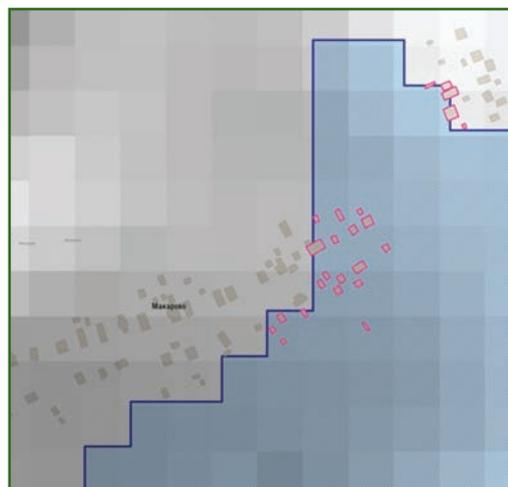
изгибов и ответвлений (рис. 10).

В результате создается матрица глубин, а также объект, показывающий границы зоны затопления. Зону затопления и график движения волны прорыва в любой момент можно перестроить на основе более актуальных данных, если такие будут получены.

Полученная граница зоны катастрофического затопления используется для определения ее площади и количества объектов производственной, транспортной, коммунальной и соци-

альной инфраструктуры, жилых и производственных зданий, сельскохозяйственных угодий, попадающих в зону затопления (рис. 11). Результаты анализа используются для подготовки различных отчетов и аналитических справок, в том числе для оценки последствий чрезвычайной ситуации, в соответствии с требованиями приказа МЧС России от 01.09.2020 г. № 631 [3].

Описанная технология моделирования волны прорыва и зоны катастрофического затопления местности при прорыве



**Рис. 11**  
Пример отображения зданий, попавших в зону затопления

гидроузла обеспечивает высокоточные расчеты на основе данных, полученных из открытых источников. Использование режимов Комплекса гидрологических задач ГИС «Панорама» дает возможность обработать и откорректировать матрицы высот рельефа по данным векторной карты, полученных из разных источников. Созданная гидрографически корректная модель местности помогает построить матрицу глубин, определить границы зоны затопления и оценить местность, попавшую в зону чрезвычайной ситуации.

Перспективным направлением применения методики построения зон катастрофического затопления является, например, формирование таких зон при создании проектов определения границ зон затопления и подтопления.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 18 апреля 2014 г. № 360 [4] предусмотрено выполнение государственных контрактов по определению границ зон затоплений и подтоплений. При этом зоны затопления определяются в отношении территорий, затопляемых при половодьях, паводках, заторах/зажорах и нагонных явлениях. Для решения выше указанных задач успешно используются функционал ГИС «Панорама»: от построения границ зон затопления до формирования электронных XML-документов для внесения в ЕГРН.

В настоящее время на территории РФ эксплуатируется свыше 28,5 тыс. водохранилищ, в том числе 330 крупных (емкостью более 10 млн м<sup>3</sup>) с общей емкостью более 800 км<sup>3</sup>. Многие из них находятся в экс-

плуатации более 40 лет. Наличие зарегистрированных границ зон катастрофического затопления местности обеспечит более эффективное планирование строительства и освоения территорий, находящихся в зонах потенциального катастрофического затопления.

#### ▼ Список литературы

1. Гражданская защита: Энциклопедия в 4-х томах. Том I (А–И); под общей ред. В.А. Пучкова / МЧС России. — М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. — 666 с.

2. Инструкция по приближенному расчету движения волны прорыва при активном затоплении. — М.: ФГБУ «Гидроспецгеология», 2014.

3. Приказ МЧС России от 01.09.2020 г. № 631 «Об утверждении Методики оценки ущерба от чрезвычайных ситуаций».

4. Постановление Правительства РФ от 18 апреля 2014 г. № 360 «Об определении границ зон затопления, подтопления».

**КБ ПАНОРАМА**  
Геоинформационные технологии

gisinfo.ru

**15** Геоинформационная платформа  
**ПАНОРАМА**

АО КБ «Панорама»  
105005, Россия, г. Москва, ул. Бауманская,  
д.7, стр.1, помещ. I, ком. 45, этаж 2  
+7 (495) 739-0245  
+7 (926) 542-2631  
panorama@gisinfo.ru  
kb@gisinfo.ru

Основы для построения  
геоинформационных систем  
различного назначения

Трансформирование данных  
Атлас карт  
Трехмерный вид  
Картография  
Подготовка к изданию

Владимир Лаврентьевич Зайченко имеет общий стаж работы в высших и средних учебных заведениях более 45 лет. Он преподавал геодезию в СССР, в России, на Кубе и в Танзании. В студенческие годы, увлекшись изучением иностранных языков, совершенствовал их знание, работая переводчиком. Выпускной диплом по абсолютным определениям ускорения силы тяжести в МИИГАиК защищал на французском языке. На Кубе он вел занятия на испанском языке, а в Танзании — на английском.

Владимир Лаврентьевич в разной степени владеет шестью иностранными языками: французским, английским, испанским, немецким, польским и ивритом. Он является автором и соавтором 78 публикаций, из них 36 учебных пособий, которые изданы на русском, испанском и английском языках.

Знание геодезии и опыт преподавания в высших и средних учебных заведениях позволили В.Л. Зайченко совместно с Г.Л. Хинкисом подготовить четыре редакции Словаря терминов, употребляемых в геодезической, картографической и кадастровой деятельности, в период 2003–2019 гг. Более 50 терминов и словосочетаний из словаря 2006 г. вошли в Энциклопедию по геодезии, картографии, геоинформатике и кадастру, вышедшей из печати в 2008 г. Нам было доверено участвовать в подготовке к изданию трех последних переработанных и дополненных редакций словаря в 2006, 2009 и 2019 гг.

Но наиболее запоминающейся стала совместная работа с Владимиром Лаврентьевичем при публикации статей для журнала «Геопрофи». С 2012 по 2024 г. было размещено три статьи, в которых он являлся автором, и шесть — в соавторстве с Г.Л. Хинкисом.

Поздравляем Владимира Лаврентьевича с юбилеем! Желаем крепкого здоровья, творческих сил и ждем новых публикаций в журнале «Геопрофи». Благодарим за помощь, доверие и бескорыстное многолетнее сотрудничество.

В этом номере мы попросили Владимира Лаврентьевича рассказать читателям журнала о наиболее ярких событиях в его жизни и основных причинах выбора на долгие годы непростого вида деятельности — педагогического.

**Редакция журнала**

## В КАНУН 80-ЛЕТНЕГО ЮБИЛЕЯ

### В.Л. Зайченко

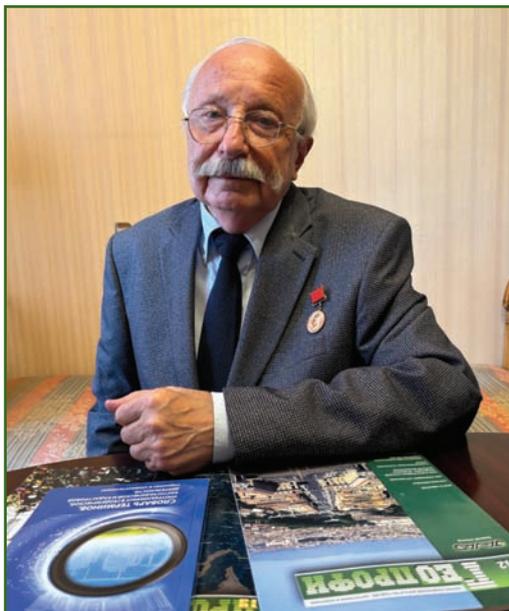
В 1967 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «астрономо-геодезия». После окончания института по распределению работал в Якутском АГП, с 1967 г. — в ЦНИИГАиК в должности младшего научного сотрудника. С 1968 по 1970 г. служил офицером в частях ВТС ВС СССР. В 1971 г. начал работу в МИИГАиК в должности старшего инженера НИС, а с 1972 по 1994 г. работал на кафедре геодезии МИИГАиК и занимал должности: ассистент, старший преподаватель, доцент (в период 1988–1989 гг. был заместителем декана геодезического факультета). Работая в МИИГАиК, был командирован за границу как преподаватель геодезии. В 1975–1976 гг. преподавал геодезию в Высшем горно-металлургическом институте Моа на Кубе, в 1989–1991 гг. — в Колледже инженерии и технологий Университета науки и технологий Мбея в Танзании. С 1994 по 2001 г. работал в Московском колледже архитектуры и строительных искусств заместителем директора и заместителем директора по производству. В 2001–2002 гг. преподавал в МКГиК, с 2003 по 2014 г. — в Московском колледже архитектуры и строительства № 7. С 2014 по 2017 г. работал на кафедре геодезии и геоинформатики в ГУЗ в должности доцента и руководил научным семинаром кафедры. Кандидат технических наук, доцент. Лауреат Премии им. Ф.Н. Красовского.

#### ▼ Учеба в МИИГАиК

Что привело меня к мысли поступить в МИИГАиК? Это был длительный процесс в период завершения обучения в средней школе. Я без помощи роди-

телей и школьных друзей перебрал около дюжины вариантов, и после прочтения статьи о современных движениях земной коры вопрос «куда?» решился. Далее последовало изучение

списка специальностей МИИГАиК, и возник вопрос «на какую специальность?». Я выбрал «астрономо-геодезию», потому что предмет «Астрономия» в школе вызывал у меня особый инте-



рес, закрепленный чтением книг известного популяризатора науки Я.И. Перельмана. Таким образом, успешно сдав вступительные экзамены, я осенью 1962 г. стал студентом I курса МИИГАиК, о чем никогда не жалел, да и мыслей подобных у меня не возникало.

Мне сразу пришлось по душе учебный процесс в институте, его старинное здание, читальный зал библиотеки, 9-ая аудитория с историческими геодезическими приборами в шкафах и незабываемыми столами, переживавшими многих и многих тысяч студентов за сотни лет обучения. Все это создало трепетное отношение к «альма-матер» и, в конце концов, привело к преподавательской работе в институте.

Любимыми предметами у меня были «Астрономия», «Гравиметрия», «Небесная механика». К самым ярким воспоминаниям я могу отнести практику по астрономии в Крыму в 1965 г., так называемую «Крымскую экспедицию». В период практики мы не только прошли под руководством преподавателя, а в дальнейшем заведующего кафедрой астрономии, И.И. Краснорылова фундаментальную астрономическую подготовку, но и провели высокоточные угловые изме-

рения по программе триангуляции I класса для определения современных движений земной поверхности на Крымском геодинимическом полигоне.

Наиболее хорошие, деловые отношения у меня сложились с профессором Пантелеймоном Федоровичем Шокиным, которого мы звали просто — Пал Федорович. Он был руководителем моего дипломного проекта, посвященного абсолютным определениям ускорения силы тяжести. Говоря о дипломной работе, он подчеркнул, что она должна представлять собой раздел диссертации, добавив при этом, что я должен прочитать все написанное по теме моей работы в мире на любых языках (!). Таковы были требования руководителя, и они сыграли большую роль в становлении меня как специалиста. Я считаю их совершенно правильными и обоснованными.

Коротко подводя итог учебы в МИИГАиК, могу сказать, что этот период моей жизни был самым светлым, наполненным получением новых знаний и умений, определивших дальнейший путь.

После окончания института наши пути со студенческими друзьями разошлись, большинство из них разъехалось по Союзу. Но с рядом однокурсников мы видимся, во всяком слу-

чае, звоним друг другу. Возраст берет свое.

#### ▼ Первые годы работы

После окончания института я получил определенный производственный опыт, особенно проходя службу в ВТС Советской Армии. Отдельно следует отметить лабораторию морской гравиметрии в ЦНИИГАиК, которой руководил доктор технических наук М.Е. Хейфец. Работать в ней я начал еще студентом с «подачи» П.Ф. Шокина, там же прошел преддипломную практику и туда же вернулся из Якутского АГП.

Но наступил 1968 г., известные события в Чехословакии, служба офицером в армии, после которой в 1970 г. у меня состоялась встреча с ректором МИИГАиК профессором В.Д. Большаковым [1]. В результате этой встречи я получил приглашение работать в МИИГАиК, что с радостью принял.

#### ▼ Педагогическая и научная деятельность

А это уже отдельный и самый важный период моей жизни — педагогический и научный. Я пришел в институт на должность старшего инженера НИС, одновременно вел занятия по геодезии в качестве почасовика. Через полгода, в сентябре 1972 г., от В.Д. Большакова поступило приглашение рабо-



Прием экзамена. МИИГАиК (ауд. № 9), 1985 г.



Заседание ГЭК геофака МИИГАиК. 1988 г.  
Слева направо: Е.Б. Ключин, Г.Б. Артамонова, В.Л. Зайченко



МИИГАиК, 1996 г.

тать на кафедре геодезии в должности ассистента. Так началась моя педагогическая деятельность в геодезии на всю оставшуюся жизнь. Далее — старший преподаватель, доцент, и в 1988 г. назначение на должность заместителя декана геодезического факультета.

Следует отдельно рассказать о процессе подготовки педагогических кадров на кафедре геодезии, установленном В.Д. Большаковым. Вновь принятый на кафедру ассистент прикреплялся к двум маститым преподавателям, которые осуществляли кураторство «новичка» в течение двух лет, после чего он мог самостоятельно вести занятия. Моими кураторами были доценты А.Ф. Нестеров и Л.А. Башлакин — опытнейшие преподава-

тели, которые помогли мне самоопределиться в труднейшей профессии — преподаватель вуза.

В то время кафедра геодезии была институтообразующей и, по образному замечанию профессора А.П. Юзефовича, студентом МИИГАиК мог считаться лишь тот, кто прошел два курса обучения на кафедре геодезии. Все это базировалось на железной дисциплине и порядке, заложенными и скрупулезно поддерживаемыми заведующим кафедрой В.Д. Большаковым.

Очень интересно и плодотворно у меня сложилась научная работа, которая проходила под руководством специалиста высочайшей квалификации — профессора, доктора технических наук Евгения Борисовича Ключина. За годы подготовки

кандидатской диссертации был проделан большой объем исследований, который завершился в 1986 г. ее защитой. Я горжусь тем, что стал одним из 37 кандидатов технических наук, защитивших диссертации под руководством Е.Б. Ключина.

В период 1987–1992 гг. Е.Б. Ключин был деканом геодезического факультета. А с 1988 по 1989 г. я был его заместителем и исполнял обязанности декана во время его заграничной командировки в Анголу.

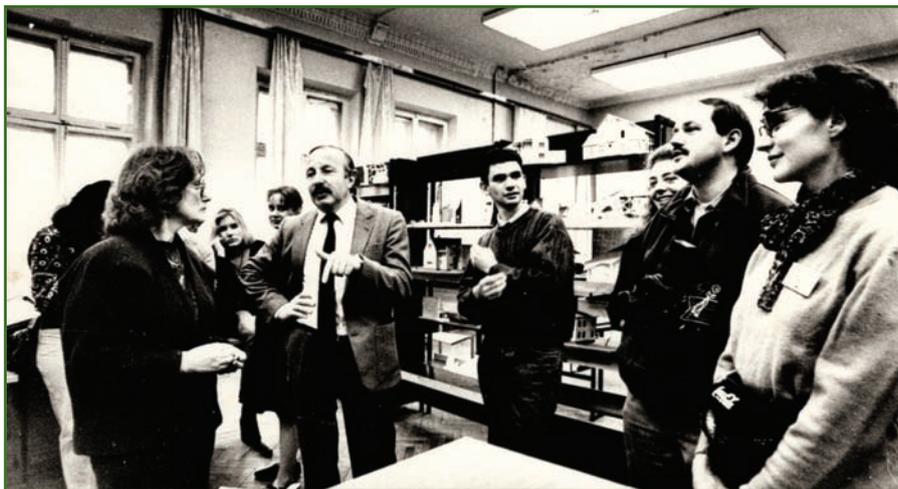
К моему великому сожалению 28 июня 2024 г. Евгений Борисович покинул нас. Лучшей памятью о нем является необычная монография «Лекции по физике, прочитанные самому себе», в которой он в доступной форме рассмотрел проблемы, связанные с современными высокоточными измерениями расстояний и времени распространения сигнала до подвижных объектов [2].

#### ▼ Творческий период работы в геодезии

Летом 1971 г., с 30 июля по 14 августа, в Москве проходила



Конкурс на звание «Лучший геодезист». Чеховский геополигон МИИГАиК



Московский колледж архитектуры и строительных искусств, 1993 г.

ствии и благословление на всю оставшуюся творческую жизнь. Как он оказался прав! Уже 53 года пишу не только статьи, но и книги. До сих пор не могу понять, как он догадался и дал мне «толчок» в тот далекий 1971 год. В случайности я никогда не верил. Очевидно, что это мудрость далеко смотрящего руководителя.

Продолжая отмеченную выше тему, хочу отдельно рассказать о моем многолетнем сотрудничестве, творческом «тандеме» с Геннадием Львовичем Хинкисом. Так уже пожелал Всевышний, что мы родились в один день, месяц и год в Москве, окончили МИИГАиК по одной специальности «астрономо-геодезия», писали дипломную работу под руководством нашего незабываемого Пал Федоровича, так как в период учебы в институте мы оба увлекались гравиметрией. Однажды, в конце 1990-х гг. Геннадий Львович, а он всегда был «заводилой», предложил написать задачник по геодезии, а к нему глоссарий. Глоссарий превратился в краткий «Словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности», который вышел в свет в 2003 г. Далее в 2006, 2009 и 2019 гг. были изданы три переработанные и дополненные редакции. За их разработку мне и Г.Л. Хинкису была присуждена Премия им. Ф.Н. Красовского по итогам 2022 г.



В.Л. Зайченко и Г.Л. Хинкис. 2019 г.

XV Генеральная Ассамблея Международного геодезического и геофизического союза, в которой участвовала делегация МИИГАиК. По поручению В.Д. Большакова я был занят организацией ее работы на Ассамблее.

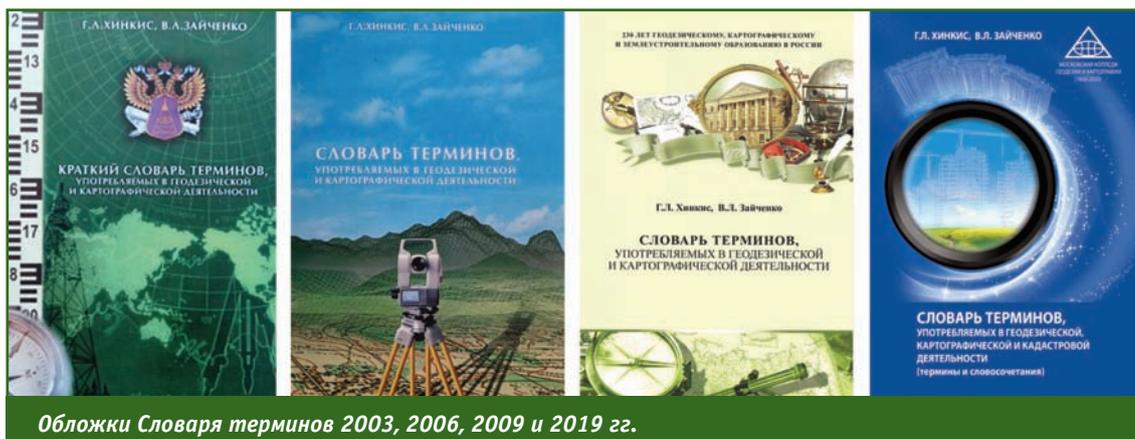
Сразу после завершения Ассамблеи В.Д. Большаков предложил мне написать статью о ее итогах. [3]. После выхода статьи у нас состоялся короткий, но интересный разговор:

— Поздравляю с первой публикацией. Понравилось?

— Да, — ответил я.

— Теперь всю жизнь будешь писать, — сказал Василий Дмитриевич.

Признаюсь, что вначале я воспринял эти слова как фантазию, благожелательную, но фантазию. И только спустя много лет я понял, что это было напут-



Обложки Словаря терминов 2003, 2006, 2009 и 2019 гг.

Одновременно в замечательном журнале «Геопрофи» было опубликовано девять совместных статей, последняя — в 2024 г. Заинтересованный читатель легко найдет их в архиве журнала [4].

Так наш «тандем» работает уже в течение более четверти века. Мне, порой, не удается отличить, кто и что написал. Полное взаимопонимание.

Я могу с полной уверенностью утверждать, что совместная работа с Генной, Геннадием Львовичем, — это Праздник творчества, который всегда с нами. Другими словами, за эти годы Геннадий Львович стал *Secundos meus me* («Мое второе я», лат.).

Эту тему можно продолжать бесконечно, но многое уже было сказано ранее [5].

#### ▼ Работа за границей

Меня часто спрашивают: каковы мои впечатления от работы за границей? Отвечаю коротко. В советский период мне пришлось работать на Кубе и в Танзании. На Кубе в 1975–1976 гг. преподавал в Высшем горно-металлургическом институте Moa (*Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa*). В Танзании в 1989–1991 гг. преподавал в Колледже инженерии и технологий Университета науки и технологий Мбея (*College Of Engineering And Technology Mbeya University of Science and Technology*).

На Кубе учебный процесс во многом был похож на советский, поэтому не будем на нем останавливаться. В Танзании была чисто британская система, к которой мы быстро привыкли. Ее особенностью являлось использование 100-балльной системы оценки знаний студентов, применение только письменных экзаменов. На них отводилось 8 дней: по два экзамена каждый день с двух часовым перерывом. Итого 16 экзаменов в каждой сессии без времени подго-



Геодезическая практика. Танзания, 1989 г.

товки к экзаменам во время сессии. Для нас, советских и российских преподавателей, это было невыносимо. Кроме того, чтение лекций велось по строгим академическим часам (по 50 минут академический час).

Следует отметить, что кроме академической нагрузки значительный объем времени у меня уходил на административную работу в качестве советника ректора и руководителя коллектива преподавателей, строителей и механиков. А в 1991 г., когда «объект» закрывался, пришлось организовывать эвакуацию коллектива и проводить организационно-ликвидационные работы.

#### ▼ Пожелания

Завершая свои короткие воспоминания, хочется высказать ряд пожеланий.

1. В первую очередь педагогам и студентам МИИГАиК и МКГиК: в настоящий период развития российского геодезического образования, главное — это сохранение и поддержание традиций, сложившихся за сотни лет существования этих учебных заведений. Кроме вас — никто!

2. Редакции журнала «Геопрофи» во главе с опытным и по-хорошему «въедливым» Вик-

тором Васильевичем Грошевым и всегда готовой помочь Марией Сергеевной Романчиковой продолжать многолетнюю практику поиска творческих авторов. Сил, терпения и удачи на этом тяжелом пути созидания.

Как тут не вспомнить и не привести слова Экклесиаста (Гл. I, стих. 8): «Все вещи в труде; не может человек переказать всего; не насытится око зрением, не наполнится ухо слушанием...»

#### ▼ Список литературы

1. Зайченко В.Л. Василий Дмитриевич Большаков. Навстречу 100-летию юбилею // Геопрофи. — 2023. — № 1. — С. 35–39.
2. Ключин Е.Б. Лекции по физике, прочитанные самому себе. Издание второе, исправленное и переработанное. — М.: Изд. «Бумажная Галерея», 2005. — 336 с.
3. Зайченко В.Л. О работе XI Генеральной Ассамблеи Международного геодезического и геофизического союза // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». — Вып. 4. — 1971.
4. Хинкис Г.Л., Зайченко В.Л. К вопросу об истории и роли среднего картографо-геодезического образования // Геопрофи. — 2024 — № 2. — С. 4–9.
5. Зайченко В.Л. Хинкис Г.Л. — 50 лет на службе геодезическому образованию СССР и России // Геопрофи. — 2022. — № 5. — С. 9–11.

# ГИДРОЛОГ КОЛЛУПАЙЛО. ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЛУЧШЕНИЯ В ПЕРИОД ВОЙН И РЕВОЛЮЦИЙ

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

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

Улучшать землю можно по-разному. Но в начале XX века за термином «земельные улучшения» стояли вполне конкретные действия: осушение и мелиорация. И для их осуществления требовалась инженерная подготовка на стыке геодезии и гидрологии.

Возрождение полузабытых имен — важная работа, позволяющая наполнить и упорядочить нашу инженерную историю. И в череде исторических исследований будет уместен рассказ об очередном замечательном инженере. По образу и подобию Стефана Иванович Коллупайло (рис. 1) был геодезистом,

но основную часть жизни посвятил гидрологии.

Молодой выпускник Константиновского межевого института (КМИ) Стефан Коллупайло был направлен на работы по земельным улучшениям Дмитровского и Тверского уездов в самый разгар Первой мировой войны. Вместо того, чтобы пойти работать на железную дорогу, как его отец, Стефан четыре года провел в болотах с нивелиром. А пронсящие вокруг войны и революции, сколько могли, отягощали работу группы С.И. Коллупайло.

Из болот Подмосковья Стефан Иванович вернулся не только опытным геодезистом, но и специалистом по гидрометрическим работам. А последующие труды сделали его всемирно известным гидрологом. К сожалению, работа по земельным улучшениям Подмосковья оказалась единственной на территории России. Поэтому было важно отыскать сохранившиеся материальные свидетельства трудового подвига С.И. Коллупайло и заодно выяснить, как складывалась его судьба.

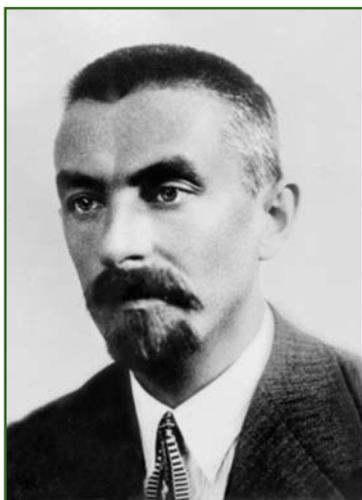
Литовские исследователи достаточно глубоко изучили деятельность Стефана Коллупайло (Steponas Kolupaila) после его

отъезда из Советской России. А вот московский период жизни С.И. Коллупайло им практически неизвестен. Частично его работы были упомянуты в статье, посвященной историческим геодезическим знакам Подмосковья [1]. Но важно рассказать и о становлении Стефана Ивановича как гидролога, и о том, какую значимую для Подмосковья работу он выполнил в тяжелейших условиях, и какую материальную память о себе здесь оставил.

Автор выражает огромную признательность Дмитрию Грядуну и историку архитектуры Анастасии Соловьевой за помощь в поиске исторических материалов.

## ▼ Учеба в КМИ

С.И. Коллупайло родился в 1892 г. в Динабургском уезде (в настоящее время — Аугшдаугавский край, Латвия) Витебской губернии и был потомственным дворянином. В 1911 г. он окончил Митавскую гимназию. А для поступления в КМИ ему потребовался документ канцелярии московского губернатора, подтверждающий его благонадежность. В выданном С.И. Коллупайло свидетельстве указывалось, что «как оказалось по собранным сведениям,



**Рис. 1**  
С.И. Коллупайло. Источник:  
<https://www.vle.lt>

он поведения и нравственных качеств хороших и в политической неблагонадежности замечен не был» [2].

Стефан Иванович учился в институте в период с 1911 по 1915 гг. Он был вынужден проживать на станции Подмосковная, в восьми верстах от Москвы, так как не имел возможности оплачивать дорогое жилье в Москве. Его отец — Иван (Ионас) Коллупайло — служил фельдшером на Московско-Виндаво-Рыбинской железной дороге и был не в состоянии помочь сыну. А сам Стефан не имел никакого заработка. Поэтому в 1913 г. он подал прошение на имя директора КМИ, в котором ходатайствовал о предоставлении ему именной стипендии Третьякова и Вистицкого. «Что же касается моих успехов в институте — все в образцовом и безупречном порядке», — писал директору КМИ С.И. Коллупайло [2]. Какая последовала на это прошение резолюция, нам, к сожалению, неизвестно. Зато можно сделать вывод о том, что, будучи студентом, он относился к учебе с прилежанием, однако в 1914 г. все же был отстранен от обучения, но не по причине неуспеваемости, а за неуплату. После этого фирма Г. Герляха внесла необходимую сумму, и С.И. Коллупайло был восстановлен в институте.

Имеется и другой документ, повествующий об интересе студента к научной работе. В 1914 г. Стефан Иванович направил директору КМИ еще одно прошение: на этот раз о выдаче ему во временное пользование нивелира. Он задумал составить проект дренажа в усадьбе Рутулинки Витебской губернии, причем сделать это не с коммерческой, а с чисто научной целью. В качестве обоснования своей просьбы С.И. Коллупайло приводил такие аргументы: «Надеюсь, что мое, ничем не запят-

нанное поведение как до поступления, так и во время пребывания в стенах вверенного Вам института, а также опытность и умение обращаться с инструментом, добытые в течение трех летних практик, послужат достаточным обеспечением инструментов и основанием к положительному разрешению моей просьбы» [2].

Однако, несмотря на незапятнанное поведение студента, в просьбе было отказано. Резолюция Ивана Георгиевича Германова, директора КМИ, была объявлена Стефану Ивановичу под расписку и гласила: «Согласно существующих правил инструменты лично студентам на руки не выдаются». А сам студент был вызван к директору для объяснений.

В 1915 г. С.И. Коллупайло получил аттестат с присвоением звания межевого инженера, старшего землемерного помощника с правом на чин X класса, со служебными правами окончивших курс в перворазрядных учебных заведениях и с правом на ношение установленного знака.

#### ▼ Первые гидротехнические работы

Данные высотных измерений на водомерных постах и расходов воды в реках на рубеже XIX–XX веков были нужны не только для обеспечения речного судоходства, но и для освоения земель, например, путем осушения болот. В начале XX века такие работы назывались «земельными улучшениями». Для их успешного выполнения нужны были знания высотных отметок и гипсометрические карты, которые составляли, в основном, геодезисты.

Начало гидротехническим работам в Московско-Тверском районе было положено еще в 1883 г. Западная экспедиция по осушению болот начала осушение Раменского болота в Дмитровском уезде Московской гу-

бернии и Оршинского — в Тверском уезде способом ливневой канализации. В 1902 г. были выполнены комплексные изыскания и нивелировки, охватившие большинство болот и заболоченных пространств. Работы под руководством Ричарда Павловича Спарро выполняли гидротехники Московско-Тверского управления земледелия и государственных имуществ.

При изысканиях ощущался недостаток в гипсометрической карте. Но результаты нивелирования не использовались для накопления гипсометрических данных, потому что работы были разрозненными, а высотные отметки — условными. В то же время становилось очевидным, что повышение производительности сельского хозяйства приведет в скором времени к использованию подземного дренажа, а изыскания потребуются не только на болотах, но и на избыточно увлажненных участках пашен и лугов [3].

Необходимость выполнения изысканий в крупных масштабах привела к осуществлению мер по закреплению и взаимной увязки результатов нивелировок. В 1915 г. у водомерных постов на р. Яхроме в г. Дмитрове и деревне Устье-Пристань Управлением изысканий Верхнего Поволжья были заложены два массивных железобетонных репера. В том же году Московско-Тверское управление земледелия и государственных имуществ приняло решение организовать ряд точных геодезических работ, в первую очередь — построение точной высотной сети. Такое решение объяснялось тем, что Гидротехническая часть этого управления, которой руководил Р.П. Спарро, запланировала проведение инженерно-гидротехнических изысканий и составление гипсометрической карты.

Для организации работ по точному нивелированию был



власть в стране поменялась. За гидротехническое дело взялся областной Комиссариат земледелия. В 1918 г. был создан Гипсометрический подотдел Отдела земельных улучшений, и его начальником был назначен Стефан Иванович Коллупайло.

Вместе с А.П. Луковниковым, который уже трудился в должности старшего техника, и его помощником, студентом КМИ С.С. Фивейским, бригада начала нивелирование по линии Дмитров — Сергиев Посад — Богородск (в настоящее время — Ногинск). Направление линии нивелирования сразу же пришлось спрямлять, проведя ее через Хотьково вместо Сергиева Посада.

Но дойти удалось лишь до села Царево (рис. 3). На пути инженеров стояли: нехватка финансовых и трудовых ресурсов, голод, противодействие обывателей на местах, транспортные и многие другие проблемы. Так, например, только что нанятые рабочие предпочитали уходить на полевые работы, которые оплачивались лучше. Невероятные сложности встретились с подбором временного жилья: за лето пришлось сменить 14 квартир и каждый раз тратить время на поиск новой. В дополнение к этим бедствиям лето выдалось дождливым и ветреным, а линия нивелирования была проложена через водораздел, пересекать который пришлось короткими плечами [3].

Тем не менее, помимо основной работы, бригада выполнила исследование зависимостей получаемых превышений от выбора нитей зрительной трубы для отсчетов. Для этого на фабрике Акционерного общества «Геофизика» был изготовлен окуляр нивелира с пятью горизонтальными нитями. Примечательно, что для компарирования реек в качестве эталона была взята женовская линейка, но ее мет-

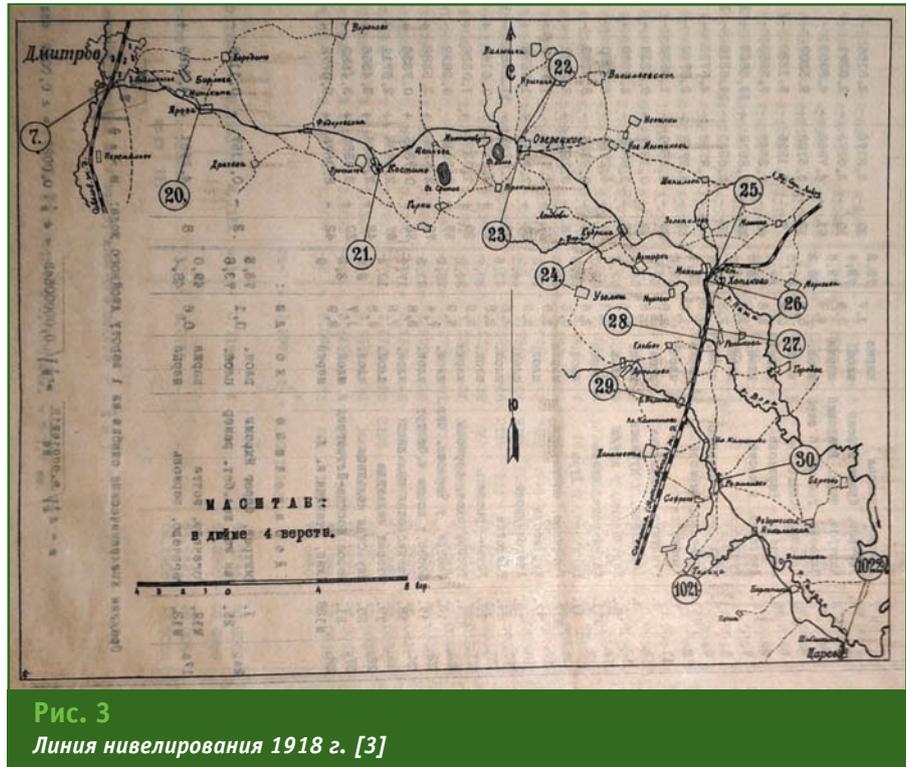


Рис. 3  
Линия нивелирования 1918 г. [3]

рологический аттестат оказался утраченным при эвакуации из Петрограда.

Нехватка финансирования сопровождала Стефана Ивановича все годы работы в Подмосковье. Но особенно острой она стала в 1917 г.

#### ▼ Тверские работы

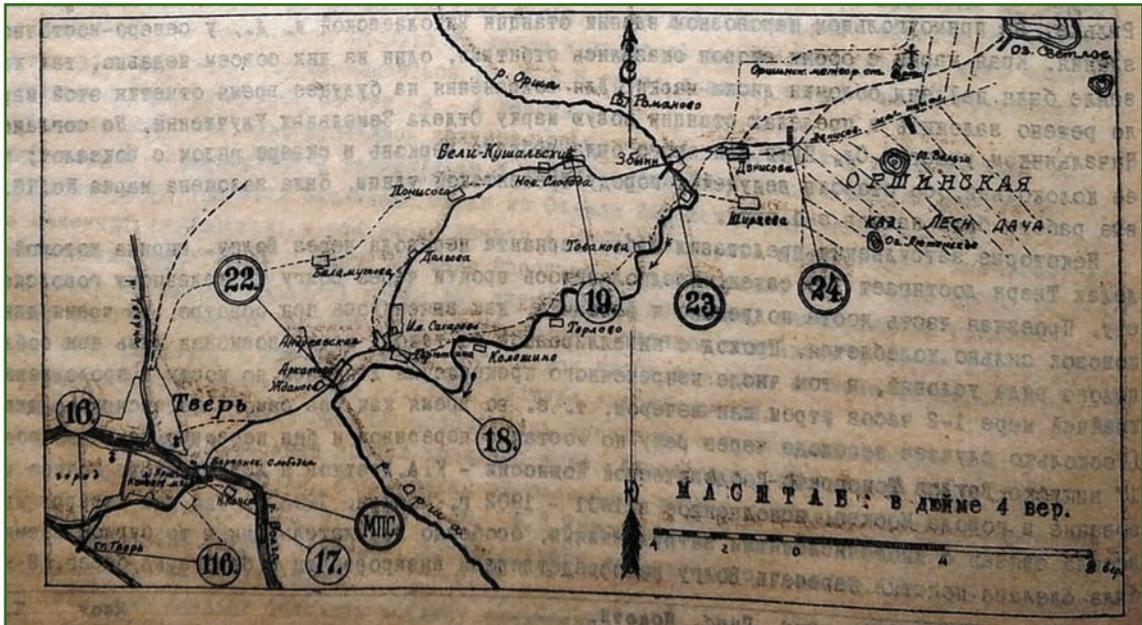
Затруднения в найме рабочих, поисках жилья и продовольствия в 1917 г. настолько возросли, что гидротехнические изыскания почти прекратились. Чтобы не нарушать налаженной в течение двух лет организации измерений, С.И. Коллупайло решил выполнить две небольшие работы в Тверской губернии в пределах отпущенной на это дело ничтожной суммы.

В тридцати верстах от Твери находилось Оршинское болото. Его западная часть уже была осушена Западной экспедицией, а осушение центральной и восточной предполагалось силами Управления изысканий в Верхнем Поволжье. В пределах болота было организовано пять водомерных постов, действующих с 1908 г.; там работала и

метеостанция. Высоты этих постов и метеостанции Стефан Иванович решил связать с высотой нивелирной марки, заложенной в стене здания паровозного депо станции Тверь; ее отметка была определена еще в 1873–1876 гг. В качестве рабочих привлекли учащихся тверских средних учебных заведений (рис. 4).

Особый способ применялся при переходе линий нивелирования через Волгу. От использования мостов пришлось отказаться по причине их сильной вибрации. Останавливать движение по мосту и вызывать затруднения, «особенно нежелательные в то бурное время», не решились. Пришлось измерять превышение с берега на берег длинным визирным лучом. Погрешность определения превышения на этом участке превысила погрешность всей остальной нивелирной линии [3].

Встречалось и прямое противодействие. Так, в одной из земских школ в грубой форме запретили установку нивелир-



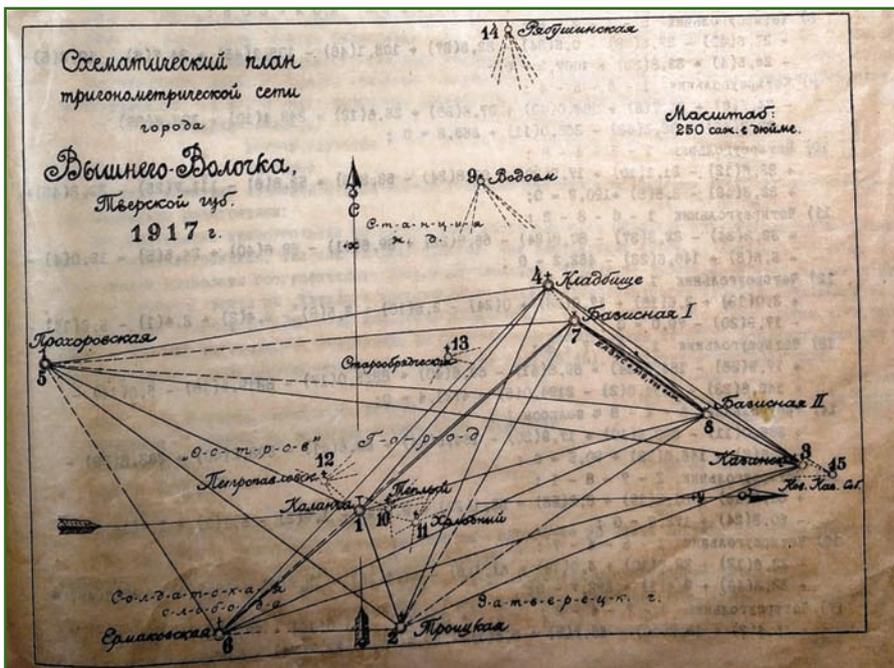
**Рис. 4**  
Линия нивелирования 1917 г. [3]

ной марки в стене нового здания. Работы удалось продолжить только после получения письменного разрешения от уездной земской управы. В июне выделенные на работу средства закончились, поэтому нивелировка была доведена только до двух водомерных постов.

Осенью того же года была начата съемка г. Вышний Волочек. Городская управа, обеспокоенная заболачиванием лугов и выгонов, обратилась в Гидротехническую часть Московско-Тверского управления земледелия и государственных имуществ с просьбой о составлении проекта спасения города.

Стефан Иванович создал небольшую триангуляционную сеть, используя в качестве пунктов шпили церквей и колоколен (рис. 5). Эта сеть послужила основой для крупномасштабной мензульной съемки. Порядок изысканий С.И. Коллупайло предложил комиссии, специально созванной городской управой и возглавляемой городским головой М.Д. Папаяновым. В состав изысканий входила и точная нивелировка. При содействии Ф.Н. Красовского изыскатели получили приборы из геодезического музея КМИ, часть приборов предоставил Петроградский округ путей сообщения. Городская управа оказывала всяческое содействие.

Под руководством Стефана Ивановича было выполнено измерение базиса триангуляции длиной около 900 м, а также измерение углов в треугольниках сети. Мензульная съемка Вышнего Волочка была осуществлена только в следующем году и уже без участия С.И. Коллупайло, который продолжил работы по земельным улучшениям Подмосквья.



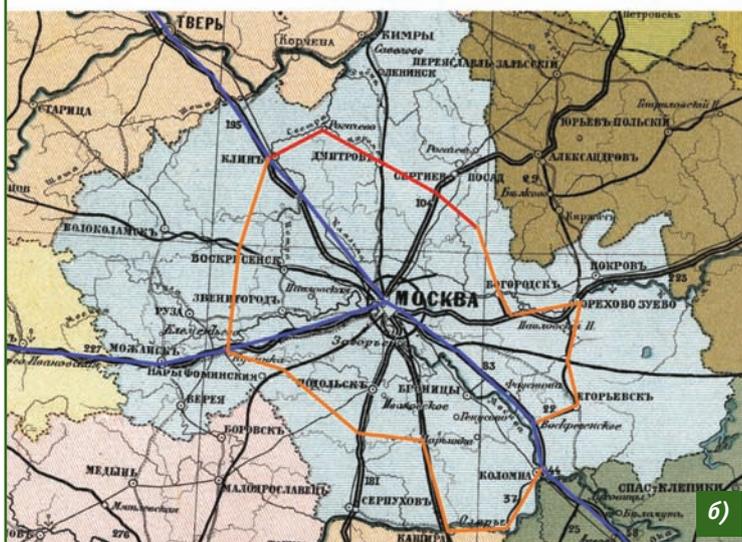
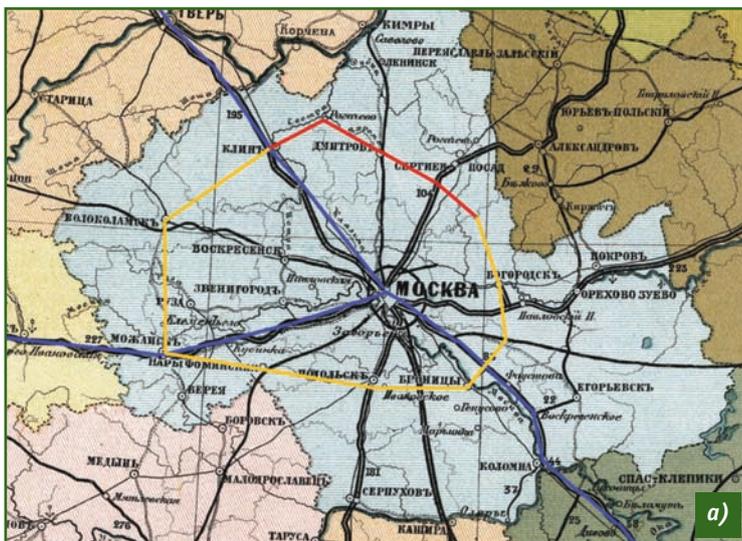
**Рис. 5**  
Сеть триангуляции Вышнего Волочка [3]

▼ «Кольцо Коллупайло»

В рамках формирования новых органов власти за реорганизацию гидротехнического дела в 1918 г. взялось Гидротехническое совещание при Областном комиссариате земледелия. Гидротехническая часть Московско-Тверского управления земледелия и государственных имуществ была разделена на две самостоятельные организации соответственно губерниям. Внутри Московской гидротехнической части был выделен гипсометрический подотдел, которому была поставлена задача: «наиболее рациональное в экономическом и техническом отношении составление точной гипсометрической карты Московской губернии». Для этого требовалось составить сеть точных нивелировок и объединить все доступные материалы изысканий. В функции подотдела входило руководство геодезической частью гидротехнических изысканий и обеспечение губернии рядом надежных реперов [3].

В 1918 г. при создании гипометрического подотдела С.И. Коллупайло выступил с обширным проектом. По его мнению, для всесторонних земельных улучшений Московской губернии необходимо было создать по ее периферии «замкнутое кольцо двойной нивелировки». К тому времени военными топографами ВТО Главного штаба уже были выполнены радиальные нивелировки по Николаевской, Александровской и Казанской железным дорогам. А сам Стефан Иванович начал нивелирование будущего кольца с участка от Клина до Дмитрова и уже шел к Богородску.

Кольцо, по замыслу автора проекта, должно было проходить от Клина через Дмитров, Богородск, Бронницы, Подольск, Можайск, Волоколамск и замыкаться в Клину (рис. 6а). Оно



**Рис. 6**  
 «Кольцо Коллупайло»: а) согласно проекту автора; б) реализованное. Синим цветом обозначены линии нивелирования ВТО Главного штаба, красным — линии ОЗУ, желтым — проектные линии, оранжевым — линии ВГУ и ГУГК. Подложка: карта Европейской России. Масштаб 1:2 520 000. — М., 1923

должно было дать возможность закончить первоочередную и срочную работу по созданию надежной высотной сети. С.И. Коллупайло рассчитывал уже в 1919 г. быть в Богородске и идти дальше. Но судьба распорядилась иначе, а кольцо двойной нивелировки, которое в пору назвать по имени автора проекта — «Кольцо Коллупайло», было реализовано значительно позднее и в измененном виде.

В 1920-х гг. Высшее геодезическое управление (ВГУ), про-

должив линии нивелирования Отдела земельных улучшений от села Царево, выполнило измерения восточной половины (до Каширы), а в 1940-х гг. Главное управление геодезии и картографии замкнуло кольцо двойной нивелировки (рис. 6б). Примечательно, что при уравнивании высотной сети 1932 г. линии автора проекта были включены, а вот в каталоге высот [6], изданном по результатам этого уравнивания, их уже нет.

### ▼ Гидрометрия

Занимаясь нивелировками для земельных улучшений, Стефан Иванович всерьез увлекся гидрологией, в частности ее разделом — гидрометрией. Этому способствовала работа под руководством Виктора Григорьевича Глушкова, заведующего гидрометрической частью Отдела земельных улучшений и по совместительству профессора Петровской сельскохозяйственной академии. Впоследствии С.И. Коллупайло неоднократно отмечал, что на формирование его научной позиции значительное влияние оказал инновационный взгляд школы В.Г. Глушкова.

Параллельно нивелировкам еще с 1915 г. под руководством профессора А.Н. Ширяева Стефан Иванович принимал активное участие в полевых практических занятиях по гидрометрии, проводившихся в КМИ. Эти занятия проходили в период весеннего половодья (апрель-май) на р. Яуза недалеко от Погонно-Лосиноостровского лагеря института [7]. Работа состояла в определении секундного расхода воды реки при помощи малой штанговой вертушки, имевшейся в культуртехническом кабинете. Все измерения на реке проводились с лодки. Расход р. Яузы определялся через щитовые отверстия деревянной плотины фабрики Крузона, располагавшейся напротив лагеря института.

Но это было только начало. Если во время полевых сезонов С.И. Коллупайло выполнял работы по земельным улучшениям в Московско-Тверском районе, то в осенне-зимний период в течение трех лет он преподавал гидрометрию на гидротехническом отделении Среднего политехнического училища Товарищества московских инженеров и педагогов. И это не мешало ему одновременно вести курс строительного и инженерного

искусства в Константиновском межевом институте [8]. При этом в 1915 г. С.И. Коллупайло был в числе преподавателей на летней практике, проводившейся в полевом лагере у слободы Перерва к югу от Москвы.

В 1918 г. Стефан Иванович опубликовал свою первую работу по направлению гидрометрии — краткое теоретическое и практическое руководство [9]. В нем он дал подробное описание гидрометрических вертушек, динамометров и поплавков, изложил методы вычисления расходов воды по измеренным скоростям, методы измерений живых сечений и способы обработки данных. При подготовке этого труда С.И. Коллупайло использовал результаты исследований профессора В.Г. Глушкова, даже неопубликованные.

### ▼ Ликвидация гипсометрического подотдела

С.И. Коллупайло без колебаний принял новую власть и предполагал и дальше трудиться на благо Советской России. Он рассчитывал на то, что в учебную программу Московского межевого института будет введен курс гидрометрии. Однако этого не случилось.

Созданное весной 1919 г. по инициативе М.Д. Бонч-Бруевича

Высшее геодезическое управление приняло все геодезические работы на себя, а гипсометрический подотдел Отдела земельных улучшений был расформирован. Но до этого Коллупайло сообщил ВГУ свой план работ на 1919 г., который включал, в первую очередь, продолжение линии геометрического нивелирования до Богородска и далее по «кольцу Коллупайло». Было достигнуто предварительное соглашение между ВГУ и гипсометрическим подотделом, но внезапно, в начале июня, вышло постановление коллегии ВГУ, требующее передачи ему всех точных нивелировок.

Стефан Иванович обивал пороги типографий в надежде опубликовать отчет о своей работе. Он считал, что выполненные с таким трудом и с высокой точностью работы должны послужить инженерам в будущем. И боялся, что результаты четырехлетнего труда будут просто утеряны.

А труд был достойный. Из многочисленных имеющихся в открытом доступе отчетов и каталогов лишь в материалах гипсометрического подотдела содержатся подробные кроки с указанием мест закладки реперов и марок (рис. 7). И важно, что С.И. Коллупайло крайне от-



Рис. 7

Кроки нивелирного знака в здании школы [3]

ветственно относился к своей работе и считал необходимым оставить последователям такие данные. Но ВГУ отчет издавать отказалось. И только благодаря отдельным членам Коллегии Гидротехнической части и архиву КМИ мы можем держать это издание в руках. Этот отчет Стефан Иванович назвал посмертным, имея в виду ликвидацию гипсометрического поддела.

Глубоко переживая эти события, Стефан Иванович подвел итог своей самоотверженной работы на благо российского государства. «Я уверен в том, что инженеры-геодезисты, продолжатели нивелировок, воспользуются частью моего отчета, а государство не потеряет затраченных средств. Мне же остается закончить свою работу выражением горячего пожелания, чтобы свободно развивались русские точные нивелировки».

Пожелание это возникло не на пустом месте. С.И. Коллупайло сопровождал постоянные обыски, лишение продуктовых карточек, увольнение коллег, заключение брата и сестры в Лубянскую тюрьму. И в 1921 г. Стефан Иванович принял решение уехать на родину своей супруги, в Литву.

#### ▼ Обследование знаков

В 2020 г. группа исследователей под руководством автора выполнила обследование мест в Подмоскowie, где С.И. Коллупайло закладывал нивелирные знаки. При этом возникли определенные проблемы со священнослужителями — далеко не все благосклонно воспринимали осмотр стен церквей. Но если нам мешали осматривать, как же их устанавливали в то время?

В 1916 г. Московская духовная консистория отказалась разрешить закладку марок, ссылаясь на то, что «не разрешается помещать на стенах церквей,



Рис. 8

Нивелирная марка ОЗУ № 29 в устье моста через р. Талицу (фото 2020 г.)

колоколен и оград объявлений о предметах мирского характера» [10]. Разрешение в итоге было выдано, но оно не прекратило толков среди населения о «каиновых печатях», которыми клеймят христианские храмы. В одном селе приходское собрание постановило никаких чугунных марок не закладывать, а в другом, по просьбе настоятеля, закладку пришлось проводить втайне от прихожан.

Под влиянием всех этих обстоятельств С.И. Коллупайло ратовал за незаметность реперов, даже за их маскировку. Он считал, что такие меры способствуют долговечности геодезических знаков. А «чем долговечнее репер, тем большее количество нивелировок может быть с ним связано и тем более оправдываются затраты на его сооружение и определение отметки». С этим нельзя не согласиться. А о благоприятности маскировки в наше время в среде специалистов по историческим геодезическим знакам случаются дискуссии.

Стефан Иванович говорил, что чугунные марки ОЗУ имеют явное преимущество перед марками ВТО Главного штаба: их диск втрое толще, что делает знак более прочным. А радиус этого диска вдвое меньше, что

делает марку малозаметной, и, по его мнению, является наилучшей гарантией ее сохранности. Однако это преимущество при обследовании обернулось недостатком: небольшие знаки достаточно трудно заметить в стенах зданий, особенно когда они обильно закрашены.

Эту скрытность и маскировку С.И. Коллупайло предлагал компенсировать детальными описаниями, планами окружающей местности, фотографиями или зарисовками знаков. А сведения о репере и его отметке приводить в печатной форме отчетов о выполненных работах, которые рассылать всем заинтересованным лицам.

В результате обследования было выявлено три марки ОЗУ с двуглавым орлом: на церкви села Царево, на церкви села Рахманово и на мосту Северной железной дороги через р. Талицу (рис. 8). Расположение этих марок точно совпадает с их изображениями на рисунках С.И. Коллупайло. Неустойчивые реперы изначально винтовые реперы обнаружены не были и, по всей вероятности, не сохранились. А самой яркой находкой стал железобетонный репер в деревне Усть-Пристань, в устье р. Яхромы. Это тот самый репер, что был установлен в створе водо-



Рис. 9

С.И. Коллупайло с коллегами у геодезических приборов.

Источник: архив кафедры гидрологии и климатологии Вильнюсского университета

мерного поста Управления изысканий Верхнего Поволжья. Сам створ был уничтожен в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. при бомбардировке деревни. А репер в послевоенные годы служил для гидрометрических наблюдений за руслом р. Яхромы. Об этом нам рассказали владельцы участка, на котором знак расположен. Они знали о его назначении и все эти годы берегли его. Но не знали о его историко-технической ценности и проявили неподдельный интерес, задав огромное количество вопросов.

#### ▼ Судьба гидролога

После переезда в Литву С.И. Коллупайло организовал сеть метеостанций. В 1922 г. его пригласили на должность приват-доцента кафедры гидротехники Литовского университета в Каунасе. В 1923 г. Стефан Иванович создал национальную Гидрометрическую службу, которую возглавлял долгие годы. Он читал лекции, организовывал научные конференции и много писал. Темами его статей были вопросы гидрологии, гид-

рографии, метеорологии и краеведения в Литве. Много времени он посвятил исследованию р. Неман и заложил основы исследования литовских водных объектов [11].

Но при этом не забывал и о геодезии (рис. 9). Так, Стефан Иванович являлся одним из основателей Комиссии по геодезии стран Балтии, в которую с

1929 г. был включен представитель СССР. Целью комиссии было совместное выполнение геодезических работ на территории, окружающей Балтийское море. Эти работы начались в 1924 г., а одним из значимых проектов стало построение Балтийского кольца — замкнутой линии нивелирования вокруг Балтийского моря [12].



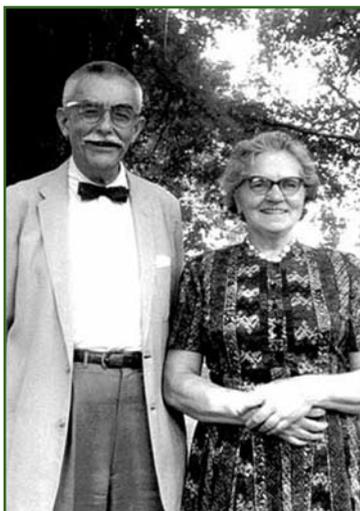
Рис. 10

С.И. Коллупайло с друзьями на р. Неман. 1935 г. [11]

Самым плодотворным периодом работы С.И. Коллупайло как гидролога были 1920–1930-е гг. Современные литовские исследователи пишут, что его след до сих пор заметен не только в истории страны, но и в мировой гидрологии: он добился на международном уровне унификации методики измерения расходов воды и внес значительный вклад в исследование рек Восточной Европы (рис. 10). Метод коэффициента расхода (часто называемый «литовским методом») до сих пор остается одним из самых популярных в мире методов расчета стока при нестандартных речных условиях [13].

В 1940 г. Литва вошла в состав Советского Союза. Профессор С.И. Коллупайло пытался спасти своих коллег, которые были арестованы НКВД. При этом он не бросал любимой гидрологии и продолжал читать лекции, что находило отражение в советской печати [14]. Но год спустя коллег и студентов пришлось спасать уже от нацистов. После закрытия в 1942 г. университета профессор был вынужден идти на хитрости для того, чтобы продолжать обучение неофициально.

Перед приходом Красной армии в Литву Стефан Иванович оказался в Баварии. В 1945 г. эта территория перешла под управление американской администрации, и в 1948 г. семья Коллупайло переехала в США. Профессор устроился на работу в Университет Нотр-Дам. Он создал в университете гидравлическую лабораторию, выступал с докладами на конференциях, был членом многих обществ, публиковал статьи в научных журналах. Издал уникальную библиографию, в которой содержится обзор научных работ по гидрометрии на нескольких десятках языков со времен Средневековья до XX века (рис. 11).



**Рис. 11**  
С.И. Коллупайло с супругой в США. Источник: <https://www.xxiizamzius.lt>

В резюме он всегда характеризовал себя, в первую очередь, как инженер, и только после этого перечислял другие свои специальности и должности. Будучи величайшим научным авторитетом, он всегда почитал российских гидрологов-инженеров, передавших ему, еще молодому специалисту, значительную часть своих профессиональных знаний.

Умер Стефан Иванович Коллупайло в 1964 г., похоронен в Чикаго (США). Он прожил трудную, но счастливую жизнь, и говорил об этом так: «Счастлив только тот человек, у которого есть ясная цель в жизни. Моя цель ясна, как кристалл: изучить завораживающее творение Бога — природу — и попытаться осмысленно изменить ее на благо человека».

#### ▼ Список литературы

1. Барков Р.Р. Исторические знаки первой государственной высотной геодезической сети. Московская область // Геопрофи. — 2020. — № 5. — С. 16–25.
2. ЦГА Москвы, Ф. 1905, оп. 4., дело 2119.
3. Отчет Гипсометрического подотдела за 1915–1919 годы: / Сост. зав. Гипсометрич. подотд. межевой инж. С.И. Коллупайло Нар. ком.

зем. Отд. зем. улучшений. Гидротехн. часть Зем. отд. Моск. губ. с. р. и к. д. — М.: лит. Межевого ин-та, 1919.

4. Свод нивелировок железных дорог Европейской России и каталог высот над уровнем моря железнодорожных станций. — Петроград: Управление внутр. вод. путей, 1917.

5. Топография / В. Витковский. — 2-е изд., испр. и доп. — Петроград: тип. Имп. Инж. воен. акад., 1915.

6. Каталог высот марок и реперов высокоточного и точного нивелирования, исполненных Главным геодезическим управлением и Управлением военных топографов в Европейской части СССР с 1875 г. по 1932 г. / Сост. Вычислительным бюро Глав. геодезич. упр. при участии инж. А.М. Вировец и М.В. Каменской. — Москва; Грозный; Гос. науч.-техн. горно-геол.-нефт. изд-во, 1934.

7. Памятная книжка Константиновского межевого института за 1915 год / Константиновский межевой институт. — М.: Типо-литография В. Рихтер: 19-й год издания. — 1916.

8. Наука в России: справоч. ежегодник / изд. Рос. акад. наук и ред. журн. «Природа» при содействии кн. палаты; под наблюдением акад. С.Ф. Ольденбурга. — Петроград, 1917.

9. Гидрометрия: Краткое теоретическое и практическое руководство / С.И. Коллупайло, межевой инж. — М.: лит. Межевого ин-та, 1918.

10. Извещение Московской духовной консистории № 2948 от 18.04.1916.

11. «And Follow the Path of Lithuania». 130 anniversary of prof. Steponas Kolupaila. — <https://museum.ktu.edu>.

12. Обзор деятельности Балтийской геодезической комиссии с 1924 по 1935 г. / инж. С.В. Лотко; Под ред. проф. д-ра А.А. Михайлова; НКВД СССР. Глав. упр. гос. съемки и картографии. — М.: ГУГСК НКВД СССР, 1937.

13. Steponas Kolupaila's contribution to hydrological science development. — Gintaras Valiuškevičius. — Вильнюс, 2017.

14. Лекция о дрейфе «Седова» в Каунасе // Вечерняя Москва, 09.06.1940 (№ 131).

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ

**МОСКОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ**

**колледж с вековой историей**



## НАШИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ



ПРИКЛАДНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

КАРТОГРАФИЯ

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

Колледж одно из старейших средних профессиональных учебных заведений России. Наши студенты готовы работать в сфере геодезических изысканий, картографии и землеустройства.

Наши выпускники работают в ведущих организациях отрасли геодезии и картографии Российской Федерации.



## УСЛОВИЯ ПРИЁМА

Прием лиц на обучение осуществляется на основе результатов освоения поступающими образовательной программы основного общего или среднего общего образования, указанных в представленных абитуриентами документах государственного образца об образовании (средний балл аттестата).

## ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ ПОСТУПЛЕНИЯ

1. Аттестат / диплом (с вкладышем);
2. 4 фотографии 3x4;
3. Копия паспорта или копия свидетельства о рождении и гражданства;
4. Копия страхового медицинского полиса;
5. Копия приписного свидетельства / военного билета (при наличии);
6. Копия СНИЛС;
7. Копия ИНН.

## КОЛЛЕДЖ ЖДЁТ ВАС!

«Дни открытых дверей» проводятся ежегодно в марте, апреле и ноябре. В этом году мы ждем Вас 30.03, 20.04 и 30.11 2024 года в 11.00.



**Адрес:** 121467, Москва, ул. Молодогвардейская 13  
**Телефоны:** 8-(499)-149-82-33, 8-(499)-141-61-54

**Проезд:** ст. м. Кунцевская, далее авт. 236 до ост. «Колледж геодезии и картографии» или авт. 135, 58, 190, 464 до ост. «Ельницкая улица»

**Сайт:** [www.mkgik.org](http://www.mkgik.org) **e-mail:** [mkgik@bk.ru](mailto:mkgik@bk.ru)  
**Лицензия Рособорнадзора Госаккредитация**

## 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

