

#1
2025**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ГЕОДЕЗИЯ**
#133

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И НАВИГАЦИИ

ГСИ®

Информационный партнер

МКГИК 105 ЛЕТ. НА РУБЕЖЕ
ЮБИЛЕЯ

К 70-ЛЕТИЮ А.С. БОГДАНОВА

В ПАМЯТЬ ОБ АЛЕКСАНДРЕ
ПЕТРОВИЧЕ КАРПИКЕ

ИТОГИ ЗАПУСКОВ КА ДЗЗ
В 2024 г.

ИСКУССТВЕННЫЕ НЕЙРОННЫЕ
СЕТИ В ГЕОДЕЗИИ

СЕРИЯ 3D СКАНЕРОВ VEGA VLS

GEOSCAN PF1B —
НОВАЯ КАМЕРА ДЛЯ БАС
«ГЕОСКАН GEMINI»

КРУПНЕЙШИЙ В МИРЕ ПРОЕКТ
АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БАС

О РЕАЛИЗАЦИИ В РОССИИ
КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ
ПРОДУКЦИИ

БЕСПИЛОТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ
И КАДАСТРЕ





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



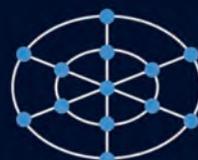
PHOTOMOD
3D-MOD



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!

Высшее геодезическое управление Президиума РСФСР, учрежденное 30.08.1919 г. и возглавляемое М.Д. Бонч-Бруевичем, в одном из своих первых решений посчитало необходимым создать в период 1920–1921 гг. несколько гражданских топографических училищ. И первым 15 марта 1920 г. было создано Московское топографическое училище, которое являлось первопроходцем в этом важном деле — подготовке кадров гражданских топографов для народного хозяйства советского государства.

За 105 лет с момента образования учебное заведение прошло непростой путь, отмеченный вехами преобразования и совершенствования: училище — техникум — политехникум — колледж. Его уникальность не только в том, что оно было одним из первых по подготовке гражданских топографов, но и в способности на протяжении более столетия готовить специалистов, отвечающих запросам государства и общества. Подтверждением этому может служить перечень специальностей, по которым в разные годы велось обучение. С 1920 г. по 1949 г. — «топография», «картография» и «геодезия»; с 1955 г. — «фотограмметрия» (до 1993 г.), «штурман-аэрофотосъемщик» (до 1995 г.), «фотодело» (до 2000 г.). В 1993 г. на базе специальности «прикладная геодезия» была открыта специализация «государственный земельный кадастр». С 1997 г. началась подготовка по экономическим направлениям — «экономика и бухгалтерский учет» и «менеджмент», с 1999 г. — «земельно-имущественные отношения», с 2002 г. — «маркетинг».

В настоящее время Московский колледж геодезии и картографии (МКГиК) ведет подготовку кадров среднего профессионального образования как для государственной, так и коммерческой картографо-геодезической и кадастровой деятельности по следующим специальностям: «аэрофото-геодезия», «прикладная геодезия», «картография», «земельно-имущественные отношения» и «землеустройство».

Редакция журнала, как член Попечительского Совета МКГиК, осуществляет информационную и рекламную поддержку учебному заведению, предоставляя возможность преподавателям и выпускникам на страницах журнала рассказывать об истории учебного заведения и профессиях, по которым готовят в колледже, делиться своими знаниями, опытом и новыми технологиями, применяемыми как в учебном процессе, так и внедряемыми в организациях, в которых работают выпускники. Кроме того, в 2019 г. при поддержке редакции был подготовлен и издан «Словарь терминов, употребляемых в геодезической, картографической и кадастровой деятельности (термины и словосочетания)», авторы Г.Л. Хинкис и В.Л. Зайченко, который рекомендован в качестве учебного пособия для средних профессиональных учебных заведений.

С публикациями преподавателей и выпускников колледжа можно познакомиться на сайте журнала в разделе «Авторы», подраздел «Авторы — преподаватели и выпускники Московского колледжа геодезии и картографии», в котором на данный момент представлено 88 статей 22 авторов (<https://www.geoprofi.ru/authors/7395>).

Отдельно хочется отметить две публикации: об Илье Семёновиче Чернышёве, выпускнике Московского топографического техникума 1932 г. (автор М. Хаирова), и о Светлане Алексеевне Колодиной, выпускницы Московского топографического политехникума 1960 г. (автор Н.В. Грачева).

Уникальность учебного заведения заключается в том, что у его выпускников имеется возможность продолжить учебу в МИИГАиК, как отмечает директор колледжа Т.Г. Зверева, «по «зеленой» траектории», или в любом другом высшем учебном заведении, благодаря уровню знаний и умений, полученных во время учебы. Такой возможностью пользуются многие выпускники.

Казалось бы, все сказано об училище, техникуме, политехникуме и колледже. Но, чтобы успешно решать текущие и будущие задачи, быть готовым, как теперь говорят, к новым вызовам, руководители и преподаватели Московского колледжа геодезии и картографии, особенно на рубеже предстоящего юбилея, еще раз обращаясь к опыту предшественников и задачам сегодняшнего дня, подготовили серию статей. В 2024 г. в журнале «Геопрофи» были опубликованы статьи Е.В. Лузина (№ 5) и Е.В. Меньшовой (№ 6), остальные будут размещены в 2025 г.

В этом номере представлены две статьи:

— «Московский колледж геодезии и картографии. 105 лет на благо страны и отрасли», автор Т.Г. Зверева (с. 4);

— «От Московского топографического политехникума к Московскому колледжу геодезии и картографии. Как это было (отрывки из воспоминаний)», автор Г.Л. Хинкис.

Поздравляем преподавателей, студентов и выпускников МКГиК с юбилеем! Желаем Московскому колледжу геодезии и картографии всегда оставаться первым среди учебных заведений среднего профессионального образования!



АЭРОФОТОСЪЕМКА ОТ ГЕОСКАНА



АФС под ключ

Специалисты Геоскана проведут для вас работы по аэрофотосъемке под ключ: получат разрешения, выполнят полеты и проведут камеральную обработку данных.

БВС в реестре средств измерений

Оперативная и высокоточная съемка

Все необходимые лицензии и сертификаты

Беспилотники для любых задач

БВС Геоскана подходят как для детальной аэрофотосъемки с построением фотореалистичных моделей, так и для решения задач оперативного видеомониторинга с передачей изображения в реальном времени.

Пространственное разрешение 1 см/пикс

Видео- и тепловизионное изображение

Несколько сотен кв. км за день



Обработка данных в Agisoft Metashape

Профессиональное ПО для фотограмметрии для анализа и постобработки данных АФС. Позволяет получать ортофотопланы, облака точек, ЦММ и 3D-модели самой высокой точности.

Простой и понятный интерфейс

Экспорт в распространенные форматы

Распределенная обработка на локальном кластере или в облаке Agisoft Cloud



Геоскан — один из ведущих российских разработчиков и производителей БАС и малых космических аппаратов.

14 лет
на рынке

Парк
> 250 БВС

Самый масштабный
в мире проект с БАС

GEOSCAN

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



Редакция благодарит компании,
поддержавшие издание журнала:

«ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»
(Информационный партнер),
ГК «Геоскан», АО «Ракурс»,
ГБУ «Мосгоргеотрест»,
ПК «ГЕО», ГК «СПУТНИКС»

Издатель
ИП Романчикова М.С.

Учредитель
В.В. Грошев

Главный редактор
М.С. Романчикова

Редактор
Е.А. Дикая

Дизайн макета
И.А. Петрович

Дизайн обложки
И.А. Петрович

Интернет-поддержка
«ИнфоДизайн»

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

Интернет-версия
www.geoprofi.ru



https://vk.com/geoprofi_2003

https://t.me/geoprofi_2003

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

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

ISSN 2306-8736

Периодичность издания —
шесть номеров в год.

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

Тираж 1000 экз. Цена свободная.
Номер подписан в печать 26.02.2025 г.

Печать Издательство «Проспект»

ОТ РЕДАКЦИИ

МКГИК 105 ЛЕТ. НА РУБЕЖЕ ЮБИЛЕЯ 1

ЮБИЛЕЙ

Т.Г. Зверева
МОСКОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ.
105 ЛЕТ НА БЛАГО СТРАНЫ И ОТРАСЛИ 4

В.И. Глейзер
НА ВЫСОКОЙ ОРБИТЕ. К 70-ЛЕТИЮ А.С. БОГДАНОВА 10

ТЕХНОЛОГИИ

ГЕОСКАН РЕАЛИЗОВАЛ КРУПНЕЙШИЙ В МИРЕ ПРОЕКТ
ПО АЭРОФОТОСЪЕМКЕ С БАС 15

Р.В. Пермьяков
ИТОГИ ЗАПУСКОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЗЗ И
ТЕНДЕНЦИИ ОТРАСЛИ В 2024 Г. 16

Ю.М. Нейман, Л.С. Сугаипова
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
В ГЕОДЕЗИИ 22

НОВАЯ СЕРИЯ НАЗЕМНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ЛАЗЕРНЫХ
СКАНЕРОВ VEGA VLS 29

ТЕХНОЛОГИЯ ВЛС ДЛЯ ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА УКЛАДКИ
АСФАЛЬТА: ОПЫТ НОВГУ 32

НОВАЯ КАМЕРА ДЛЯ ГЕОСКАНА GEMINI: УЛУЧШЕННАЯ
МАТРИЦА ДЛЯ БОЛЕЕ ДЕТАЛЬНОЙ СЪЕМКИ 33

М.Ю. Орлов
АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ
В РОССИИ 34

БЕСПИЛОТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ 40

ПУТЕШЕСТВИЕ В ИСТОРИЮ

И.А. Мусихин
ПАМЯТИ УЧЕНОГО, УЧИТЕЛЯ, ВЫДАЮЩЕГОСЯ ОРГАНИЗАТОРА
И ЗАМЕЧАТЕЛЬНОГО ЧЕЛОВЕКА 41

При оформлении первой страницы обложки использован фрагмент снимка
с КА «Зоркий-2М» с пространственным разрешением 2,5 м. На снимке —
остров Русский, Россия. Снимок предоставлен ООО ГК «СПУТНИКС».



МОСКОВСКИЙ КОЛЛЕДЖ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ. 105 ЛЕТ НА БЛАГО СТРАНЫ И ОТРАСЛИ

Т.Г. Зверева (Московский колледж геодезии и картографии МИИГАиК)

В 1999 г. окончила Московский колледж геодезии и картографии (МКГиК) по направлению «прикладная геодезия повышенный уровень» с присвоением специальности «геодезист». В 2002 г. окончила геодезический факультет МИИГАиК с присвоением квалификации «инженер» по специальности «прикладная геодезия». С 2004 г. работала в ГП МО «Мособлгеотрест», с 2014 г. — в Федеральном агентстве научных организаций Российской Федерации, с 2015 г. — в ФГУП «ИРЕА», с 2016 г. — в МКГиК (преподаватель геодезического цикла дисциплин и заместитель директора по учебно-производственной работе), с 2018 г. — в НИЦ «Курчатовский институт» — ИРЕА (заместитель директора по развитию). С 2023 г. — директор МКГиК. Кандидат технических наук.

*Касаясь трех великих океанов,
Она лежит, раскинув города,
Покрыта сеткою меридианов,
Непобедима, широка, горда.
«Родина», К. Симонов, 1941 г.*



В марте 2025 г. Московский колледж геодезии и картографии отмечает 105-летний юбилей с момента основания учебного заведения. Позади непростой исторический путь.

Планомерное освоение современной территории Российской Федерации пришлось на советский период. 15 марта 1919 г. председателем Совнаркома РСФСР В.И. Лениным был подписан Декрет об образовании Высшего геодезического управления (ВГУ), а в 1920–1921 гг. открылись первые пять

гражданских топографических училищ, в числе которых было и Московское топографическое училище [1–5]. Коллегия ВГУ поручила всю подготовительную работу по созданию нормативной и учебно-материальной базы научно-учебному отделу ВГУ, из числа работников которого была создана «особая коллегия». Возглавил эту работу начальник отдела, профессор Московского межевого института Э.В. Вархаловский (в дальнейшем руководитель геодезической службы Польской республики). В коллегию также вошли профессор П.И. Шилов (в дальнейшем заведующий кафедрой геодезии Московского межевого института) и инженер П.С. Валуев. В апреле 1920 г. коллегия передала свои полномочия первому начальнику топографического училища М.П. Петренко (в то время заведующий отделом ведомственных работ ВГУ, а до этого директор Московского землемерного техникума) и заведующему учебной частью училища Н.Н. Степанову [6].

В 1923 г. состоялся выпуск первых десяти гражданских топографов.

В 1925 г. училище было преобразовано в Московский топографический техникум. Набор осуществлялся по трем специальностям: «топография», «картография» и «геодезия» [7].

В дальнейшем произошло несколько таких преобразований: в 1955 г. учебное заведение стало называться Московским топографическим политехникумом (МТП), в 1991 г. было переименовано в Московский колледж геодезии и картографии (МКГиК), а в 2008 г. вошло в состав Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК). Это — лишь основные вехи.

Период с 1932 г. по 1938 г. для геодезической отрасли страны был непростым, что коснулось и техникума. В 1933 г., на пике своей деятельности, учебное заведение было закрыто [7].

Только через 6 лет, в 1939 г., после организации Главного уп-

правления геодезии и картографии (ГУГК) при СНК СССР как самостоятельной картографо-геодезической службы страны, а также благодаря личной инициативе и усилиям президента АН СССР В.Н. Несмеянова и начальника ГУГК А.Н. Баранова, Московский топографический техникум вновь начал работу на базе действующих при Московском АГП курсов младших техников-топографов (в период 1939–1944 гг. был в статусе училища). Его директором был назначен Л.С. Волосатов. Прием учащихся составлял 120 человек, а общая численность в этот период колебалась от 400 до 450 человек.

В эти же годы на предприятиях ГУГК широко начал внедряться аэрофототопографический метод создания топографических карт, основанный на материалах аэрофотосъемки. На повестке дня стоял вопрос подготовки кадров среднего звена для обеспечения соответствующих работ.

В связи с этим в 1939 г. была создана Московская аэрофотосъемочная школа (в дальней-

шем Московское аэрофотосъемочное училище) с тремя отделениями: аэрофотосъемочным, аэрофотолабораторным и фотограмметрическим. Срок обучения в ней составлял 2 года 6 месяцев. Первым директором Московской аэрофотосъемочной школы стал М.М. Данкин, заведовавший до этого курсами летной подготовки ГУГК.

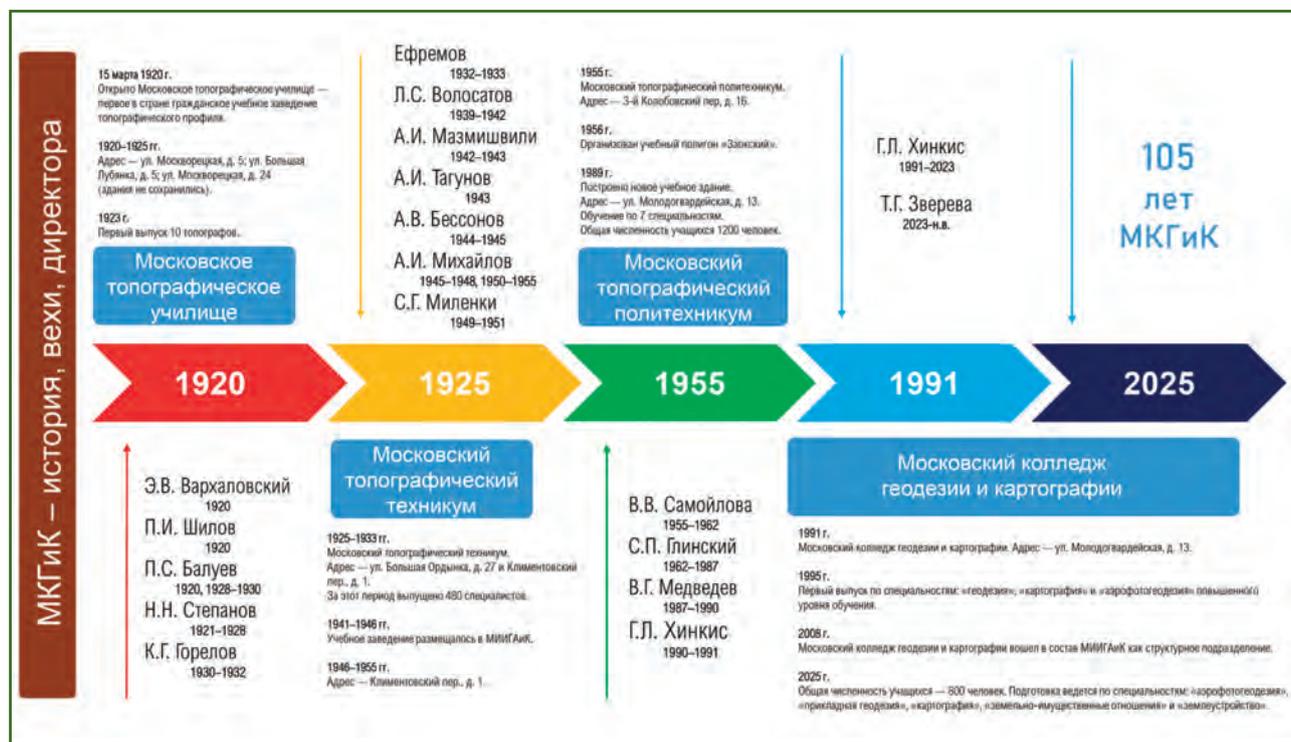
В 1941 г. началась Великая Отечественная война. Не успев укрепиться в учебно-методическом и организационно-техническом отношении, техникум и аэрофотосъемочная школа должны были решать новые, необычайно сложные задачи в условиях военного времени. В первые же дни войны многие преподаватели и учащиеся были призваны в ряды Красной армии. Выпускников, а их было 98, аттестовали досрочно.

Несмотря на трудности, учебные занятия и в техникуме, и в школе не прекращались до октября 1941 г. Учебным заведениям была предложена эвакуация в Ташкент, но в силу обстоятельств она не состоялась. Занятия в техникуме возобнови-

лись в ноябре 1941 г., а в аэрофотосъемочной школе — в январе 1942 г. на базе Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. Директором топографического техникума, по совместительству, стал директор МИИГАиК А.И. Мазмишвили, заведующим учебной частью — А.Н. Тагунов, директором аэрофотосъемочной школы — инженер-аэрофотогеодезист В.В. Архипов.

В 1942 г. выпуска специалистов не было, а набор абитуриентов отличался от предыдущих — преобладали девушки. В 1943 г. техникум выпустил 51 специалиста, а в 1944 г. состоялся первый во время войны выпуск аэрофотосъемочной школы. Фотограмметристы О.Б. Нормандская и Н.Д. Кислякова из этого выпуска были распределены в аэрофотосъемочную школу, а впоследствии стали ведущими преподавателями МТП.

Немало учащихся, а также сотрудников техникума и школы не вернулось с фронтов Великой Отечественной войны 1941–



1945 г. Многие получили боевые награды. Героями Советского Союза стали выпускники аэрофотосъемочной школы М.М. Кириллов и М.В. Лорин.

В 1946 г. Московский топографический техникум продолжил работу по адресу: Климентовский переулок, дом 1, где он находился до 1933 г. В это время техникумом руководил А.И. Михайлов.

В 1949 г. открылось заочное отделение техникума со специальностями: «геодезия», «картография» и «топография».

В 1953 г. ГУГК перевели в состав МВД СССР. В 1955 г. Московский топографический техникум был реорганизован в Московский топографический политехникум за счет присоединения к нему Московского аэрофотосъемочного училища. МТП был размещен в помещении на 3-м Колобовском переулке, дом 16 [7].

Было создано многопрофильное учебное заведение, и начался интенсивный и наиболее продуктивный период его работы. Его возглавила В.В. Самойлова (бывший директор Московского аэрофотосъемочного училища), а ее заместителем стал А.И. Михайлов (руководивший Московским топографическим техникумом).

В 1962 г. директором Московского топографического политехникума назначили С.П. Глинского, работавшего до этого в отделе учебных заведений ГУГК Мингео СССР. При нем был реконструирован учебный полигон «Заокский», расположенный в районе п. Заокский (Тульская область), созданный в 1956 г., построено студенческое общежитие в районе Кунцево (1971 г.).

Уровень подготовки выпускников МТП считался лучшим среди учебных заведений ГУГК, о чем свидетельствует Почетная грамота Верховного Совета РСФСР, врученная коллективу в

1969 г. Вводились новые специальности: «фотодело» (1960 г.), «инженерная геодезия» (1968 г.). Расширился прием на очное и заочное отделения. Ежегодно он составлял до 390 человек при общей численности учащихся 1200 человек.

В 1987 г. С.П. Глинский вышел на пенсию. Директором Московского топографического политехникума был назначен В.Г. Медведев, старший преподаватель кафедры астрономии МИИГАиК, который проработал в нем до 1990 г. На период его работы пришлось тяжелые годы строительства нового учебного корпуса на улице Молодогвардейская, дом 13, где учебное заведение находится и в настоящее время.

В 1990 г. директором Московского топографического политехникума был назначен Г.Л. Хинкис, занимавший должность заместителя директора по учебно-воспитательной работе.

13 мая 1991 г. Госгеодезией СССР был подписан приказ № 90 «О преобразовании Московского топографического политехникума в Московский колледж геодезии и картографии». Следует отметить, что это положительно сказалось на деятельности учебного заведения. Во-первых, оно стало более привлекательным для абитуриентов вследствие непрерывности образования. Во-вторых, появилась возможность более широкого внедрения в учебный процесс новых форм и методов обучения, а также направлений подготовки. В-третьих, повысился уровень подготовки специалистов за счет более углубленной, фундаментальной и специальной подготовки. Этот шаг дал толчок и для инновационных процессов в колледже [3].

В 1993 г. по просьбе Комитета по земельным ресурсам РФ на базе специальности «прикладная геодезия» была откры-

та специализация «государственный земельный кадастр».

В 1994 г. впервые началась подготовка по экономическим направлениям. Появились специальности: «экономика и бухгалтерский учет», «менеджмент» (1997 г.), «земельно-имущественные отношения» (1999 г.), «маркетинг» (2002 г.).

К сожалению, в силу неостребованности экономикой страны специалистов, в МКГиК была прекращена подготовка: фотограмметристов (1993 г.), штурманов-аэрофотосъемщиков (1995 г.) и фототехнологов (2000 г.). Численность обучающихся уменьшилась с 900 до 750 человек. Это были экономически тяжелые годы. Минимальное бюджетное финансирование, отток квалифицированных педагогических кадров, перевод учебных практик с полигона «Заокский» в Москву.

Колледж старался выжить за счет внебюджетной деятельности. В 1992 г. были открыты подготовительные курсы для иностранных слушателей, в 1994 г. — курсы повышения квалификации для работников отрасли геодезии и картографии. Шли поступления от подготовки специалистов на платной основе. Это давало возможность обновлять парк вычислительной техники, геодезических приборов, поднимать оплату труда педагогического персонала.

Ежегодный выпуск в 1990–2000 гг. составлял 220 человек, действовала система трудоустройства выпускников.

Перечисляя имена директоров, внесших огромный вклад в создание, развитие и совершенствование училища, политехникума, колледжа, хочется особенно отметить двух из них. Это С.П. Глинский, который руководил Московским топографическим политехникумом на протяжении 25 лет, и Г.Л. Хинкис, который начал работу в МТП в 1972 г. и был директором учеб-



ного заведения 33 года. На период их работы пришлось, пожалуй, самые значительные перемены. Но учебное заведение было сохранено и продолжило свою славную историю. Пересматривая архивные материалы прошлых лет, убеждаюсь в системности, планомерности, стойкости и огромной самоотдаче этих людей. Работая под руководством Геннадия Львовича Хинкиса, я видела и всегда удивлялась его умению искать и находить, а чаще всего и самому «выращивать» лучшие педагогические кадры [8].

В настоящее время в колледже обучается около 800 студентов дневной и заочной форм обучения из 37 регионов России. На обучение принимаются как выпускники 9-х, так и 11-х классов. Подготовка ведется по следующим специальностям среднего профессионального образования (СПО): «аэрофотогеодезия», «прикладная геодезия», «картография», «земельно-имущественные отношения» и «землеустройство». В связи с новым Федеральным государственным образовательным стандартом СПО (его оптимизацией) набор проводится по специ-

альностям: «прикладная геодезия», «картография» и «землеустройство».

Помимо основных образовательных программ СПО в колледже набирает обороты Центр профессиональных квалификаций, а для абитуриентов действуют подготовительные курсы, проводится большая работа по лицензированию новых специальностей, выполняются мероприятия по усилению и совершенствованию материально-технической базы, открыт интерактивный учебный класс «Лаборатория БПЛА». Самое активное участие принимают члены Попечительского совета колледжа, каждый из которых

вносит огромный вклад в его деятельность: предоставление мест для практик и информационных ресурсов, помощь в обновлении приборов и программного обеспечения, в методической работе, участие в государственной итоговой аттестации и дальнейшее трудоустройство выпускников. Хочется подчеркнуть, что эта связь длится не одно десятилетие.

Не остается в стороне и социально-воспитательная работа. В колледже создан военно-патриотический клуб «ЮНАРМИЯ». Ребята принимают активное участие в волонтерской работе. Много лет серьезную работу ведут Студенческий со-



вет колледжа и Студенческий совет общежития.

«Среда определяет сознание!» — девиз, которым педагогический коллектив руководствуется в своей деятельности. В связи с этим в колледже открыта постоянно действующая выставка картин военного топографа, художника В.Я. Юцкова. А 13 марта 2025 г. состоится официальное открытие Культурно-исторического центра МКГиК — выставочно-интерактивного пространства, которое нацелено на популяризацию профильных знаний, проведение учебно-воспитательных мероприятий и расширение информационной базы обучающихся.

В настоящее время Московский колледж геодезии и картографии является одним из самых крупных учебных заведений среднего профессионального образования, осуществляющих подготовку специалистов картографо-геодезического направления в РФ.

В колледже сформировались собственные традиции обучения, имеющие давние профессиональные и педагогические корни [3].

Общее количество преподавателей составляет 38 человек. Из них 23 педагога (61%) имеют высшую квалификационную категорию, 6 (16%) — первую категорию, 18 сотрудников отмечены государственными и отраслевыми наградами и почетными званиями.

Московский колледж геодезии и картографии гордится выпускниками, среди которых немало имен, прославивших профессию и страну [3, 7]:

— Е.М. Сергеев, академик, лауреат Ленинской Премии, первый проректор МГУ им. М.В. Ломоносова;

— И.С. Чернышев, Чрезвычайный и Полномочный посол СССР, заместитель Генерального секретаря ООН;

— М.С. Муравьев, профессор, д. т. н., заведующий кафедрой инженерной геодезии, ректор МИИГАиК в 1948–1957 гг.;

— Г.А. Авсюк, академик АН СССР, заместитель директора Института географии, основатель школы отечественной гляциологии;

— Н.С. Подобедов, профессор, д. т. н., заведующий кафедрой физической географии МИИГАиК;

— А.Н. Лобанов, профессор, д. т. н., заведующий кафедрой фотограмметрии МИИГАиК;

— Е.Е. Лысякова, доцент, к. т. н., декан картографического факультета МИИГАиК;

— Г.Г. Деркач, начальник Московского аэрогеодезического предприятия, кавалер Ордена Ленина;

— К.А. Строганов, Герой Советского Союза, генерал-лейте-

нант, заместитель командующего Дальней авиации ВВС;

— Я.С. Соловей, организатор и первый руководитель Центрального картографо-геодезического фонда СССР;

— С.И. Шуров, главный картограф ГУГК, и многие другие.

Среди выпускников послевоенного времени можно отметить заслуженных работников геодезии и картографии РФ Л.В. Молочникова (Союззарубежгеодезия) и В.М. Копыла (ГУГК); почетных геодезистов В.К. Львова (ПНИИС) и В.А. Дударева (Верховный Совет РСФСР), заслуженного строителя РФ И.Н. Соколова (Метротоннельгеодезия), заслуженного штурмана СССР, главного штурмана гражданской авиации В.Ф. Киселева и многих других.

Московский топографический политехникум в 1950–





1980 г. дал путевку в жизнь многим тысячам выпускников, которые во всех регионах СССР и за рубежом выполняли нелегкую работу и обеспечивали необходимыми пространственными данными народное хозяйство и оборону страны. Среди них заслуженные работники геодезии и картографии РФ: А.И. Спиридонов (ЦНИИГАиК), Е.П. Чуприна (Госцентр «Природа»), В.И. Забнев (ППК «Роскадастр»), В.С. Копачевский (МАГП), А.Ю. Фокин (АО «Землемер»), С.В. Еруков (АО «Верхневолжское АГП») и др.

Все эти годы выпускники учебного заведения решали и решают задачи государственного картографирования территории страны, государственного кадастра недвижимости, участвуют в крупнейших строительных, инфраструктурных и изыскательских проектах по всей территории России и за рубежом, выполняют оборонные, инженерные и научные государственные заказы. Они также работают в системе Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр), во многих других организациях и компаниях.

Многие выпускники колледжа проходят военную службу в

зоне специальной военной операции, среди них есть добровольцы.

Поэтому можно с уверенностью сказать, что МКГиК готовит не только высококлассных специалистов, но и настоящих патриотов России.

Московский колледж геодезии и картографии является структурным подразделением Московского государственного университета геодезии и картографии. «Хорошо это или плохо — рассудит история», — отмечает ректор МИИГАиК Н.Р. Камынина. И сложности, конечно, есть, поскольку все специализированные средние профессиональные картографо-геодезические учебные заведения были неразрывно связаны с отраслью и имели самостоятельность. В настоящее время деятельность студентов колледжа как никогда тесно переплелась с университетом, они активно участвуют в Студенческих неделях науки, научно-практических конференциях, в социальных проектах. Выпускники МКГиК по «зеленой» траектории продолжают образование в МИИГАиК. Это большая заслуга ректора: объединить, но не растворить, дать возможность сохранить колледжу свою уникальность и незабываемость.

Училище. Техникум. Политехникум. Колледж. Вот его история!

В преддверии славного юбилея Московского колледжа геодезии и картографии хочется поздравить каждого, кто имеет отношение к учебному заведению: ветеранов, выпускников, преподавателей, сотрудников, членов Попечительского Совета и, конечно, студентов.

На протяжении 105 лет менялась страна, менялась отрасль, менялись цели и задачи, уходили в историю одни специальности, на смену им приходили новые. Но во все времена наше учебное заведение верно служило и достойно несло свою службу на благо Родины!

▼ Список литературы

1. Овчинников Л.В. Подготовка кадров в топографических техникумах // Сборник «50 лет советской геодезической картографии». — М.: Недра, 1967.
2. Закатов П.С. Геодезическое образование // БСЭ. — 3-е изд. — 1967.
3. Хинкис Г.Л. Колледжу геодезии и картографии 90 лет // Геопрофи. — 2010. — № 1. — С. 4–9.
4. Хинкис Г.Л. Специалист новой волны // Геодезия и картография. — 2016. — № 2. — С. 58–60.
5. Хинкис Г.Л., Зайченко В.Л. К вопросу об истории и роли среднего профессионального картографо-геодезического образования в России // Геопрофи. — 2024. — № 2. — С. 4–9.
6. Преподаватели колледжа (сборник документальных материалов). Авторы-составители: Акимкина Н.В., Дмитриева Н.В., Комаровских Т.А., Дронова М.Г., Романенко Л.А. / Под общ. ред. Хинкиса Г.Л. — М.: МИИГАиК, 2020.
7. Училище... Политехникум... Колледж... Сборник воспоминаний преподавателей и студентов (история учебного заведения). — М.: МИИГАиК, 2020.
8. Зверева Т.Г. Новые горизонты Московского колледжа геодезии и картографии. Продолжая традиции школы Г.Л. Хинкиса // Геопрофи. — 2023. — № 5. — С. 4–6.

НА ВЫСОКОЙ ОРБИТЕ. К 70-ЛЕТИЮ А.С. БОГДАНОВА

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

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

*«Заслуг немало Юбиляра — его идеи и напор.
Он удивительного дара владелец с очень давних пор:
Все замыслы свои и планы до результатов доводить,
Единомышленников множить и геодезию любить...»*
В. Глейзер, 2022 г.



20 января 2025 г. исполнилось 70 лет Анатолию Станиславовичу Богданову — начальнику управления ведения фонда пространственных данных и инженерных изысканий Санкт-Петербургского государственного казенного учреждения «Центр информационного обеспечения градостроительной деятельности» (СПб ГКУ ЦИОГД) и президенту Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии. Трудно поверить, что уже 70, хочется сказать — еще только 70, ведь он полон энергии и грандиозных планов и все, что

задумал, доводит до реального результата, и многие не раз убеждались в этом. Жизненные интересы А.С. Богданова широки и многогранны: он пишет стихи, которые называет «вирши» и посвящает своим учителям, друзьям и коллегам. В этих стихотворных строчках как в зеркале отражается его отношение к жизни, и к выбранной им любимой профессии, и к людям, которые находят в его объединяющем биополе.

Анатолий Станиславович родился в г. Ленинграде в 1955 г., в семье, пережившей тяготы и

потери военных лет, которой он посвятил стихотворение «Воспоминания о родных», опубликованное в сборнике «Юбилейные вирши и...», изданном в 2015 г.

В 1970 г. 15-летний юноша, окончив 8 классов 126-й Ленинградской средней школы, поступил в Ленинградский топографический техникум, где в 1974 г. получил квалификацию «техник-геодезист». Строчки из «Гимна техникуму», написанного Анатолием Богдановым, ярко отражают состояние молодого выпускника:



*«Сданы экзамены, диплом в
руках мы держим,
Для нас открыты все доро-
ги, все пути...»*

*Но сердце отозвалось болью
нежной,*

*Как жаль, мой друг, учеба —
позади!*

*И пусть наивны мы чуть-
чуть, не страшно.*

*С пути намеченного вряд ли
повернем!*

*Техникум, футиток, обсер-
ватория —*

*Вот измерение, в котором
мы живем!»*



А.С. Богданов (1985 г.)

Трудовой путь вновь испеченного геодезиста начался в «альма-матер» и продолжался по 1995 г. от лаборанта до заместителя директора по учебно-производственной работе. При этом Анатолий Станиславович не прекращал обучение и совершенствование, окончив в 1984 г. без отрыва от педагогической деятельности Ленинградский государственный университет по специальности «физико-географ». Отдавая работе все свои силы и знания, вкладывая в нее душу и сердце, он заслуженно снискал уважение руководства, коллег, а главное, учащихся техникума.

В 1996 г. А.С. Богданов был приглашен на работу в Комитет по архитектуре и градостроительству Ленинградской обла-

сти на должность начальника инспекции по надзору за инженерными изысканиями (1996–2001 гг.), а в дальнейшем переведен в Комитет по градостроительству и архитектуре (КГА) Санкт-Петербурга на должность начальника отдела геолого-геодезической службы (2001–2015 гг.). С 2018 г. по настоящее время работает в СПб ГКУ ЦИОГД.

В период работы в КГА Анатолий Станиславович организовал широкомасштабные работы по картографированию и геодезическому обеспечению территории Санкт-Петербурга. По подготовленным под его руководством техническим заданиям создана цифровая картографическая основа масштабов 1:500–1:50 000 для целей разработки Генерального плана Санкт-Петербурга и проектов планировки и межевания территории производственных зон. Не забыта была и геология: оцифрованы значительные объемы инженерно-геологических данных из Фонда топографо-геодезических работ и инженерных изысканий, информация и материалы которых были использованы, в том числе при создании трехмерных моделей геологического строения участков пилотных проектов города. С 2009 по 2011 гг. Анатолием Станиславовичем было приложено много усилий при организации работ по созданию спутниковой геодезической сети референчных станций Санкт-Петербурга. Не случайно геодезисты города, иногда, между собой, называют созданную и действующую до настоящего времени сеть референчных станций «Богдановской». С 2004 по 2014 гг. при участии А.С. Богданова была запланирована и выполнена реконструкция плановых и высотных геодезических сетей Санкт-Петербурга, в том числе с использованием спутниковых технологий.

Целью работ являлось создание новой, более точной городской системы координат, опирающейся на данные спутниковой геодезической сети референчных станций Санкт-Петербурга. Невольно вспоминаются строки из стихов юбиляра:

*«Ну что Вам рассказать про
КГА,*

*Работают здесь славные
ребята.*

*У них надежен глаз, тверда
рука,*

*Они градостроительства
солдаты.»*

Двухтысячные годы для Анатолия Станиславовича — это не только огромный объем работы применительно к родному городу, направленной на укрепление роли геодезии в градостроительстве, но и годы продолжения учебы, а также служебного и профессионального роста. Так, в 2000 г. он окончил Северо-Западную академию государственной службы, совершенствуя навыки менеджера государственного и муниципального управления, а в 2007 г. — защитил кандидатскую диссертацию на тему «Методика картографирования динамики гидрографической сети Санкт-Петербурга». А.С. Богданов налаживает тесный контакт с изыскательскими организациями и компаниями, поставляющими современные геодезические средства измерений. Он интересуется новинками в области геодезического приборостроения и программного обеспечения для трехмерного моделирования, активно участвует в различных конференциях и семинарах, способствующих внедрению в геодезическую практику передовых технологий.

Работая в СПб ГКУ ЦИОГД, Анатолий Станиславович не изменяет себе и продолжает отстаивать необходимость применения передовых технологий. Он принимает участие в

деятельности рабочих групп по инженерным изысканиям и по внедрению технологий информационного моделирования, в разработке нормативных документов, учитывающих современные требования в области инженерных изысканий, например, такие как «Порядок проверки и приемки материалов законченных изысканий в Фонд материалов топографо-геодезических работ и инженерных изысканий Санкт-Петербурга» и «Методическая разработка по производству контрольно-исполнительных съемок на территории Санкт-Петербурга».

Казалось бы, пройден большой трудовой путь, но юбиляр полон новых идей и планов. Об этом свидетельствуют написанные им строки:

*«Нет, не грустим мы о
былом, не плачем, не наш рас-
клад!»*

*Всегда в пути, нельзя иначе,
движенье — клад!»*

*Мы изречения пророка в
душе храним,*

*И опыт знания мирского
неоспорим.»*

А.С. Богданов уделяет много времени общественной деятельности, включающей и взаимодействие с учебными заведениями (колледжами и профильными кафедрами высших учебных заведений), передавая накопленный опыт и знания молодому поколению. Он часто и с особой любовью вспоминает годы учебы и работы в техникуме, преподавателей и однокашников, его заботят возникшие в настоящее время проблемы в подготовке профессиональных кадров для топографо-геодезической отрасли. Он активно отстаивает мнение о необходимости возрождения в Санкт-Петербурге учебного заведения среднего профессионального образования по специальностям геодезического и изыскательского профилей для обеспечения проектирования и

строительства в городе. При этом Анатолий Станиславович охотно откликается на просьбы по оказанию методической помощи, поступающие от учебных заведений. Многие годы А.С. Богданов является председателем Совета основных образовательных программ бакалавриата «Картография и геоинформатика» и магистратуры «Геоинформационное картографирование» в Санкт-Петербургском государственном университете. В ряде учебных заведений он входит в состав государственных экзаменационных комиссий по защите выпускных квалификационных работ магистров, бакалавров, а также студентов колледжей. Более того, он привлекает студентов учебных заведений г. Санкт-Петербурга к участию в разнообразных мероприятиях, проводимых с 2003 г. Санкт-Петербургским обществом геодезии и картографии, а в настоящее время Санкт-Петербургской ассоциацией геодезии и картографии, которую он возглавляет с 2017 г.

Руководство общественной организацией, объединяющей представителей картографо-геодезической отрасли, по сути, — это одна из самых важных жизненных миссий Анатолия Станиславовича, в которой особо проявляется его организатор-

ский талант, нацеленность на глубокое изучение исторического наследия наук о Земле и геодезической науки, в частности. С 2003 по 2014 гг. Анатолий Станиславович являлся председателем Правления Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии (Общество). В этот период Обществом был решен ряд важных задач по сохранению раритетов отрасли. В 2005 г. создан печатный орган Общества, получивший вначале название «Вестник Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии», а с 2008 г. — «Изыскательский вестник». Этот журнал, по сути, отражает деятельность изыскателей Санкт-Петербурга и их профессиональной общественной организации, которая старается сохранять и популяризировать историческое наследие отрасли, оказывать техническую помощь партнерам, коллегам и друзьям, поддерживать ветеранов, передающих свой профессиональный опыт и знания молодежи, студенческим коллективам. Журнал вызывает большой интерес у профессионального сообщества, имеет особенную структуру, свое, не похожее на другие издания, «лицо». В настоящее время вышло 26 выпусков журнала. Его главным редактором является, конечно же, А.С. Богданов. С 2017 г. каж-





дый номер журнала «Изыскательский вестник» открывает рубрика «Слово президента Ассоциации», отражающая содержание и краткий анализ выпуска. Перелистывая страницы вышедших номеров журнала, еще раз убеждаешься, как много сделано Анатолием Станиславовичем. В 2005 г. он организовал работы по спасению геодезического пункта Кабози Саблинской базисной сети, созданной в 1910 г. В 2011 г. принял участие в организации восстановления пунктов Малого пулковского базиса. В 2013–2016 гг. совместно с членами Санкт-Петербургского общества геодезии и картографии и студентами профильных кафедр вузов и колледжей города организовывал экспеди-

ции по обследованию марок первой высотной основы Санкт-Петербурга 1872–1874 гг.

На протяжении многих лет с особым интересом Анатолий Станиславович изучает историческое наследие великих ученых и практиков, занимавшихся определениями размера и фигуры Земли: В.Я. Струве, К.И. Теннера и многих других. Он готовил доклады, а также непосредственно участвовал в нескольких заседаниях Международного координационного комитета по управлению памятником ЮНЕСКО «Геодезическая дуга Струве» (МКК ГДС). Благодаря усилиям А.С. Богданова свершилось знаменательное для нашей страны событие: было принято решение о проведении очеред-

ного заседания МКК ГДС на территории Российской Федерации, которое прошло 18 сентября 2018 г. в Санкт-Петербурге, причем весьма успешно. Публикации о заседаниях МКК ГДС, в которых принимали участие представители Санкт-Петербургского общества (ассоциации) геодезии и картографии, были размещены на страницах журналов «Геодезия и картография», «Геопрофи» и «Изыскательский вестник».

Следуя своему призванию, Анатолий Станиславович дважды участвовал в экспедициях на остров Гогланд для обследования и поддержания в надлежащем состоянии пунктов памятника ЮНЕСКО — Мякипяллуос и Гогланд Z. За эту работу он был награжден Почетной грамотой Росреестра.

Деятельность по изучению и сохранению исторического наследия неизменно сопровождается участием в мероприятиях Русского географического общества (РГО). В 2018–2019 гг. А.С. Богданов с членами ассоциации при грантовой поддержке РГО организовал разработку интерактивной карты «Объект культурного наследия ЮНЕСКО «Геодезическая Дуга Струве».

В 2020–2024 гг. он увлекся новым направлением исследований и совместно со студентами Санкт-Петербургского государственного университета участвует в создании интерактивной карты «Санкт-Петербург геодезический», которая позволила ему разработать авторские экскурсии по теме «Санкт-Петербург. Геодезия и культура» и стать первым экскурсоводом по их маршрутам. Статья А.С. Богданова о первой экскурсии «Санкт-Петербург геодезический. Маршрут первый» опубликована в журнале «Геопрофи» № 6-2023.

В 2023 г. А.С. Богданов с воодушевлением поддержал

предложение своих коллег отметить профессиональный праздник «День работников геодезии и картографии» проведением музыкально-поэтического вечера и принял активное участие в этом мероприятии. На вечере прозвучали стихи, отражающие особенности профессий геодезиста, топографа и картографа, трепетное отношение к родному городу Санкт-Петербургу, переживания, связанные с Блокадой Ленинграда, а также уважение и любовь к друзьям и коллегам-ветеранам отрасли (<http://www.geoprofi.ru/holiday/muzyhkal-no-poehticheskij-vecher-posvyashhennyj-dnyu-rabotnikov-geodezii-i-kartografii>).

С 2014 г. Санкт-Петербургское общество (ассоциация) геодезии и картографии является одним из организаторов Международной научно-практической конференции «Геодезия, геоинформатика, картография и кадастры», а Анатолий Станиславович активно участвует в ее работе.

Практические результаты, достигнутые А.С. Богдановым, довольно трудно перечислить полностью, но о них ярко говорят его отраслевые награды и почетные звания: «Отличник геодезии и картографии» (1986 г.), «Заслуженный работник геодезии и картографии Российской Федерации» (2009 г.), «Почетный изыскатель» (2012 г.), «Почетный геодезист» (2024 г.).

В настоящее время помыслы Анатолия Станиславовича направлены на реализацию проекта памятного комплекса «Геодезистам России» в г. Санкт-Петербурге, в сквере на Бухарестской улице. По его инициативе подготовлено и выпущено Постановление Правительства Санкт-Петербурга о наименовании сквера — «Геодезический сквер». Памятный комплекс в сквере задуман как «музей» под открытым небом. Его информационное и природное простран-



Музыкально-поэтический вечер, посвященный Дню работников геодезии и картографии (Большой зал РГО, 9 марта 2023 г.)

ство должно подчеркнуть особенности и раритеты картографо-геодезической отрасли. Пространство в центре сквера займет композиция в виде глобуса и геодезической пирамиды, соединенных пунктами триангуляции, расходящимися по аллеям — геодезической, топографической и астрономической, и ведущими к дорожкам — Пулковской и Кронштадтской. Импровизированная стела Кронштадтского футштока и входная группа в виде вывески, расположенной на стилизованном основании, напоминающем ствол пушки — центра геодезического пункта Кабози, воскресят в

нашей памяти исторические события и объекты.

Желаю юбиляру успехов и удачи во всех его многочисленных производственных и творческих планах и, безусловно, крепкого здоровья еще на долгие годы.

Что скажет лучше об Анатолии Станиславовиче, чем строки его четверостишия:

*«Судьбы поток несет нас
через годы,*

*Лишь на мгновенья замедляя
бег...*

И если ты наперекор невзгодам —

*Стремись к звездам,
вверх — ты человек!»*

ГЕОСКАН РЕАЛИЗОВАЛ КРУПНЕЙШИЙ В МИРЕ ПРОЕКТ ПО АЭРОФОТОСЪЕМКЕ С БАС*



Группа компаний «Геоскан» по заказу Правительства Московской области в 2024 г. провела аэрофотосъемку территории региона площадью более 37 000 км² с помощью беспилотных авиационных систем (БАС). Это рекорд по площади аэрофотосъемки с БАС в мировой практике для одного полевого сезона.

По результатам работ были созданы цифровые ортофотопланы масштаба 1:10 000 на межселенные территории и масштаба 1:500 на населенные пункты, которые будут использоваться для обновления базы геопортала Подмосковья.

АФС выполнялась с помощью БАС «Геоскан 201», «Геоскан 701» и «Геоскан Gemini». В проекте приняли участие 36 операторов и геодезистов, было использовано 42 БАС: 31 Геоскан 201, 3 Геоскана Gemini и 8 Геосканов 701. Кроме того, был задействован один пилотируемый самолет. Беспилотники запускались не одновременно: в среднем каждый день летало не более 20 БАС в разных районах

Московской области и работало по 12 операторов.

Полевые работы проводились в течение 7 месяцев. В среднем специалисты Геоскана снимали около 200 км² в день, а максимальная площадь за сутки — 1000 км². Суммарный налет всех БАС составил 4,5 тыс. часов.

Следует отметить, что возникли и сложности. Прежде всего, они были связаны с получением точных координат центров снимков. При создании ортофотоплана отсутствие не просто центров аэрофотоснимков, а в целом каких-либо координат, делает процесс сшивки соседних фотоизображений более сложным, требует много ручной работы и постоянного контроля. Поэтому в процессе аэрофотосъемки геодезистам на отдельных участках местности приходилось проводить дополнительное планово-высотное сгущение сети опорных и контрольных точек.

«Проект беспилотной съемки в Московской области стал настоящим вызовом с точки зрения организации — была

проведена большая работа по обеспечению безопасности и согласованию полетов, нам удалось выполнить проект за рекордные 7 месяцев и с лучшим разрешением. Для сравнения, в прошлый раз Подмосковье в меньшем масштабе 1:2000 снимали целых два года. Это показатель эффективности наших систем и профессионализма команды», — рассказал директор департамента услуг группы компаний «Геоскан» Илья Демко.

Для повышения безопасности полетов Геоскан впервые применил УТМ-систему «Небосвод», интегрированную со станцией управления полетами Geoscan Planner. Система позволяет видеть находящиеся в воздухе беспилотные воздушные суда и вовремя реагировать на конфликтные ситуации.

В ходе полетов было получено 5 млн аэрофотоснимков. Снимки с пространственным разрешением до 5 см/пиксель позволили создать цифровые ортофотопланы территории населенных пунктов в масштабе 1:500.

При обработке материалов АФС использовался центр обработки данных компании, который постоянно развивается. При обработке информации по нескольким районам Подмосковья был также задействован суперкомпьютер Политеха.

Предыдущий рекорд по площади АФС был установлен в 2017 г., также Геосканом. Тогда для проекта по созданию 3D-модели Тульской области было отснято 25 000 км² за один полевой сезон.

* Статья подготовлена пресс-службой ГК «Геоскан».

ИТОГИ ЗАПУСКОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЗЗ И ТЕНДЕНЦИИ ОТРАСЛИ В 2024 Г.

Р.В. Пермяков (АО «Ракурс»)

В 2012 г. окончил географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности «картография». После окончания университета работает в АО «Ракурс», в настоящее время — руководитель группы ДЗЗ. Кандидат географических наук.

В 2024 г. 253 космических запуска завершились успешно, что на 16% больше, чем в 2023 г. На борту каждой третьей ракеты-носителя были космические аппараты дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ).

В данной статье будут рассмотрены КА ДЗЗ преимущественно гражданского назначения. Они представляют собой коммерческие, научно-образовательные, демонстрационные спутники, а также гидрометеорологические аппараты, гражданские аппараты радиоэлектронной разведки, включая спутники автоматической идентификации морских судов. Включение последних в пул аппаратов гражданского назначения связано с ориентацией на сложившуюся практику ведения статистики у международного лидера консалтинга в сфере ДЗЗ — компании NovaSpace (ранее — EuroConsult).

Кроме того, из рассматриваемой в статье статистики исключены спутники ДЗЗ оборонно-разведывательного назначения, в частности, американские Starshield (104 аппарата) и китайские Yaogan-43 (18 спутников). Тем не менее, в оценке тенденций сектора ДЗЗ полностью обойтись без оборонного направления будет неправильно.

▼ Тенденции

Тренды 2024 г. продолжили динамику, наметившуюся в области дистанционного зондирования Земли в последние несколько лет.

Оставаясь крупнейшими заказчиками данных и услуг ДЗЗ, правительственные институты аккумулируют лучшие практики частных игроков в рамках уже сложившихся механизмов государственно-частного партнерства или стимулируют их появление и развитие на законодательном уровне.

NRO (National Reconnaissance Office — Национальное управление военно-космической разведки США) заключило со SpaceX контракт стоимостью 1,8 млрд долл. на создание и запуск более 100 разведывательных спутников по программе Starshield.

NASA (National Aeronautics and Space Administration — Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США) расширило Программу коммерческой съемки малыми космическими аппаратами за счет контракта на 476 млн долл. с 8 новыми операторами спутниковых группировок (BlackSky, ICEYE, MDA, Pixxel, Planet, Satellogic, Teledyne, Tomorrow).

NGA (National Geospatial-Intelligence Agency — Нацио-

нальное агентство геопромышленной разведки США) заключило контракт стоимостью 290 млн долл. на доступ к коммерческим данным и сервисам ДЗЗ с 10 частными компаниями (Airbus D&S, Booz Allen Hamilton, BlackSky, BlueHalo, CACI, Electromagnetic Systems, Maxar, NV5 Geospatial, Royce Geospatial, Ursa).

Индонезия заключила контракт стоимостью 50 млн долл. на данные и сервисы ДЗЗ с BlackSky.

Государственная Дума ФС РФ приняла Федеральный закон об использовании концессионных соглашений и механизмов государственно-частного партнерства в космической деятельности (<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/409311071>).

Правительство РФ направило 1,4 млрд руб. на реализацию федерального проекта «Развитие высокотехнологичного направления «Перспективные космические системы и сервисы». Часть этой суммы пошла на выкуп данных ДЗЗ в рамках первого форвардного контракта, заключенного в конце 2024 г. между Роскосмосом и группой компаний «Спутникс».

Растет не только число государств, успешно запустивших свои первые кубсаты — демонстраторы технологий, но и тех стран, которые стремятся сформировать из аппа-

ратов ДЗЗ высокотехнологичные созвездия спутников для обеспечения или сохранения в космосе национального суверенитета.

В 2024 г. свой первый спутник-кубсат (GAINDESAT-1A) успешно запустил Сенегал, а у Омана появился первый штатно функционирующий аппарат OmanSat-1.

Правительство Греции при участии Европейского космического агентства заказало разработку и развертывание группировок:

- из 7 спутников ДЗЗ с оптико-электронной аппаратурой общей стоимостью порядка 60 млн евро в видимом диапазоне спектра у консорциума европейских компаний Open Cosmos;

- из 4 гиперспектральных аппаратов стоимостью около 20 млн евро для мониторинга пожарной обстановки у компании OgoraTech (Германия);

- из 2 радиолокационных спутников у компании ICEYE (Финляндия).

В связи с этим следует сказать, что первый из пяти радиолокационных спутников ICEYE, запланированных к запуску в интересах ОАЭ в рамках партнерства с компаниями Waqanat и Yahsat, был успешно выведен на орбиту в августе 2024 г. под названием Foresight-1.

Польша подписала соглашение стоимостью 134 млн долл. с местной компанией Creotech на создание и запуск 4 микроспутников ДЗЗ с оптико-электронной аппаратурой. Первый спутник — демонстратор технологий, EagleEye, отправился на орбиту в августе 2024 г.

Венгрия в рамках национальной программы частного финансирования HUSAT может уже к 2026 г. получить от местного телекоммуникационного гиганта 4iG группировку из 6 оптических и 2 радиолокационных спутников ДЗЗ.

В условиях борьбы частных игроков за крупные государственные контракты с точки зрения набора компетенций, снижения себестоимости производства и увеличения объемов съемочного ресурса вертикальная и горизонтальная консолидация рынка ДЗЗ, а также создание виртуальных созвездий на базе тесных партнерских соглашений между операторами стали неизбежными.

Горизонтальная консолидация представляет собой объединение компаний, действующих в рамках цепочки создания стоимости на одном уровне, в одном функциональном сегменте.

Интегратор решений в сфере ДЗЗ EarthDaily Analytics (Канада) приобрел разработчика платформы геопространственной аналитики из США — Descartes Labs.

Разработчик веб-приложения для трекинга космических объектов, стартап Privateer (США), купил компанию Orbital Insight (США), занимающуюся геопространственной аналитикой по космическим снимкам и данным геолокации смартфонов.

Вертикальная консолидация, как правило, заключается в приобретении заказчиком космических данных и услуг одного из своих поставщиков для достижения технологической самодостаточности.

Один из крупнейших аэрокосмических конгломератов Франции Safran приобрел компанию Preligens — местного разработчика программных решений, занимающегося детектированием объектов на космических снимках с помощью алгоритмов искусственного интеллекта.

Вертикально-интегрированная фирма Neo Space Group (Саудовская Аравия) выкупила у франко-германской Airbus

платформу геопространственных данных и сервисов UP42.

Оператор КА ДЗЗ Spire Global (США) анонсировал продажу своего коммерческого подразделения, занимающегося трекингом морских судов с помощью систем автоматической идентификации, интегратору данных и разработчику аналитической платформы логистической и торговой разведки Kpler (Бельгия).

Другой оператор КА ДЗЗ из США, Махар, избавился от непрофильного актива — подразделения по прогнозированию погоды WeatherDesk, продав его производителю климатических измерительных инструментов — компании Vaisala (Финляндия). Кроме того, в минувшем году Махар заключил партнерское соглашение с Satellogic (Аргентина). Соглашение предусматривает эксклюзивный доступ Махар к спутниковому ресурсу этой компании, включающему более 20 действующих спутников сверхвысокого разрешения Aleph.

Сложившиеся бизнес-модели приобретения КА ДЗЗ, в целом, и спутникового ресурса, в частности, нацелены на удовлетворение потребностей всех типов заказчиков: от мейнстримных до нишевых, с разными уровнями профессиональной подготовки и различными требованиями к бюджету и срокам развертывания.

Помимо указанного выше формирования виртуальных созвездий на уровне взаимодействия операторов между собой, актуальными остаются как традиционные, так и относительно новые форматы заказа спутников:

- по индивидуальным проектам на аутсорсинге, например, анонсированный в 2024 г. контракт Марокко с Израилем по созданию спутника видовой разведки стоимостью 1 млрд долл.;

— «под ключ», например, спутники ICEYE для ОАЭ и Греции;

— совместная разработка на паритетных условиях, например, спутник ONGLAISAT (Япония и Тайвань);

— трансфер технологий — комплексная передача знаний и инноваций, например, помощь Китая Оману в создании спутника;

— SaaS (Space as a Service — космос как сервис) — интеграция специализированной полезной нагрузки в стандартные спутниковые платформы, например, платформы Геоскан 3U и Спутникс 3U для участников российского научно-образовательного проекта «Space-IT»;

— SDaaS (Space Data as a Service — данные из космоса как сервис) — концепция предоставления данных ДЗЗ как облачного сервиса через веб-оболочку или API (Application Programming Interface — интерфейс программирования приложений) с опциональными возможностями аналитической обработки, например, спутники LizzieSat компании Sidus Space (США);

— CaaS (Constellation as a Service — созвездие как сервис) — открытие доступа к слоту полезной нагрузки в заранее подготовленной группировке спутников с готовой инфраструктурой, например, спутник IOD-6 Hammer (Великобритания) в созвездии аппаратов Open Constellation.

Пока бюджетные приоритеты крупнейших мировых космических агентств переориентируются с исследовательских миссий на коммерческие, а принципы ESG (Environmental, Social, and Corporate Governance — совокупность характеристик компании для ее вовлечения в решение экологических, социальных и управленческих проблем) исполняются бизнес-сообществом

зачастую лишь формально, частные инициативы по запуску КА ДЗЗ для мониторинга выбросов парниковых газов и теплового излучения не могут переломить опасную климатическую тенденцию: в 2024 г. средняя температура на Земле повысилась на рекордные 1,5 °С.

Для исправления сложившейся ситуации в 2024 г. компанией Planet в рамках проекта Carbon-Mapper был запущен гиперспектральный спутник Tanager (с разрешением 30 м/пиксель), а консорциумом США и Новой Зеландии EDF/ NZSA — гиперспектральный КА MethaneSat (с разрешением 400 м/пиксель). Кроме того, для мониторинга парниковых газов фирма Xiort-SPACE (Китай) запустила два новых спутника созвездия Xiguang-1 (с разрешением 75 м/пиксель), а компания Kuva Space (Финляндия) — гиперспектральный кубсат Hyperfield-1 (с разрешением 25 м/пиксель).

Прорывные технологические решения, успешно использующиеся на Земле и показавшие высокий потенциал в результате испытаний на первых спутниках-демонстраторах, идут в серийное производство, а их функциональные характеристики систематически улучшают.

Скорость передачи данных по линиям оптической и лазерной связи становится выше, а объем и распространение «граничных вычислений» с помощью алгоритмов искусственного интеллекта на орбите — еще больше увеличивается.

В октябре 2024 г. Японское космическое агентство JAXA заявило об успешном опыте межспутниковой передачи данных по оптическим линиям связи с самой большой в истории скоростью (1,8 Гбит/с) между спутником ALOS-4 и аппаратом ретрансляции. А в декабре 2024 г. фирма CGST (Chang Guang Satellite Technology, Китай) в 10 раз

улучшила свой прошлогодний рекорд скорости передачи данных со спутника Jilin на наземную станцию приема по лазерным линиям связи: с 10 Гбит/с до 100 Гбит/с.

Среди компаний, открыто заявляющих о возможностях «граничной обработки» на борту своих спутников, запущенных в 2024 г., можно выделить уже упомянутые компании Sidus Space (спутник LizzieSat), Open Cosmos (IOD-6 Hammer), Kuva Space (Hyperfield), а также компанию Juntian из Китая (Tianyan-24), компанию Fraunhofer EMI из Германии (ERNST) и Европейское космическое агентство (Φsat-2).

▼ Статистика

Из 303 КА ДЗЗ, запущенных в 2024 г., лишь для 9 запуск закончился неудачей (рис. 1). Это метеорологические спутники Yunyao, оказавшиеся в числе полезной нагрузки на ракетах частных космических компаний Китая — Kinetika-1 (CAS Space) и Hyperbola-1 (i-Space). В связи с этим наша статистика приводится только для 294 успешно функционирующих КА ДЗЗ.

Среди стран-разработчиков/операторов спутниковых группировок ДЗЗ традиционно и с большим отрывом выделяются США и Китай (по 83 спутника у каждой, с долей по 28%), а также Россия (рис. 2). Наша страна с 68 запущенными аппаратами (доля 23%) вышла на третье место за счет 44 спутников автоматической идентификации морских судов SITRO-AIS и 17 кубсатов, отправленных на орбиту в рамках научно-образовательного проекта «Space-IT».

В числе стран второй волны — Финляндия (9 спутников, включая 8 аппаратов радиолокационной съемки ICEYE) и Япония (9 спутников, включая 6 радарных аппаратов Японского космического агентства JAXA, компаний Synspective и iQPS).

В группу третьего эшелона условно можно отнести 9 стран, запустивших от 2 до 4 КА ДЗЗ. Их суммарная доля в общем числе спутников ДЗЗ составила 9%. По одному спутнику запустили 15 стран, их общая доля — около 5%.

Консолидированная таблица характеристик космических аппаратов ДЗЗ, запущенных различными странами на орбиту в 2024 г., размещена в электронной версии статьи на сайте www.geoprofi.ru в разделе «Технологии». В ней приведены следующие данные: страна, оператор, название группировки, общее число спутников в группировке, название спутников, дата запуска, масса, размер, тип съемки, разрешение, диапазон съемки и назначение. Ранжирование и порядок стран могут

немного отличаться в силу реализаций государствами не только самостоя-

тельных, но и совместных проектов.

С точки зрения массы и габаритов по классификации FAA (Federal Aviation Administration

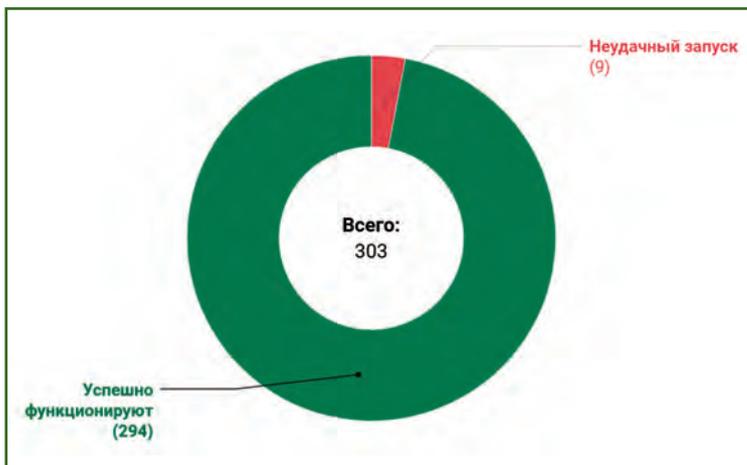


Рис. 1
Запуски КА ДЗЗ в 2024 г. по статусу

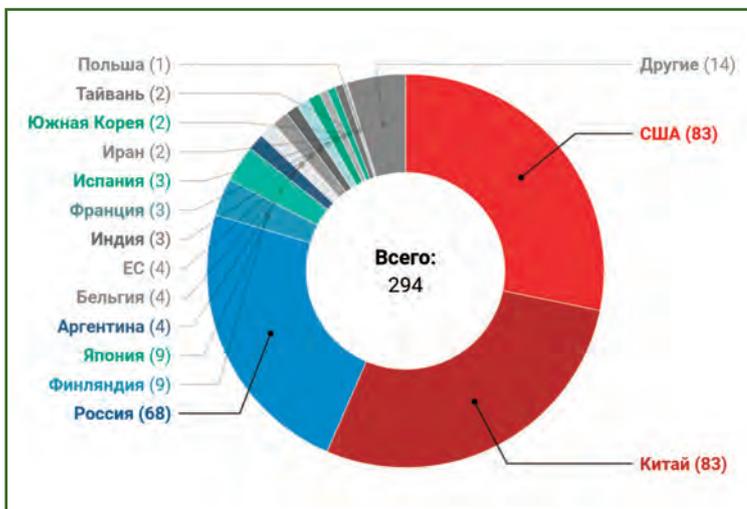


Рис. 2
КА ДЗЗ в 2024 г. по странам

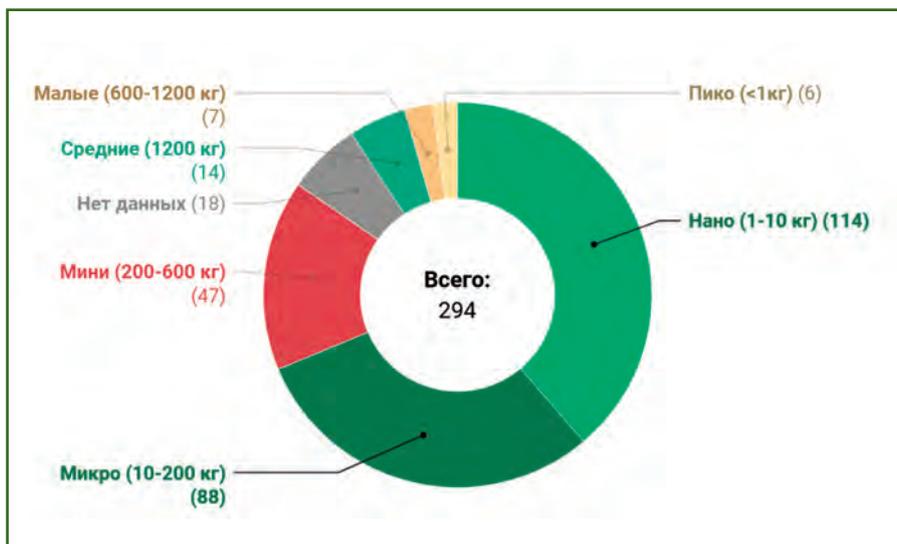


Рис. 3
КА ДЗЗ, запущенные в 2024 г., по массе

— Федеральное управление гражданской авиации США) две трети запущенных аппаратов относятся к категориям микро-спутников (10–200 кг) и нано-спутников (1–10 кг) (рис. 3).

Большинство КА ДЗЗ оснащены съемочной аппаратурой нескольких типов. Однако, для получения однозначных результатов классификации спутников по этому критерию мы будем руководствоваться рядом допущений.

1. При наличии двух типов аппаратуры значимой будет считаться наиболее специализированная из них. Например, MS — в сочетании PAN + MS, HS — в

сочетании MS + HS, Video — в сочетании MS + Video.

2. При наличии трех и более типов аппаратуры съемка будет считаться «комбинированной».

3. Все разновидности рефлектометрии сигналов глобальных навигационных спутниковых систем — GNSS-R и RO — объединены в общую категорию GNSS-RO.

4. Аппаратура радиоэлектронной разведки, включая инструменты автоматической идентификации судов (AIS), отмечена классом SIGINT.

5. Инструменты микроволновой радиометрии и эхолокационной съемки на микроволновых волнах объединены в категорию MWR.

В соответствии с указанными допущениями, с точки зрения оснащения КА ДЗЗ съемочными инструментами (рис. 4), лидирующие позиции пока занимают спутники с оптико-электронной аппаратурой в мультиспектральном диапазоне (35%). Однако, год от года процент таких спутников ДЗЗ постепенно снижается. Доли аппаратов со специализированной полезной нагрузкой: аппаратурой радиоэлектронной разведки (24%), радиолокационной аппаратурой (14%), рефлектометрами ГНСС-сигналов (12%) и оптико-электронной аппаратурой в гиперспектральном диапазоне (10%) — напротив, постепенно растут. Суммарная доля КА ДЗЗ с комбинированной аппаратурой и инструментами видеосъемки, микроволновой радиометрии и эхолокации составляет около 5%.

С точки зрения областей применения половина спутников ДЗЗ, запущенных в 2024 г., имеет многоцелевое назначение. Четверть спутников так или иначе призвана решать гидрометеорологические задачи. Оставшиеся аппараты сконцентрированы на подтверждении технологий и решении мониторинговых и образовательных задач.

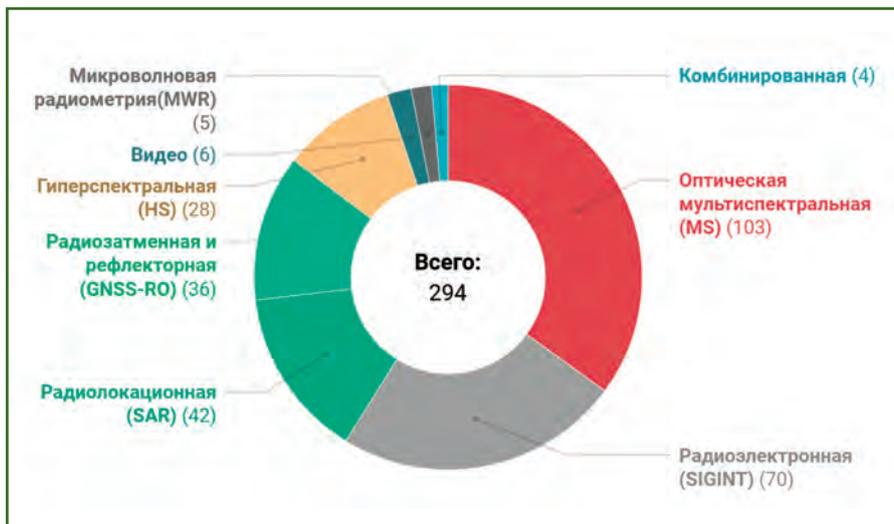


Рис. 4
КА ДЗЗ, запущенные в 2024 г., по аппаратуре

▼ Лидеры по запускам КА ДЗЗ

Китай

Вне зависимости от методик расчета (учета спутников гражданской радиоэлектронной разведки или исключения из статистики аппаратов оборонно-разведывательного назначения) число КА ДЗЗ, запущенных Китаем в 2024 г., по сравнению с предыдущим годом, уменьшилось.

Во многом такая ситуация связана с кризисом в компании CGST — лидером коммерческого сектора ДЗЗ Китая с амбициями построения крупнейшей спутниковой группировки ДЗЗ в мире — созвездия Jilin. Из-за накопленных убытков за последние 5 лет в 1,2 млрд юаней, а также санкций США и Евросоюза компания отменила выход на IPO (Initial Public Offering — первая публичная продажа акций акционерного общества неограниченному кругу лиц, в том числе в форме продажи депозитарных расписок на акции), а число запущенных КА ДЗЗ за год уменьшилось почти на две трети (26 аппаратов в 2024 г. против 68 — в 2023 г.). Вместе с тем, среди достижений CGST можно назвать запуск первого радарного спутника компании Jilin-1 SAR-01A

с разрешением 1 м в X-диапазоне и оптического спутника Jilin1 Gaofen-05B-01 с рекордным разрешением 0,2 м/пиксель. Кроме того, 17 спутников рефлектометрии ГНСС-сигналов Yunyao-1, построенные CGST в интересах компании Yunyao Aerospace, должны сформировать первую в Китае частную группировку метеорологических спутников.

Созвездие радарных спутников Niwa, работающих по уникальному принципу бистатической интерферометрической съемки, в 2024 г. пополнилось еще 8 спутниками PIESAT. 2 из 8 аппаратов работают в активном режиме и передают сигнал, а 6 других — только принимают его.

Хорошо известные российским пользователям группировки спутников Beijing (оператор 21AT) и SuperView (оператор SiWei) расширились за счет 4 новых оптических КА Beijing-3C с разрешением 0,5 м/пиксель, двух радиолокационных спутников в X-диапазоне SuperView Neo 2 и одного мультиспектрального КА SuperView Neo 3-01 с разрешением 0,5 м/пиксель.

Созвездие спутников Xingshidai (оператор ADASpace), оснащенное платформой блок-

чейн-аутентификации для борьбы с фейками на космических снимках, получило в распоряжение на орбите 6 новых КА. Разрешение этих спутников в мультиспектральном диапазоне составляет 1 м/пиксель. Криптографическая защита данных ДЗЗ на базе блокчейн-платформ — одна из наиболее сложных технологий для оценки перспектив применения не только в космосе, но и на Земле.

США

Подобно ситуации в Китае, лидер гражданского сектора ДЗЗ в США по числу запущенных спутников, компания Planet Labs, в 2024 г. отправила на орбиту существенно меньше аппаратов, чем годом ранее (37 КА ДЗЗ против 73). Единственный запуск состоялся 16 августа и включал 36 спутников Flock 4BE группировки SuperDoves с разрешением 4 м/пиксель и одного КА для мониторинга парниковых газов Tanager.

Неоднократно переносившиеся с 2020 г. запуски спутников Махаг нового поколения наконец состоялись. 4 КА WorldView Legion с разрешением 0,34 м/пиксель были запущены на орбиту в мае и августе 2024 г.

Группировки радиолокационных спутников в X-диапазоне компаний Capella Space и Umbra Space в 2024 г. пополнились тремя новыми КА Capella и двумя спутниками Umbra.

NASA отправило на орбиту спутники экологического мониторинга в самых разных формах: 2 кубсата PREFIRE — для изучения Арктики и Антарктики, один КА среднего класса PACE — для исследований биосистем океанов и один большой спутник метеорологического назначения GOES-U.

Россия

Как и годом ранее, в 2024 г. Россия успешно выполнила все запуски ракет-носителей с КА ДЗЗ. Отправкой на орбиту двух новых аппаратов «Ресурс-П»

№ 4 и «Ресурс-П» № 5 Роскосмос восстановил возможность получения материалов новой космической съемки в оптическом диапазоне сверхвысокого разрешения. Радиолокационный спутник в S-диапазоне «Кондор-ФКА» № 2 в конце ноября 2024 г. присоединился к запущенному в 2023 г. первому аппарату этой спутниковой группировки. Два спутника мониторинга космической погоды «Ионосфера-М» № 1 и «Ионосфера-М» № 2 выведены на орбиту в начале ноября 2024 г. После запуска КА «Метеор-М» № 2-4 численность группировки среднеорбитальных спутников гидрометеорологического назначения «Метеор-М» доведена до трех аппаратов.

Примерами частной инициативы в 2024 г. традиционно стали коммерческие и научно-образовательные программы.

Группа компаний «Спутникс» отправила на орбиту 3 новых оптических спутника «Зоркий-2М» с разрешением 2,75 м/пиксель и 44 спутника автоматической идентификации судов SITRO-AIS. Все они созданы на базе собственных платформ кубсатов Спутникс 12U и Спутникс 3U. Вместе с платформой компании «Геоскан» аналогичного форм-фактора платформа Спутникс 3U легла в основу большинства наноспутников, запущенных 4 ноября 2024 г. в качестве попутной полезной нагрузки в рамках научно-образовательного проекта «Space-π».

Без указания оператором конкретной даты во втором квартале 2024 г. в партнерстве с неназванным производителем из Китая компания «Стилспэйс» запустила первый спутник — демонстратор технологий космической системы «Стилсат» с разрешением 0,5 м/пиксель. Ввиду отсутствия деталей по спутнику Стилсат-1 в статистике запущенных КА ДЗЗ в 2024 г. он

может быть указан в числе аппаратов ДЗЗ китайского производства или не указан вовсе.

▼ Перспективы 2025 г.

Роскосмос планирует запустить 2 спутника для мониторинга гелиогеофизической обстановки «Ионосфера-М», один гидрометеорологический аппарат на высокой орбите «Электро-Л» № 5, один гидрометеорологический аппарат на средней орбите «Метеор-М» № 2-5, один радиолокационный спутник в X-диапазоне «Обзор-Р»; 4 оптических кубсата «Грифон» с разрешением 2,5 м/пиксель и 2 аппарата стереоскопической съемки в оптическом диапазоне «Аист-2Т» с разрешением 1,2 м/пиксель.

Предварительные планы на 2025 г. анонсировали и частные компании — участники «Дорожной карты» развития высокотехнологичного направления «Перспективные космические системы и сервисы». Запланированы запуски КА ДЗЗ субметрового разрешения «Киноспутник» (оператор группа компаний «Спутникс») и «Стилсат-2» (оператор компания «Стилспэйс»), а группировка спутников высокого разрешения «Зоркий-2М» будет увеличена еще как минимум на 3 аппарата.

▼ Источники информации о запусках и тенденциях

1. <https://space.skyrocket.de>.
2. <https://www.nanosats.eu>.
3. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_spaceflight_launches_in_January-June_2024.
4. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_spaceflight_launches_in_July-December_2024.
5. <https://novosti-kosmonavtiki.ru>.
6. <https://ntsomz.ru>.
7. <https://tass.ru>.
8. <http://publication.pravo.gov.ru>.
9. <https://sozd.duma.gov.ru>.
10. <https://digital-platform.euroconsult-ec.com>.
11. https://t.me/control_space_channel.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ГЕОДЕЗИИ*

Ю.М. Нейман (МИИГАиК)

В 1959 г. окончил геодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-геодезист». С 1968 г. работает в МИИГАиК, в настоящее время — профессор кафедры высшей математики Московского государственного университета геодезии и картографии. Одновременно работает в ППК «Роскадастр». Доктор технических наук, профессор.

Л.С. Сугаипова (МИИГАиК)

В 1993 г. окончила факультет математики, информатики и вычислительной техники Чечено-Ингушского государственного педагогического института по специальности «учитель математики, информатики и ВТ». С 2002 г. работает в Московском государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК), в настоящее время — профессор кафедры высшей математики. Одновременно работает в ППК «Роскадастр». Доктор технических наук, доцент.

Общие сведения об искусственных нейронных сетях

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — это новое направление в вычислительной математике и практике создания сложных технических систем, способное выполнять самые разнообразные операции, в том числе недоступные для традиционной математики (сравнения по образцу, классификация объектов, распознавание образов и др.). Область использования ИНС в настоящее время чрезвычайно широка — от диагностики заболеваний и автоматического анализа документов до управления динамическими системами и создания систем на основе искусственного интеллекта.

Поэтому естественно желание выяснить возможности нового мощного математического метода и при решении задач геодезического профиля. Разумеется, задачи геодезического профиля — это тоже достаточно широкий класс, но, пожалуй,

наибольший интерес представляют разного рода задачи аппроксимации.

Постановку широкого класса задач, связанных с аппроксимацией, можно сформулировать следующим образом.

Дано два множества векторов: x_1, x_2, \dots, x_n и y_1, y_2, \dots, y_n (не обязательно одной и той же размерности) и предполагается, что между соответствующими элементами этих множеств существует некоторая функциональная зависимость Φ такая, что

$$\Phi(x_i) = y_i + e_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Здесь e_i — случайные независимые векторы-ошибки с нулевым математическим ожиданием и скалярной ковариационной матрицей $\sigma^2 E$.

Требуется определить функцию Φ так, чтобы $M(e) = 0, \sigma^2 < c$, где M обозначает математическое ожидание, E — единичную матрицу, σ^2 — дисперсию ошибок, а c — заданный предел требуемой точности аппроксимации.

Искомая функция Φ может иметь очень сложную структуру, и зачастую подобные задачи оказываются «под силу» только искусственным нейронным сетям, построенным в какой-то мере по аналогии с мозговой деятельностью и способным обучаться.

С математической точки зрения, ИНС представляет систему соединенных и взаимодействующих между собой довольно простых процессоров, которые

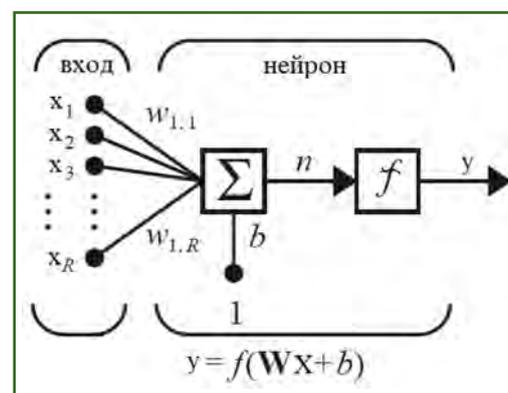


Рис. 1

Схема искусственного нейрона как простейшего процессора [1]

* Работа выполнена в рамках федерального проекта «Поддержка, развитие и использование системы ГЛОНАСС» государственной программы Российской Федерации «Космическая деятельность России» на 2021–2030 гг., ЕГИСУ № 1210806000081-5.

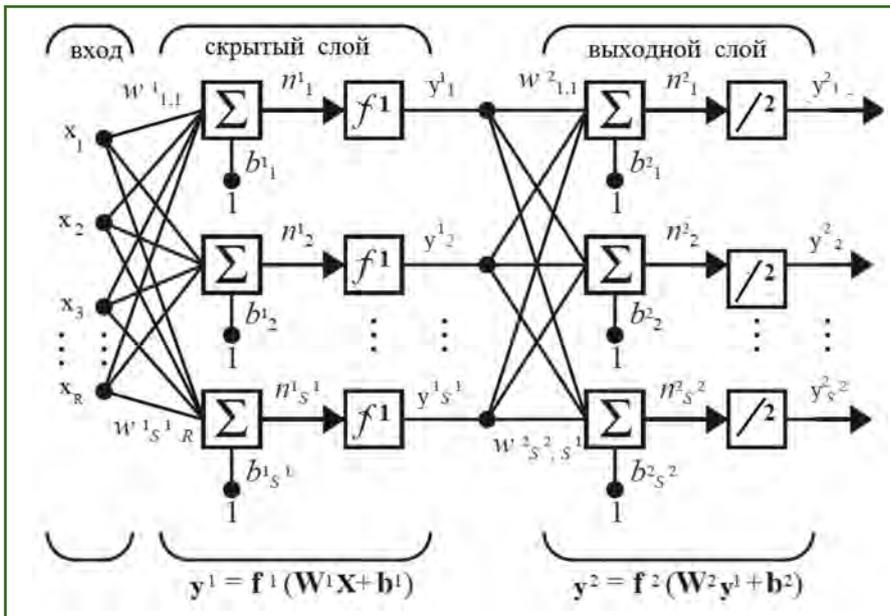


Рис. 2
Перцептрон прямого распространения [1]

называют искусственными нейронами. Искусственный нейрон имитирует в первом приближении свойства биологического нейрона. Хотя сетевые парадигмы весьма разнообразны, в основе почти всех их лежит конфигурация, показанная на рис. 1.

На вход искусственного нейрона поступает некоторое множество сигналов, обозначенных x_1, x_2, \dots, x_R . Каждый такой вход умножается на некоторый вес w_{i1} , имитирующий синаптическую силу биологического нейрона, и поступает на суммирующий блок Σ . Другим входом постоянно служит 1, которая умножается на определенную константу b . Суммирующий блок, соответствующий телу биологического элемента, алгебраически складывает взвешенные входы и добавляет произведение $1b = w_{i0}$, т. е.

$$\sum_{i=1}^R w_{i1}x_i + w_{i0} = n$$

Здесь w_{i1} обозначает вес, соответствующий каждому входу $i = 1, \dots, R$ в нейрон и определяющий активность соответствующего сигнала, w_{i0} — смещение.

Далее эта сумма модифицируется с помощью какой-нибудь несложной нелинейной функции. Нелинейная функция, которая используется для преобразования уровня активации нейрона в выходной сигнал, называется передаточной (или активационной) функцией. Такая функция обеспечивает нелинейность сети и, как следствие, большую мощность. В качестве передаточной функции можно выбирать различные нелинейные дифференцируемые функции, но в задачах аппроксимации чаще других используется гиперболический тангенс.

В общем случае от передаточной функции активации нейрона требуется только нелинейность — и более ничего. Но, конечно, соответствующим образом подобранная передаточная функция существенно увеличивает эффективность нейрона.

То или иное количество нейронов в виде указанных простых процессоров объединяются и вместе с управляемым взаимодействием образуют то, что называется искусственной нейронной сетью.

Как можно составлять сети из элементов? Вообще говоря —

как угодно, лишь бы входы получали какие-нибудь сигналы. Но такой произвол, конечно, слишком необозрим, поэтому используют несколько стандартных архитектур, из которых путем вырезания лишнего или добавления строят большинство используемых сетей.

Одна из наиболее распространенных базовых архитектур нейронных сетей — слоистые сети. Совокупность нейронов с едиными входными сигналами называют слоем.

Обычно выделяют (по крайней мере) три слоя сети: входной (исходные данные задачи), промежуточный (его называют скрытым, скрытых слоев может быть много) и выходной (результаты решения задачи). Сети, содержащие только один промежуточный слой, называют перцептронами (рис. 2).

Здесь w_{ji} обозначает вес, соответствующий каждому i -му входу в j -ый нейрон, $b_j = w_{j0}$ — смещение j -го нейрона, верхний индекс указывает номер слоя, а s обозначает количество нейронов в каждом слое. Передаточные функции скрытого слоя — нелинейные, а передаточные функции выходного слоя — линейные.

В конечном счете, при наличии p нейронов входного слоя, одного промежуточного слоя с m нейронами и l нейронов на выходе

$$y_k = f_k \left[\sum_{j=1}^m w_{jk} f_j \left(\sum_{i=1}^p w_{ij} x_i + w_{j0} \right) + w_{k0} \right]; \quad k=1, 2, \dots, l,$$

Если промежуточных слоев несколько, то используется термин многослойный перцептрон.

Такие по отдельности простые процессоры, будучи соединенными в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием, вместе способны решать довольно сложные задачи [2].

Дальнейший прогресс связан с глубокими нейросетями [3]. Углубленное обучение обычно реализуется в виде нейронных сетей более сложной архитектуры. Термин «глубокий» относится, главным образом, к числу слоев в нейросети: чем больше слоев, тем глубже сеть, тем больше у нее свободных параметров и, в общем случае, тем более сложную задачу такая сеть в состоянии надежно решить. Традиционные нейронные сети содержат обычно три слоя, в то время как глубокие сети могут иметь сотни слоев и десятки тысяч обучающихся параметров нейронов.

Аппроксимирующие возможности ИНС

Ранее было сказано, что ИНС позволяют решать множество различных задач, в том числе требующих очень сложных вычислений. Но из предыдущих схем видно, что нейронные сети пользуются только рациональными действиями и всевозможными суперпозициями довольно простых нелинейных функций одной переменной.

Естественно, возникает вопрос: на что можно надеяться, используя только такие операции? Можно ли произвольную непрерывную функцию многих переменных получить с помощью операций сложения, умножения и суперпозиции из непрерывных функций одной переменной?

Заданный вопрос имеет очень большую историю и гораздо старше, чем исследования искусственных нейронных сетей.

Какие функции вообще доступны вычислению? Мы не будем касаться деталей этого вопроса, а сразу скажем, что ответ на него является положительным! В серии работ А.Н. Колмогоров [4], затем В.И. Арнольд [5] и вновь А.Н. Колмогоров [6] решили эту проблему, а именно: любую непрерывную функцию n переменных

можно получить с помощью операций сложения, умножения и суперпозиции из непрерывных функций одной переменной.

Но, может быть, не менее важным является другой вопрос: можно ли практически получить достаточно точную аппроксимацию функции многих переменных с помощью линейных операций и суперпозиций функций одной переменной? Дело в том, что нейронные сети можно трактовать как специальные формальные «устройства», осуществляющие именно такие приближения. Каждая сеть состоит из формальных нейронов, нейрон получает на вход вектор сигналов и вычисляет сначала скалярное произведение сигнала с вектором весов, а затем некоторую функцию одной переменной. Результат рассылается на входы других нейронов или передается на выход. Таким образом, нейронные сети вычисляют суперпозиции простых функций одной переменной и их линейных комбинаций.

В настоящее время известен ряд теорем [7, 8], доказывающих возможность сколь угодно точной аппроксимации непрерывных функций многих переменных нейронными сетями с использованием практически произвольной непрерывной функции одной переменной. Так, например, универсальная теорема аппроксимации, доказанная американским математиком Джорджем Цыбенко в 1989 г., утверждает, что искусственная нейронная сеть прямой связи (связи не образуют циклов) с сигмоидой в виде активационной функции и одним скрытым слоем может — при достаточном количестве нейронов в скрытом слое и соответствующем наборе параметров — аппроксимировать любую непрерывную функцию многих переменных с любой как угодно

высокой точностью. Проще говоря, теорема Цыбенко утверждает, что нейросеть может заменить сложную непрерывную функцию более простой с любой точностью.

Итак, на главный вопрос этого раздела — что могут вычислять нейронные сети — получен многообещающий ответ: в каком-то смысле нейронные сети могут все. Но остается открытым другой важный вопрос: как их этому научить?

Коротко об обучении ИНС

Среди многих интересных свойств искусственных нейронных сетей, по-видимому, важнейшим является их способность к обучению. Тем не менее, возможности обучения ИНС, конечно, ограничены, и нужно решить множество разных задач, чтобы достичь нужной цели.

А цель обучения состоит в настройке сети, т. е. в таком подборе ее параметров (весов и смещений), при котором приложение определенного множества входов приводило бы к требуемому множеству выходов. Для краткости эти множества входов и выходов называют векторами, а процедура настройки составляет процесс обучения сети.

В настоящее время существует обширная классификация ИНС по различным принципам, и разработано множество различных алгоритмов обучения ИНС как с учителем, так и без учителя.

Обучение с учителем предполагает, что для каждого входного вектора существует целевой вектор, представляющий собой требуемый выход. Вместе они называются обучающей парой. Обычно сеть обучается на некотором достаточно большом количестве таких обучающих пар, которое называется обучающим множеством. Вопрос о том, сколько нужно иметь наблюдений для обучения сети, часто

оказывается непростым. На самом деле это число зависит от сложности того отображения, которое должна воспроизводить нейронная сеть. С ростом числа используемых признаков количество наблюдений возрастает по нелинейному закону.

Процесс обучения состоит в том, что поочередно на вход сети подается входной вектор, вычисляется выходной вектор и сравнивается с соответствующим целевым вектором. Полученное отличие определяет значение функции цели и используется далее для обратного хода, имеющего своей задачей коррекцию весов и смещений сети под условием минимизации определенной функции цели.

В качестве функции цели чаще всего берется сумма квадратов отклонений v вычисленных выходных значений от требуемых целевых. Будем обозначать функцию цели как $F(X)$, где X обозначает множество всех весовых коэффициентов и смещений сети. Их общее количество обозначим через N . В таком случае F — функция N переменных, а множество всех ее значений, соответствующих всевозможным сочетаниям весов и смещений, удобно трактовать как многомерную поверхность. Ее называют поверхностью функции цели. Таким образом, цель обучения нейронной сети с геометрической точки зрения состоит в том, чтобы найти для этой многомерной поверхности точку глобального минимума для всех обучающих пар.

В случае линейной модели сети и функции цели в виде суммы квадратов отклонений v такая поверхность будет представлять собой параболоид, который имеет единственный минимум и практически постоянную кривизну. Это позволяет отыскать глобальный минимум сравнительно просто (достаточно, как известно, обеспечить условие $\partial F/\partial W = 0$).

В случае нелинейной модели поверхность ошибок имеет гораздо более сложное строение и обладает рядом свойств, существенно затрудняющих поиск экстремума (наличие локальных минимумов, седловые точки и т. п.). Кривизна поверхности ошибок в разных регионах обучения может сильно различаться.

В любом случае задача решается численно, последовательными приближениями, двигаясь с тем или иным шагом от случайно выбранной точки на поверхности функции цели по направлению обратного градиента F . В процессе обучения веса и смещения сети постепенно становятся такими, чтобы каждый входной вектор вырабатывал нужный выходной вектор. После достаточного числа повторений указанных операций для каждого вектора обучающего множества разность между действительными выходами и целевыми выходами достигает приемлемой величины, и говорят, что сеть обучилась.

По существу, такие алгоритмы аналогичны известным алгоритмам поиска глобального экстремума функции многих переменных. Однако с учетом специфики нейронных сетей для них разработаны многие специальные алгоритмы обучения.

Обучение без учителя представляет самонастраивающиеся стохастические ИНС, выполняющие процесс обучения «самостоятельно» на эвристических и метаэвристических принципах без явного привлечения обучающего множества. В настоящее время опубликовано достаточно много подобных алгоритмов. Интересным примером может служить так называемый генетический алгоритм [9], воплощающий представления о дарвиновской эволюции на основе генерации, тестирования и отбора наиболее жизнеспособ-

ных особей (ген — единица наследственной информации).

После окончания обучения сеть необходимо протестировать на каких-либо ранее не использованных данных, чтобы убедиться в надежности последующего использования по назначению (для аппроксимации сложной зависимости, оптимизации, распознавания изображений и т. д.).

Таким образом, нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, а обучаются. Обученную сеть можно трактовать как практический механизм реализации нелинейной зависимости «вход-выход» любой сложности, в том числе в виде «черного ящика». В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными, а также выполнять обобщение. Это значит, что в случае успешного обучения сеть сможет выдавать верный результат даже на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке, а также неполных и/или «зашумленных», частично искаженных данных. Однако не следует надеяться, что некий искусственный интеллект сделает все за нас, успешное обучение ИНС зачастую оказывается очень трудоемким.

▼ Примеры успешного решения задач геодезии с помощью ИНС

Преобразование координат

Моделирование систем геодезических координат (Geodetic Reference System, GRS) и их реализация (Geodetic Reference Frame, GRF) нередко приводит к тому, что картографический материал, составленный в разные временные промежутки, оказывается основанным на различных системах отсчета, что вызывает необходимость их соотношения друг с другом. Процедура преобразования систем координат хорошо известна и доста-

точно просто выполняется по стандартным правилам. При этом в основу заранее кладется предположение о том, что известная семипараметрическая модель (по Гельмерту) описывает искомую функцию достаточно надежно. Однако реальная связь двух систем координат по разным причинам далеко не всегда соответствует указанной гипотезе и для ее надежного описания требуется, возможно, не 7 параметров, а 9 или 12 или ... Поэтому естественно трактовать искомое соотношение как «черный ящик» [10] и воспользоваться средствами ИНС, не требующими гипотетических моделей аппроксимации и позволяющими, как отмечалось выше, описать любую непрерывную зависимость с любой наперед заданной точностью.

Проделано большое количество экспериментов, в которых задачи о преобразовании систем координат (как пространственных, так и плоских) решаются с помощью ИНС, и результаты сравниваются с решениями тех же задач классическими методами, например, [11]. Сделан единодушный вывод о несомненном преимуществе ИНС.

Сравнение результатов моделирования измеренных значений трансформант геопотенциала средствами ИНС и EGM

В одной из работ выполнена экстраполяция измеренных значений модуля силы тяжести с помощью ИНС в виде многослойного персептрона с алгоритмом обратного распространения ошибки. Оптимальное количество промежуточных слоев подобрано эмпирически и оказалось равным 19. В 56 точках $8^\circ \times 12^\circ$ территории США значения модуля силы тяжести g измерены непосредственно и вычислены по моделям гравитационного поля Земли EGM-2008 и EIGEN-6C4 до 2190-й степени. Из парных значений (измерен-

ные и вычисленные по одной из моделей) в 32 точках составлены обучающие векторы и выполнено обучение ИНС. Полученная в результате модель значений силы тяжести протестирована в оставшихся 24 точках.

Сравнение полученных модельных значений и вычисленных по EGM-2008 (или с помощью EIGEN-6C4) с измеренными значениями показало, что точность g , полученных с помощью ИНС, оказывается более высокой по сравнению с результатами вычислений по каждой из упомянутых двух моделей гравитационного поля Земли. Отметим, что при использовании ИНС нет необходимости делать какие-либо предположения относительно частотного состава данных, а при появлении дополнительной информации полученную модель легко модифицировать.

Спутниковая альтиметрия

Известно, что в задачах обработки результатов спутниковой альтиметрии тщательный анализ формы отраженного сигнала (эхосигнала) позволяет не только получить нужное запаздывание относительно излученного импульса и, следовательно, вычислить высоту полета спутникового альтиметра над уровнем моря, но и достаточно надежно оценить значимую высоту волн в изучаемом районе, отклонение оси антенны от местной вертикали и другие нужные параметры. В литературе можно найти множество различных вариантов, решающих эти задачи с тем или иным успехом, но в любом случае важное значение имеет используемая модель определения параметров отраженного сигнала. Наиболее широко используемая модель Брауна — Хейне определяется четырьмя параметрами, значения которых находятся на основе измерений с использованием тех или иных методов

нелинейной оптимизации. В работе [12] показано, что рассматриваемая задача может быть успешно решена с помощью генетического алгоритма и ему подобных алгоритмов. При этом для определения искомого четырех параметров достаточно указать только функцию цели и границы (LB и UB) возможных изменений искомого параметров, а подбирать начальные значения параметров не требуется. Сделан вывод, что использование генетического алгоритма для определения параметров отраженного сигнала альтиметрии упрощает традиционную процедуру обработки.

Преобразование высот

Показательный эксперимент с преобразованием геодезических высот в ортометрические выполнен на территории Турции. Исходными данными послужили размещенные на территории страны 190 станций, на которых измерены и ортометрические высоты H (традиционным нивелированием), и геодезические высоты h (с помощью приемников ГНСС). Полученные точечные значения высот геоида $N = h - H$ аппроксимированы непрерывной поверхностью, пользуясь для этого различными математическими средствами (полиномиальная интерполяция, сплайны, среднеквадратическая коллокация, искусственные нейросети) и различным количеством k исходных значений высот геоида N ($k = 20, 40, 60, 80, 100, 120$). Остальные $(190 - k)$ значений высот геоида используются для контроля вычислений. Сравнение результатов аппроксимации с соответствующими контрольными значениями убедительно показало, что наилучшая аппроксимация достигается с помощью ИНС (среднеквадратическое отклонение составило от 6 см для $k = 20$ до 4 см для $k = 120$). Другие подобные примеры приведены в работе [13].

Решение краевых задач физической геодезии в локальном районе

В работах [14, 15] предложено искать приближенные решения краевых задач физической геодезии в локальном районе в виде глубокой ИНС. В отличие от традиционно используемого для этих целей потенциала простого (или двойного) слоя, глубокая ИНС располагает большим количеством свободных параметров и уникальной способностью обучаться на реальных данных. В качестве исходных данных может быть использована любая доступная в исследуемом районе гравиметрическая информация. Подобные идеи широко используются в настоящее время при решении различных дифференциальных уравнений в частных производных (например, [16]).

Моделирование нормального значения силы тяжести

С целью исследования возможностей искусственного интеллекта в области геодезии проанализированы 6 различных вариантов машинного обучения для моделирования нормального значения силы тяжести в 424 разных точках земной поверхности [17]. Один из вариантов представлял собой ИНС на основе радиальных базисных функций с тремя входами (геодезические координаты точки) и одним выходом (значение нормальной силы тяжести). Для обучения (297 точек) и тестирования (127 точек) результатов выходные значения были предварительно вычислены по известной формуле Сомильяна-Пицетти. Оптимальное количество нейронов в промежуточном слое оказалось равным 50. Именно такая ИНС показала наилучшую точность и устойчивость прогноза. Сделан вывод о высокой перспективности методов искусственного интеллекта при моделировании гравитационного поля Земли.

Оценка вектора скорости смещения пунктов

В [18] показана целесообразность использования ИНС для оценки скоростей изменения пространственных положений геодезических пунктов в связи с движением литосферных плит. По результатам испытаний в пяти геодезических сетях среди выбранных ИНС предпочтение отдается многослойному персептрону обратного распространения, точность которого в трех сетях превысила точность, полученную методом кригинга. Особо отмечается способность ИНС без особых затрат «доучиваться» в случае выявления новых данных, чего нельзя сказать о методе кригинга, требующем в таком случае повторного переопределения всех весов.

Аппроксимация орбит спутников глобальных навигационных спутниковых систем

В нескольких работах продемонстрирована эффективность использования ИНС различных конструкций для аппроксимации и прогнозирования орбит спутников. Так, в работе [19] показано успешное использование методов глубокого обучения для улучшения прогнозирования ультрабыстрых эфемерид. С помощью нейросетей с долгой краткосрочной памятью (Long Short-Term Memory, LSTM) улучшение в определении местоположения спутника достигает в среднем 47% на 24-часовом интервале. В работе [20] при вычислении координат спутников по бортовым и эфемеридным данным показано преимущество радиально-базисной ИНС по сравнению с традиционными методами полиномиальной и тригонометрической интерполяции. Подробности о моделировании ситуации, когда космический аппарат управляет своим орбитальным движением с помощью ИНС, можно найти в пособии [21].

Прикладная геодезия

Отдельный интерес представляет использование ИНС в задачах прикладной геодезии [22]. Набирает популярность использование ИНС для анализа и прогнозирования деформаций сооружений.

Описано успешное использование радиально-базисной ИНС для моделирования векторов смещений и деформации разнообразных конструкций, например, резервуара для хранения сжиженного природного газа. Сделаны выводы об эффективности таких ИНС, позволяющих проверять гипотезу о характере возникновения деформаций и судить о последствиях выявленных деформаций.

Исследовались возможности прогнозирования вертикального перемещения конструкций с целью предотвращения потенциальных повреждений. Использован многослойный персептрон с алгоритмом обратного распространения. Сделан вывод о возможности использования обученной ИНС для прогнозирования вертикальных смещений с точностью порядка 0,5 мм.

Моделирование высот геоида в локальном районе (стандартный пример)

Пусть в определенном локальном районе D (например, в одноградусной трапеции) доступно определенное количество точек с известными геодезическими координатами B, L, h и ортометрической высотой H . Разности $\zeta = h - H$ можно считать измеренными значениями высот геоида ζ в точках с соответствующими координатами B, L . С помощью ИНС в виде персептрона с тремя слоями и обратным распространением ошибки аппроксимации (Back Propagation) можно построить непрерывную функцию вида

$$f(p) = \zeta p(B, L) \subset D,$$

которая позволяет вычислять высоты геоида в произвольной

точке p исследуемой области D , отражая при этом высокочастотную структуру глобального гравитационного поля Земли, недоступную известным глобальным моделям типа EGM-2008.

Совершенно аналогично, по существу, формулируется и решается задача о моделировании силы тяжести в локальном районе.

Многочисленные реальные эксперименты с различными размерами исследуемой области D и различным количеством исходных данных показали преимущество решения с помощью ИНС по сравнению с известными средствами интерполяции и экстраполяции.

В заключение подчеркнем, что в настоящее время теория и практика ИНС интенсивно развивается и совершенствуется. Например, совсем недавно появились нейросети совершенно новой архитектуры — Колмогорова-Арнольда нейросети (KAN), которые обещают превзойти все существующие разработки. Но суть дела не меняется — нейронные сети не программируются в привычном смысле этого слова, а обучаются. В этом, разумеется, нет ничего сверхъестественного. По существу, речь идет о многопараметрической задаче нелинейной оптимизации функции цели, количественно описывающей уровень пригодности функционирования ИНС. Возможность обучения — одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Поэтому использование ИНС в геодезии позволяет существенно обогатить как разнообразные методы обработки и уравнивания измерений, так и наиболее сложные вопросы геодезической теории.

▼ Список литературы

1. Hagan M.T., Demuth H.B. *Neural Network Design*, 2nd Edition, eBook. — <https://hagan.okstate.edu/nnd.html>.

2. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. Пер. с англ. под ред. А.Г. Сивака. — М.: Издат. дом «Вильямс», 2001. — 287 с.

3. Николенко С., Кадури А., Архангельская Е. Н63 Глубокое обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 480 с.

4. Колмогоров А.Н. О представлении непрерывных функций нескольких переменных суперпозициями непрерывных функций меньшего числа переменных // Докл. АН СССР. — 1956. — Т. 108, № 2. — С. 179–182.

5. Арнольд В.И. О функциях трех переменных // Докл. АН СССР. — 1957 — Т. 114, № 4. — С. 679–681.

6. Колмогоров А.Н. О представлении непрерывных функций нескольких переменных в виде суперпозиции непрерывных функций одного переменного // Докл. АН СССР. — 1957. — Т. 114, № 5. — С. 953–956.

7. Cybenko G. Approximation by superposition of a sigmoidal function. *Mathematics of Control, Signals, and Systems*. — 1989. — Vol. 2. — P. 303–314.

8. Hornik K. Stinchcombe M., White H. Multilayer feedforward networks are universal approximators *Neural Networks*. — 1989. — Vol. 2. — P. 359–366.

9. Бураков М.В. Генетический алгоритм: Теория и практика. — СПб.: ГУАП, 2008.

10. Нейман Ю.М., Сугаипова Л.С. Строгие методы преобразования систем координат // Геодезия и картография. — 2022. — № 9. — С. 21–29.

11. Yao Yevenyo Ziggah, Hu Youjian, Alfonso Rodrigo Tierra, Prosper Basommi Laari. Coordinate Transformation between Global and Local Data Based on Artificial Neural Network with K-Fold Cross-Validation in Ghana // *Earth Sciences Research Journal*. — April 2019. — 23(1): 67–77.

12. Нейман Ю.М., Сугаипова Л.С. Об определении параметров отраженного сигнала альтиметрии // Геодезия и картография. — 2019. — № 12. — С. 10–19.

13. Yilmaz M., Turgut B., Gullu M., Yilmaz I. Application of artificial neural networks to height transformation // *Tehnicki vjesnik — Technical Gazette*. — April 2017. — 24(2): 443–448.

14. Нейман Ю.М., Сугаипова Л.С. Решение дифференциального уравнения Лапласа в виде глубокой нейросети как единый алгоритм приближенного решения задач физической геодезии в локальном районе // *Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка»*. — 2023. — Т. 67. — № 1. — С. 18–25.

15. Нейман Ю.М., Сугаипова Л.С., Конешов В.Н., Непоклонов В.Б. О решении краевых задач физической геодезии в виде глубоких нейросетей // *Геофизические исследования*. — 2024. — Т. 25. — № 2. — С. 5–19.

16. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G.E. Physics-informed neural networks: A deep learning framework for solving forward and inverse problems involving nonlinear partial differential equations // *Journal of Computational Physics*. — 2019. — Vol. 378. — P. 686–707.

17. Kumi-Boateng B., Ziggah Y.Y. Toward the Fourth Industrial Revolution: Testing the Capability of Machine Learning in Predicting Normal Gravity. — <https://www.researchgate.net/publication/343050610>.

18. Yilmaz M., Gullu M. A comparative study for the estimation of geodetic point velocity by artificial neural networks // *Journal of Earth System Science*. — 2014. — Vol. 123. — P. 791–808.

19. Gou J., Rösch C., Shehaj E., Chen K., Shahvandi M. K., Soja B., Rothacher M. Modeling the Differences between Ultra-Rapid and Final Orbit Products of GPS Satellites Using Machine-Learning Approaches // *Remote Sensing*. — November 2023. — 15(23): 5585.

20. Нейман Ю.М., Сугаипова Л.С. Аппроксимация орбит спутников ГНСС с помощью искусственных нейронных сетей // Геодезия и картография. — 2024. — № 5. — С. 11–23.

21. Сорокин А.В., Ширококов М.Г. Коррекция и прогнозирование орбитального движения космических аппаратов с помощью искусственных нейронных сетей // *Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша*. — 2018. — № 198. — 28 с.

22. Alexander Reiterer, Uwe Egly (editors). *First International Workshop on Application of Artificial Intelligence in Engineering Geodesy*, Vienna (Austria), 2008.

НОВАЯ СЕРИЯ НАЗЕМНЫХ ТРЕХМЕРНЫХ ЛАЗЕРНЫХ СКАНЕРОВ VEGA VLS*

В спектре высокотехнологичного оборудования, поставляемого компанией «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ», появилась новая серия трехмерных сканирующих систем бренда VEGA — VEGA VLS.



3D лазерный сканер VEGA VLS

Немного о бренде VEGA: он создан в 2003 г. и более чем за 20 лет своего существования стал в России одним из ведущих брендов качественной лазерной и оптической измерительной техники для обеспечения строительства, главной идеологией которого является сочетание надежности и доступной цены.

Серия наземных стационарных лазерных сканеров VEGA VLS объединила в себе передовые технологии, разработанные специально для обеспечения беспрецедентной точности и повышения эффективности измерений в различных условиях при выполнении трехмерного лазерного сканирования. Модельный ряд состоит из трех модификаций: VEGA VLS-370, VEGA

VLS-620 и VEGA VLS-1500, которые различаются между собой по дальности и точности измерений, а также скорости сканирования, что позволяет каждому пользователю подобрать оптимальную модель для решения своих производственных задач.

В статье рассмотрим области применения новых сканеров, а также остановимся на их основных технических характеристиках и ключевых преимуществах.

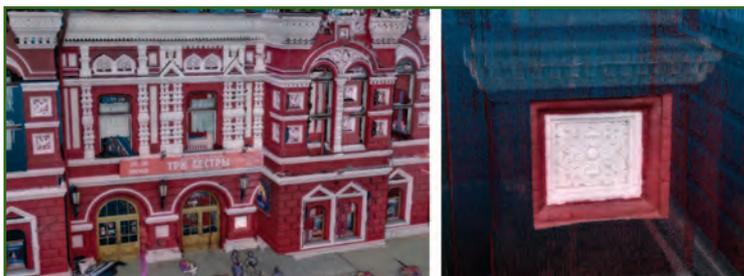
▼ Архитектура и реставрация

Для качественного проведения реставрации исторических зданий и сооружений требуется высокая точность и детальность съемки. VEGA VLS отлично под-

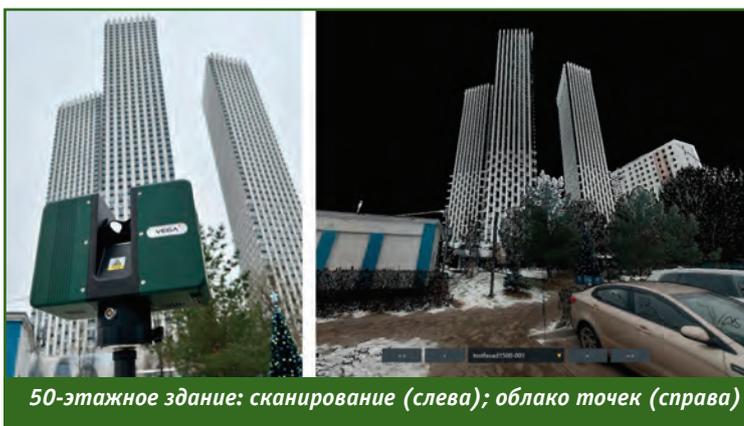
ходит для этих целей, обеспечивая создание облаков точек с наложением цветовой текстуры за счет двух встроенных цифровых фотокамер с разрешением 12,3 Мпикселей каждая.

Например, при сканировании фасадов полученные данные дают возможность детализировать сложные архитектурные элементы декора, что позволяет построить точные обмерные чертежи и цифровые модели, по которым воссоздаются объекты в ходе реставрации.

Благодаря дальности сканирования до 1500 м с помощью сканера VEGA VLS-1500 можно выполнять съемку фасадов вы-



Результат сканирования исторического здания (слева) и элементов декора (справа)



50-этажное здание: сканирование (слева); облако точек (справа)

* Статья подготовлена пресс-службой компании «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ».

сотных зданий со скоростью до 2 миллионов точек в секунду, а для работы с объектами малой высоты будет достаточно моделей VEGA VLS-370 и VEGA VLS-620, имеющих меньшую дальность сканирования и скорость съемки.

▼ Создание топографического плана и трехмерной цифровой модели местности

Съемка застроенной территории — это вызов, связанный с необходимостью точного учета рельефа, строений и инфраструктуры, а также оптимизации времени, необходимого для сбора данных. Сканеры серии VEGA VLS продемонстрировали высокую производительность и точность съемки. С задачей сканирования для создания топографического плана хорошо справляется модель VEGA VLS-620, обладающая дальностью сканирования до 620 м и довольно высокой скоростью — 1,2 миллиона точек в секунду, а программное обеспечение ТИМ КРЕДО 3D СКАН позволяет создать по облакам точек точный цифровой топографический план или трехмерную цифровую модель местности в полуавтоматическом режиме.

▼ Съемка промышленных объектов

Компактный размер и небольшой вес сканеров серии VEGA VLS (всего 6,45 кг с батареей) делают их идеальным инструментом для съемки промышленных объектов, включая туннели, узкие проходы и технологическое оборудование. По собранным данным в любой момент можно выполнить промеры в сложнодоступных местах, оценить вертикальность конструкции или запроектировать конструктивный элемент, используя облако точек в качестве цифрового двойника объекта. Данные такого типа как облако точек, обладая огромной избыточностью информации по

сравнению с традиционными методами и средствами съемки, позволяют решать различные комплексные задачи анализа геометрии отдельных конструктивных элементов и сооружений в целом, недоступные ранее. С работой в замкнутых пространствах прекрасно справляется даже модель начального уровня VEGA VLS-370 с дальностью сканирования от 1,5 м до 370 м. VEGA VLS-620 и VEGA VLS-1500, обладая более высо-



Облако точек застроенной территории, полученное с помощью сканера VEGA VLS



Результаты сканирования технологического оборудования в цеху завода

кой скоростью сканирования, позволяют решить эту задачу еще эффективнее.

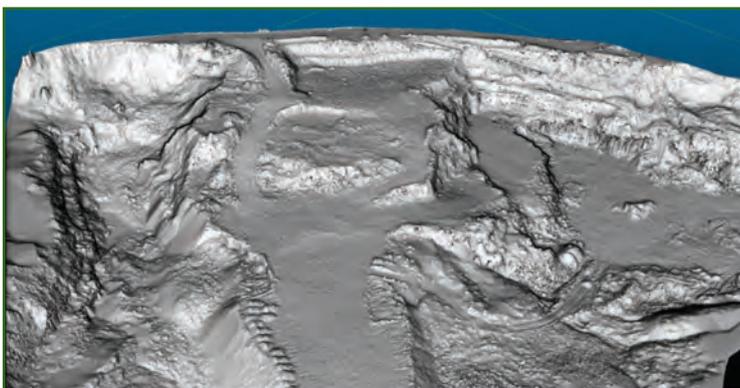
▼ Сканирование карьеров и подсчет объемов горной выработки

На открытых горных выработках месторождений полезных ископаемых со сложным рельефом (карьеры и угольные разрезы) сканер VEGA VLS-1500 показал стабильную работу,

обеспечивая высокую точность измерений даже на значительных расстояниях (до 1500 м). Это особенно важно для оценки объемов добычи полезных ископаемых и планирования горных работ.

▼ Сканирование резервуаров для выявления деформаций стенок и тарировки

Благодаря тому, что сканеры VEGA VLS работают в любом положении, с их помощью мож-



Фрагмент результатов сканирования карьера в AcuteLas Studio



Результаты сканирования резервуара

но с легкостью сканировать подземные резервуары, закрепив прибор на специальном штативе и опустив его внутрь резервуара сканирующей призмой вниз. Для решения этой задачи вполне подойдет модель VEGA VLS-370. Процессом сканирования в данном случае можно управлять с помощью смартфона на ОС Android. Полученное облако точек загружается в сертифицированное спе-

циализированное программное обеспечение, которое автоматически формирует отчет по тарировке резервуара.

▼ Основные технические характеристики сканеров серии VEGA VLS

Максимальная точность и эффективность достигается за счет следующих характеристик:

- диапазон дальности сканирования от 1,5 до 1500 м;
- скорость сканирования до 2 миллионов точек в секунду;
- встроенный двухосевой компенсатор для точных измерений;
- две встроенные фотокамеры высокого разрешения (12,3 Мпиксель);
- масса сканера без батарей 6 кг;
- размер сканера 247x107x202 мм;
- рабочая температура от -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
- возможность работы сканера как в вертикальном положении на стандартном штативе, так и в перевернутом положении с использованием специального штатива;



Демонстрация работы сканера VEGA VLS

- встроенный приемник ГНСС (GPS L1, Beidou B1) для определения пространственного положения сканера;

- встроенный термометр для измерения температуры окружающей среды;

- встроенный электронный компас и барометр;

- 5-дюймовый сенсорный дисплей для управления сканером (расположен на боковой панели корпуса сканера);

- возможность удаленного управления через беспроводную сеть Wi-Fi.

▼ Офисное программное обеспечение AcuteLas Studio

Программное обеспечение AcuteLas Studio предназначено для предварительной обработки облаков точек, регистрации стоянок сканера в единую систему координат. Оно позволяет окрашивать облака точек в цвета из фотоизображений, осуществлять фильтрацию облаков точек от шумов, проводить измерения по облакам точек, выполнять преобразования координат облаков точек и подсчет объемов.

Подробнее о сканерах — https://www.gsi.ru/catalog/laser_scanner/vega.

В настоящее время сканеры серии VEGA VLS находятся на стадии внесения в Государственный реестр средств измерений. Тестовые испытания этого оборудования на объектах разной сложности показали отличные результаты по точности и качеству данных. Специалисты отмечают, что благодаря простому и понятному интерфейсу приборы просты в использовании, а их компактные размеры и малый вес позволяют с легкостью выполнять работу одному исполнителю.

По всем вопросам относительно новой серии сканеров VEGA VLS можно обратиться в ближайшее представительство компании «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ».

ТЕХНОЛОГИЯ ВЛС ДЛЯ ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА УКЛАДКИ АСФАЛЬТА: ОПЫТ НОВГУ*

В конце 2024 г. сотрудники лаборатории беспилотных систем и цифровой инженерии Политехнического института Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого (НовГУ) провели полевые исследования в Холмском районе Новгородской области. Работы выполнялись совместно с сотрудниками отдела отраслевого применения БАС, созданного на базе центров, подведомственных министерству сельского хозяйства Новгородской области.

Обследование проводилось на участке автомобильной дороги Шимск — Старая Русса — Холм, где осуществлялся ремонт в рамках нацпроекта «Безопасные качественные дороги». Основная цель, которая стояла перед специалистами, — апробировать технологию воздушного лазерного сканирования (ВЛС) для проверки качества укладки асфальта: толщины слоя, наличия или отсутствия каких-либо дефектов на дорожном полотне. Для решения этой задачи специалисты использовали БВС мультироторного типа «Геоскан 401 Лидар» с установленным на него в качестве полезной нагрузки фотокамерой и воздушным лазерным сканером.

Съемочные работы проводились в два этапа: сначала во время ремонтных работ на одной из полос автодороги, затем уже после укладки асфальта на всем обследуемом участке. Пи-



лоты должны были определить возможные высоты полета и пространственное разрешение получаемых материалов для контроля качества проведенных ремонтных работ.

В результате специалисты осуществили 4 вылета, съемка проводилась по построенным маршрутам ВЛС на двух высотах — 50 и 100 м. Всего было выполнено сканирование 1,5 км дорожного полотна. На данный момент специалистами проведена постобработка материалов лазерного сканирования. В ПО Agisoft Metashape были построены ортофотопланы и цифровые модели местности разрешением 1,9 см/пиксель при целевом превышении 100 м и 0,98 см/пиксель при целевом превышении 50 м.

Специалисты планируют провести дополнительные испытания с корректировками в марш-

рутах и высотах съемки и выполнить обработку полученных данных для осуществления визуального контроля проведенных ремонтных работ, состояния полосы отвода, обочин и откосов.

«Для развития сценариев отраслевого применения БАС на территории Новгородской области было принято решение апробировать технологии ВЛС. Несмотря на то, что во время съемок погодные условия были не самые благоприятные: иногда мелкий дождь и высокая влажность воздуха затрудняли работы; все прошло в штатном режиме, и мы остались довольны результатами. При меньших затратах, чем при наземном исследовании, мы получили материалы, позволившие провести анализ и контроль выполненных ремонтных работ. В дальнейшем новое оборудова-

* Статья подготовлена пресс-службой ГК «Геоскан».

Источник фото: Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого.

ние позволит нам выйти на современный уровень исследовательской работы», — поделился Евгений Лукашик, заведующий лабораторией беспилотных систем и цифровой инженерии Политехнического института НовГУ.

В планах сотрудников лаборатории применение не только

технологии ВЛС, но и мультиспектральной съемки при проведении таксационных работ. Специалисты рассчитывают использовать Геоскан 401 Лидар для определения показателей древесных насаждений: породного состава, высот, диаметров, объемов древостоя на участках лесного фонда Новгородской

области в рамках научно-исследовательских работ.

Использование БАС и специализированного ПО в дорожном хозяйстве возможно и для решения других задач, например: установления обстоятельств ДТП, их предотвращения и для цифровой транспортной трасологии.

НОВАЯ КАМЕРА ДЛЯ ГЕОСКАНА GEMINI: УЛУЧШЕННАЯ МАТРИЦА ДЛЯ БОЛЕЕ ДЕТАЛЬНОЙ СЪЕМКИ*



В рамках развития серии БАС «Геоскан Gemini» в 2025 г. планируется внедрение новой камеры Geoscan PF1B. Разработка успешно прошла полный цикл квалификационных испытаний и подтвердила соответствие техническим требованиям. В ближайшее время камера будет серийно устанавливаться на обновленные комплектации БВС.

Технические характеристики Geoscan PF1B:

— оптическая система: объектив Sony SEL-20F28. Обеспечивает фиксированное фокус-

ное расстояние 20 мм (эквивалент формата 35 мм) с максимальной диафрагмой f/2.8;

— матрица: CMOS-сенсор производства Sony с разрешением 24 Мпикс. Позволяет достигать повышенной детализации изображения при сохранении размера проекции пикселя;

— затворная группа: механический затвор с двумя шторками вместо применявшегося ранее комбинированного решения (механическая и электронная шторка);

— электроника: на базе Sony a5100.

Преимущества модификации:

— увеличенная ширина захвата. Благодаря увеличению разрешения матрицы до 24 Мпикс можно выполнять полеты на большей высоте без потери размера проекции пикселя;

— повышение производительности АФС. Ширина захвата изображения и общая производительность АФС выросли на 10% по сравнению с предыдущей моделью UMC-R10C;

— улучшенная конструкция корпуса. Новый корпус камеры соответствует унифицированному дизайну компонентов Геоскана Gemini и сохраняет функциональность поворотного механизма для съемки под углом 24° или 48° относительно надирра. Общий вес камеры снижен на 15 г, что уменьшает нагрузку на структурные элементы БВС.

«По сравнению с прошлой моделью, UMC-R10C, в новой камере для Gemini разрешение снимков увеличилось до 24 мегапикселей. За счет этого полетные задания можно будет создавать на чуть большей высоте, чем с камерой UMC, а прирост производительности АФС составит до 10%. Управление камерой осталось таким же: по-прежнему доступно изменение диафрагмы и выдержки из интерфейса наземной станции управления. Заказать Геоскан Gemini с новой камерой можно будет уже в этом году через отдел продаж Геоскана по почте sale@geoscan.ru», — поделился руководитель проекта Геоскана Никита Прокофьев.

* Статья подготовлена пресс-службой ГК «Геоскан».

АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ

М.Ю. Орлов (ППК «Роскадастр»)

В 1985 г. окончил Московский полиграфический институт (Московская академия печати) по специальности «инженер-технолог полиграфического производства», а в 2004 г. — Академию народного хозяйства при Правительстве РФ по специальности «маркетинг». С 1989 г. работал в ПКО Картография, с 2004 по 2017 г. заместителем генерального директора. С 2018 г. — заместитель начальника управления ФГБУ «Центр геодезии и картографии и ИПД». С 2023 г. по настоящее время работает в ППК «Роскадастр». Кандидат технических наук. Автор более 30 научных работ и учебного пособия «Маркетинг в картографии».

Анализ выпуска картографической продукции в России [1] позволил выявить основные тенденции развития рынка, отследить изменения потребительской активности по различным его сегментам, дать оценку новым направлениям развития картографии. В представленной статье рассматриваются методы и каналы реализации картографической продукции. Наиболее растущим сегментом продаж является торговля через Интернет. Проведенные исследования интернет-магазинов, реализующих карты и атласы, выявили основных игроков и лидеров данного направления. Также приводятся показатели продаж карт и атласов через ведущие маркетплейсы, которые демонстрируют развитие рынка в данном направлении и интерес издательств к этому каналу реализации.

Мировой опыт продаж бумажных печатных карт и атласов позволяет констатировать, что в 2023 г. основными мировыми производителями атласов и контурных карт, в том числе для учебных заведений, стали страны (в тыс. долл. США):

— по экспорту — Италия (19 239), США (18 807), Испания (17 604), Великобритания (12 292), Германия (8878), Индия (8438), Китай (6813);

— по импорту — США (19 002), Франция (14 114), Великобритания (9979), Германия (8780), Нидерланды (5528).

Динамика всего мирового экспорта и импорта товарной

группы 4905 «Карты географические или аналогичные карты всех видов, включая атласы, настенные карты, топографические планы и глобусы, отпечатанные» не имеет тенденции

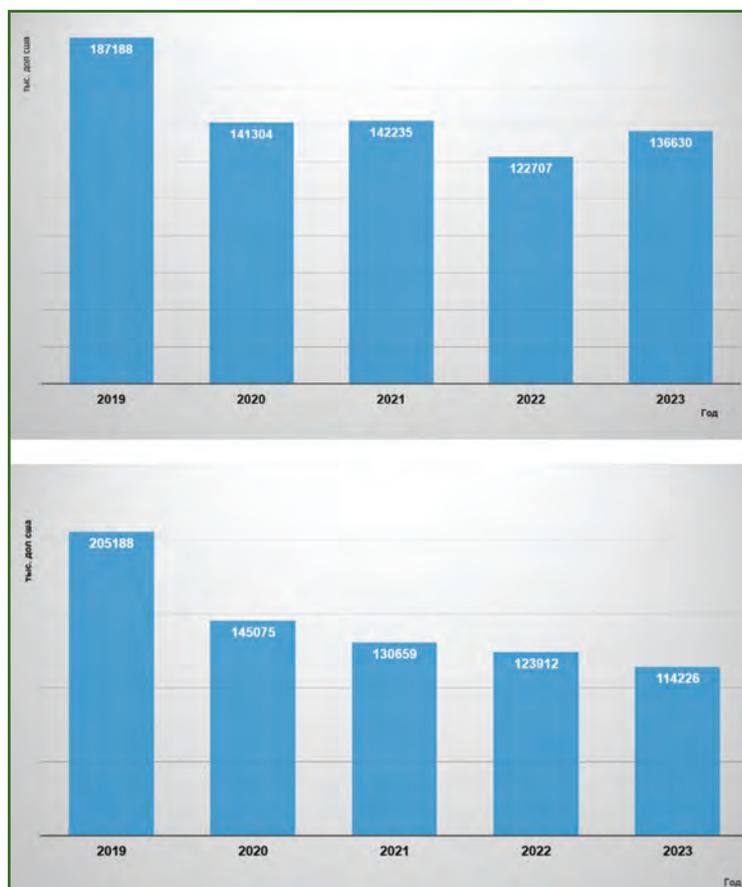


Рис. 1

Динамика мирового экспорта (вверху) / импорта (внизу) картографической продукции с 2019 по 2023 гг. (в тыс. долл. США)



Рис. 2
Динамика экспорта картографической продукции российских производителей с 2019 по 2023 гг. (в тыс. долл. США)

резкого роста или стагнации (рис. 1). В данную товарную группу включены все отпечатанные глобусы, карты, схемы и планы с изображениями природных или искусственных особенностей стран, городов, морей, карты звездного неба и географические карты (включая секторы для глобусов), настенные карты, атласы.

Анализ графиков, приведенных на рис. 1, позволяет сделать вывод о снижении общих показателей продаж печатной картографической продукции. Также видно, что эпидемиологический фактор Covid-19 существенно не повлиял на мировую реализацию печатных карт и атласов. Все данные исследований получены по результатам обработки статистической информации [2].

В России объемы торговли на внешнем рынке картографической продукции существенно отличаются от мировых.

Кроме того, в связи с санкционными ограничениями, с одной стороны, произошло резкое сокращение импорта зарубежной картографической продукции в Российскую Федерацию, а с другой — у отечественных производителей появились конкурентные преимущества и возможность сохранения экспорта российской картографической продукции (рис. 2) за счет появления новых рынков сбыта (Индия, Казахстан, Беларусь).

Рассмотрев динамику мирового экспорта и импорта картографической продукции, перейдем к вопросу, связанному со сбытом картографической про-

дукции в России. Реализация аналоговой и цифровой картографической продукции осуществляется следующими способами (методами) различными организациями:

1. Картографическими предприятиями (оптовая и розничная продажа через службы маркетинга, в том числе через собственные интернет-магазины).

2. Коммерческими компаниями, специализирующимися на продаже картографической продукции различных издательств (в том числе через интернет-магазины).

3. Книжными магазинами (для увеличения ассортимента) и федеральными книготорговыми сетями.

4. Крупнейшими электронными торговыми площадками (маркетплейсами).

В таблице представлены Интернет-ресурсы основных организаций, выпускающих картографическую продукцию, способы ее реализации, а также место в рейтинге по количеству посетителей пользователями (с января по август 2024 г.).

Если проводить аналогию с книжным рынком (бумажные карты и атласы являются его небольшим сегментом), то каналами реализации картографической продукции являются онлайн и офлайн продажи. К первой группе относятся продажи через интернет-магазины и маркетплейсы, ко второй можно отнести продажи через федеральные книготорговые сети, книжные магазины и товары повседневного спроса (FMCG).

Динамика продаж книжной продукции по каналам сбыта на основе данных Минцифры России представлена на рис. 3. По оценке экспертов этого рынка, в 2023 г. общий оборот книжной продукции в денежном выражении (печатная + электронная книга) составил 120,35 млрд руб., что на 9,6% выше уровня 2022 г. (109,78 млрд руб.). Совокупный оборот рынка печатных книг (без продаж за бюджетные сред-

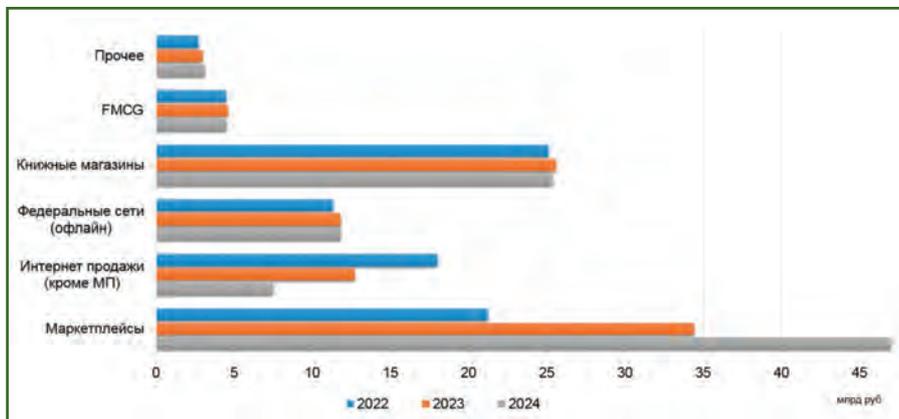


Рис. 3
Динамика продаж книжной продукции по каналам сбыта в период 2022–2024 гг. (млрд руб.) [3]

Интернет-ресурсы организаций по предоставлению услуг и реализации картографической продукции

Наименование ресурса	Наименование ЮЛ	Среднее количество визитов в месяц	Место в рейтинге	Виды картографической продукции	Способ реализации
<i>Государственные предприятия (предоставление услуг и продажа)</i>					
https://kadastr.ru	ППК «Роскадастр»	280 000	1	Картографические данные. Цифровые карты: ЕЭКО, планы городов, ЦПГ, ЦТК ОП, ЦТК масштабов 1:10 000–1:200 000 и др.	Предоставление услуг через порталы. Изготовление карт по требованию.
https://redstarprint.ru/catalog	АО «Красная Звезда»	10 500	11	Цифровые карты. Печатные карты: специальные атласы и карты для ВС РФ, топографические карты масштабов 1:25 000–1:100 000	Фирменный магазин. Служба реализации интернет-магазина
<i>Коммерческие компании (продажа)</i>					
https://www.globusoff.ru	ИП Нестерова А.И.	36 000	2	Глобусы. Картографические сувениры (канцелярия), рельефные и настенные карты	Интернет-магазин
https://allmaps.ru	ООО «АГТ Геоцентр»	35 100	3	Цифровые карты. Печатные карты: планы городов, настенные географические и политико-административные карты, сувенирные карты	Индивидуальные продажи. Оптовая торговля. Интернет-магазин
https://www.karty.ru	ИП Мещанинец М.Ю.	33 000	4	Атласы. Печатные карты: настенные и сувенирные	Интернет-магазин
https://atlas-print.ru/product/	ООО «Атлас Принт»	32 200	5	Цифровые карты. Печатные карты: атласы городов, настенные географические и политико-административные карты, сувенирные карты	Индивидуальные продажи. Оптовая торговля. Интернет-магазин
https://geodom.online/catalog/kartografiya/	ООО «ГеоДом»	27 700	6	Цифровые карты. Печатные карты: планы городов, настенные географические и политико-административные карты, сувенирные карты	Индивидуальные продажи. Оптовая торговля. Интернет-магазин
https://gisinfo.ru/price/price_map.htm	ООО «КБ Панорама»	23 000	7	Цифровые карты: ЦТК ОП, ЦТК, масштабов 1:10 000–1:200 000	По заказам
https://www.globen-shop.ru	ИП Нестерова А.И.	18 000	8	Глобусы. Печатные карты: настенные карты, карты с дополненной реальностью	Интернет-магазин
https://mapprint.ru	Компания Mapprint	16 300	9	Настенные и рельефные карты	Интернет-магазин. Изготовление карт по требованию
http://www.karta-td.ru	ООО «Карта ТД»	12 000	10	Атласы. Печатные карты: планы городов, географические и политико-административные настенные и сувенирные карты	Интернет-магазин
https://ruzcoltd.ru	ООО «Руз Ко»	9700	12	Цифровые карты. Атласы. Печатные карты: планы городов, географические и политико-административные настенные карты, сувенирные карты	Интернет-магазин
https://otrok.su	Самозанятый Цуканов Д.А.	2900	13	Атласы. Печатные карты: планы городов	
http://www.3dekart.ru	ООО «Декарт»	604	14	Настенные и рельефные карты	Интернет-магазин. Изготовление карт по требованию

Примечания. ЕЭКО — Единая электронная картографическая основа. ЦПГ — цифровые планы городов. ЦТК — цифровые топографические карты. ЦТК ОП — цифровые топографические карты открытого пользования.



Рис. 4

Доли каналов сбыта книжной продукции в России (по данным «Эксмо») [4]



Рис. 5

Распределение продаж картографической продукции по способам реализации в 2013 г. и 2023 г.

ства) составил 91,28 млрд руб., что на 9,0% выше уровня 2022 г. Доля интернет-магазинов в общем объеме печатных изданий впервые превысила половину и составила 50,1% (без продаж за бюджетные средства и электронных книг). Оборот данного канала сбыта в 2023 г. составил 45,72 млрд руб., он вырос на 25,3%.

Основной рост интернет-площадок как канала сбыта произошел за счет увеличения продаж на маркетплейсах [3]. Последние исследования рынка показали, что именно 2024 г. можно назвать годом роста и развития маркетплейсов. Так, по данным издательской группы «Эксмо» [4], рост продаж на маркетплейсах за 8 месяцев текущего года составил 34% к аналогичному периоду 2023 г., а на книжном рынке их доля (рис. 4) составляет уже 47% (каждая вторая книга в России продается на маркетплейсах), всего же через Интернет реализуется 55% книжной продукции [5].

Традиционные способы распространения книг начинают уступать свои позиции новым каналам сбыта. По данным проведенного мониторинга [6], федеральная сеть книжных магазинов «Читай-город» подтверждает свое звание самой крупной сети в стране, в настоящее время в ней насчитывается около 553 книжных магазина. На втором месте следует розничная сеть «Буквоед» со 150 книжными магазинами. В пятерку лидеров по количеству книжных магазинов на начало 2024 г. также входили: торговая сеть «Книжный Лабиринт» (79 магазинов), торговая сеть «Пегас» — магазины «Дом книги» и «Книга+» (52 книжных магазина), торговая сеть «ПродаЛитЪ» (45 магазинов).

Анализ наличия картографической продукции в федеральных книжоторговых сетях показал, что в основном это учебные атласы и контурные карты, а также настенные (листовые)

карты мира и России. Большое значение при этом имеет оформление мест продаж, так как карты, особенно настенные, требуют специальных условий складирования и размещения в торговом зале.

Главным преимуществом офлайн продаж является знание покупателя и его потребностей (клиентоориентированность), наличие программ лояльности, персонализация, возможность продвижения новой картографической продукции. Однако бурно растущий онлайн сегмент создает серьезную конкуренцию традиционным продажам. Согласно исследованиям [7] в 2022 г. — начале 2024 г., традиционные книжные магазины не выдерживают конкуренции с маркетплейсами и другими интернет-магазинами, и на фоне роста операционных затрат и снижения выручки продолжают закрываться. Суммарно (с учетом открывшихся книжоторговых точек) за этот период в стране были закрыты 86 книжных магазинов. Наибольшее количество закрытых книжных магазинов подтвердили: книжоторговая компания «Мирс» (Хабаровск) — 14, сеть «Книжная лавка» (Калининград) — 11, сеть «Читайна» (Нижний Новгород) — 10. К сожалению, некоторые региональные книжоторговые сети планируют дальнейшее закрытие книжных магазинов до конца 2024 г. [8]. Таким образом, интернет-магазины вышли в лидеры среди каналов розничной дистрибуции бумажных книг, опередив книжные магазины (с учетом объединенной розничной сети «Читай-город — Буквоед»).

В 2019 г., согласно данным Минцифры России, на книжные магазины приходилось 67,3% продаж бумажных книг, а на интернет-магазины — 22,9%. В 2020 г. соотношение между книжными магазинами и интернет-магазинами было 56,9% и 33%, соответственно, в 2021 г. — 52,3% и 40,4%, в 2022 г. — 47,7% и 43,6%. В 2023 г. продажи в

книжных магазинах составили только 41,7% от всего объема дистрибуции, или 38 млрд руб. Остальные каналы сбыта в совокупности достигли лишь 8,2% в структуре продаж бумажных книг в 2023 г. В их числе — некнижный ритейл (5%, или 4,6 млрд руб.), неструктурированные продажи (2,8%, или 2,6 млрд руб.), а также киосковые сети (0,4%, 0,4 млрд руб.) [3]. Маркетплейсы выступают одним из драйверов книжного рынка, однако увеличение роста продаж на этих площадках ударяет по книжным розничным магазинам, которые из-за высоких арендных ставок и наличия больших издержек не могут держать сопоставимые цены.

Судить о развитии рынка реализации карт и атласов можно по изменению доли продаж картографической продукции по способам реализации (рис. 5). Так, в 2013 г. основными каналами сбыта были книжные магазины и издательства, выпускающие карты и атласы. По исследованиям автора в 2023 г. первенство взяли картографические интернет-магазины, реализующие порядка 55% атласов и карт,

включая продажи через маркетплейсы (очень быстро растущий сегмент), существенно сократилось количество специализированных магазинов и магазинов при издательствах, что связано с реорганизацией отрасли, падением спроса на основную картографическую продукцию и возростанием онлайн-продаж. Эти данные не противоречат показателям развития книжного рынка, рассмотренным ранее. Анализ интернет-магазинов, реализующих карты и атласы, позволяет показать основных игроков и лидеров данного сегмента (см. таблицу).

Показатели ведущих маркетплейсов по продажам карт и атласов (рис. 6) отражают развитие рынка в данном направлении и интерес издательств к этому каналу реализации.

▼ **Особенности продаж картографической продукции на маркетплейсах**

Атласы и учебные карты — одна из развивающихся категорий картографической продукции на маркетплейсах. На торговых онлайн-площадках между собой конкурируют не только сайты издательств, но и продав-

цы, имеющие своих поставщиков. Как и другие категории товаров, картографическая продукция имеет свою специфику. Каждая торговая площадка выдвигает собственные требования к карточкам товара и упаковке, которые необходимо соблюдать, чтобы не попасть под штрафы и санкции.

Основное преимущество маркетплейсов — огромный охват аудитории, ценовое превосходство над другими каналами продаж и высокая оборачиваемость. На увеличение продаж на маркетплейсах влияет и низкая стоимость доставки. Среди других причин роста выделяют следующие: широкий ассортимент продукции, а также большое количество пунктов выдачи заказов и их наличие даже в самых отдаленных регионах РФ. Это позволяет картографическим издательствам существенно увеличивать объемы реализации своей продукции.

Однако недостатком маркетплейсов можно считать «безадресность» продаж, отсутствие возможности продвижения новой продукции и, как следствие, лишение издательств обратной связи с потребителями. Также возникают проблемы с возвращаемыми картами и атласами и потерей товарного вида продукции, из-за чего увеличиваются издержки предприятия.

Наступило время малых предприятий и индивидуальных предпринимателей, которые легко заходят на рынок маркетплейсов. Для небольших картографических издательств появился шанс без большой цепочки посредников реализовывать свою продукцию.

Очень важным моментом, который нужно помнить, является обязательная сертификация книжных изделий, предназначенных для детской аудитории. Это касается прежде всего настенных карт для детей и подростков. Также играет существенную роль показ новых территорий и правильное отображение

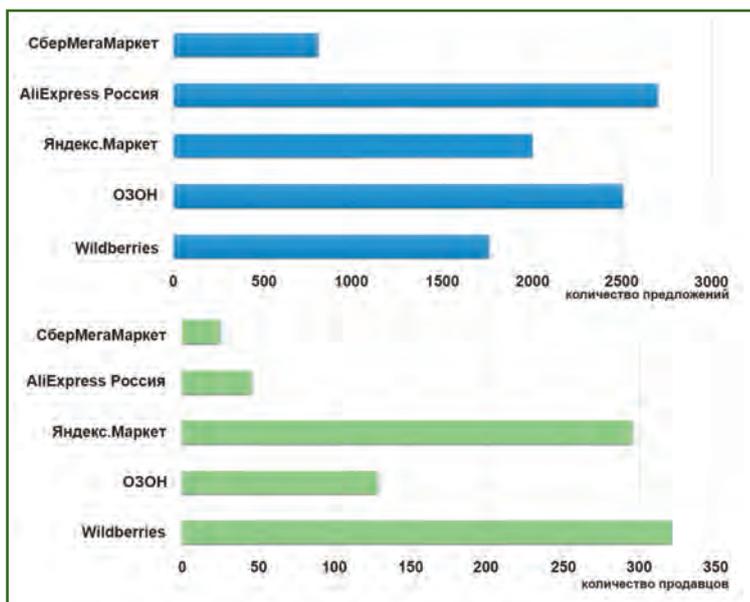


Рис. 6
Показатели маркетплейсов по продажам карт и атласов (усредненные данные за I полугодие 2024 г.): количество предложений (вверху); количество продавцов (внизу)

границы России на картах мира [9]. 4 октября 2022 г. Президент РФ В.В. Путин подписал Федеральные конституционные законы о включении в состав РФ четырех новых субъектов — ДНР, ЛНР, а также Запорожской и Херсонской областей [10]. Следует отметить, что некоторые маркетплейсы и торговые сети отказываются принимать картографическую продукцию без ссылки в выходных данных карт на эти законы.

▼ Основные направления и рекомендации по развитию рынка

Основными тенденциями развития рынка производства и реализации картографической продукции, выявленными в процессе исследования, являются:

- резкое сокращение импорта зарубежной картографической продукции в Россию, связанное с санкционными ограничениями, давшее конкурентное преимущество отечественным производителям;

- возможное увеличение экспорта российской картографической продукции в связи с появлением новых рынков сбыта (Индия, Казахстан, Беларусь);

- комбинированное производство цифровой, печатной и веб-картографии;

- увеличение спроса потребителей на обновленную настенную картографическую продукцию;

- переход предприятий на издание картографической продукции «по требованию» с использованием картографической базы данных;

- изменение структуры дохода картографических издательств, получение прибыли за счет рекламных и спонсорских источников;

- сокращение издержек и переход картографических издательств на политику «бережливого производства»;

- применение новых форм продвижения продукции и методов PR-активности;

- изменение политики продвижения продукции, концентрация на индивидуальных продажах;

- создание временных проектных (творческих) коллективов для разработки фундаментальных картографических произведений из-за дефицита картографов и редакторов высокой квалификации;

- приоритет в продвижении и маркетинге картографической продукции, а не в производстве карт и предоставлении услуг;

- создание фундаментальных картографических произведений за счет грантов научных сообществ;

- увеличение продаж собственной продукции картографическими издательствами через маркетплейсы, перестройка внутренней логистики и соблюдение требований под каждую интернет-площадку;

- создание групп или отделов по мониторингу заказов и участию в торгах по производству картографической продукции.

В результате проведенных автором исследований, представленных в [1] и данной статье, изучен рынок издания и реализации картографической продукции в России, его изменения и тенденции дальнейшего развития.

Достаточно подробно рассмотрены способы реализации картографической продукции (в аналоговом и электронном виде), представлены предприятия, выпускающие карты и атласы, проанализированы их каналы сбыта. Выявлено существенное изменение в ассортименте издаваемой продукции и отмечен переход основных продаж в онлайн-среду. Приведены данные по развитию книжного рынка, сегментом которого является рынок картографической продукции. Изучены особенности развития маркетплейсов по продаже карт и атласов, поскольку они в будущем будут определять политику издательств и пред-

приятый по ассортименту и объемам выпуска картографической продукции.

▼ Список литературы

1. Орлов М.Ю. Анализ выпуска картографической продукции в России // Геопрофи. — 2024. — № 5. — С. 18–23.

2. Торговая статистика для развития международного бизнеса. Ежемесячные, ежеквартальные и ежегодные данные о торговле. Стоимость и объемы импорта и экспорта, темпы роста, доли рынка. — https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=1%7c%7c%7c%7c4905%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c.

3. Книжный рынок России. Состояние, тенденции и перспективы развития. Отраслевой доклад. Выпуск XVI / Минцифры России. — <https://bookunion.ru/upload/news/Bookmarket-2023.pdf>.

4. Капьев Е. Книжный рынок России — 2024: ключевые вызовы и факторы роста // ММКЯ-2024. Конференция «Книжный рынок России — 2024».

5. «Индустрия устоялась»: РКС совместно с Минцифры обсудили проблемы книгоиздания. — <https://rg.ru/2024/09/09/industria-ustoialas-rks-sovmestno-s-min-cifry-obsudili-problemy-knigoizdaniia.html>.

6. Книжные и электронные ресурсы в России: тенденции и перспективы развития. — <https://www.unkniga.ru/bookrinyok/knizhnye-i-elektronnye-resursy-v-rossii-tendentsii-i-perspektivy-razvitiia.html>.

7. Зорина С. Книжная розница в I полугодии 2024 г.: главные вызовы и необходимые меры поддержки // ММКЯ-2024. Конференция «Книжный рынок России — 2024».

8. Статистика продаж брендов на маркетплейсах. — <https://mon-euplace.io/brand-analytics>.

9. Федеральный закон «О внесении изменений в статью 41 Закона РФ «О Государственной границе РФ» и статью 27 Федерального закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» от 30.12.2021 г. № 457-ФЗ.

10. Федеральные конституционные законы от 04.10.2022 г. № 5-ФКЗ, № 6-ФКЗ, № 7-ФКЗ и № 8-ФКЗ.

БЕСПИЛОТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА В КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ*

С сентября по ноябрь 2024 г. специалисты Геоскана выполнили аэрофотосъемку кадастровых кварталов города Калуги и районов Калужской области. Работы проводились в интересах Государственного бюджетного учреждения Калужской области «Калугаинформтех», по заказу которого Геоскан выполнял аналогичные работы в 2023 г. на других территориях региона.

ГБУ КО «Калугаинформтех» является держателем регионального фонда пространственных данных Калужской области. Организация отвечает за создание и развитие региональной инфраструктуры пространственных данных и информационных систем. Помимо этого, ее деятельность направлена на повышение эффективности использования информационно-коммуникационных технологий и обеспечение доступа населения к публичной информации Калужской области.

Для реализации мероприятий по сопровождению электронного правительства и проведения комплексных кадастровых работ Геоскан выполнил АФС на территории Бабынинского, Дзержинского, Износковского, Малоярославецкого, Перемышльского, Ферзиковского районов и города Калуги. При проведении кадастровых работ применение БАС упрощает процессы уточнения границ земельных участков, определения местоположения зданий и исправления кадастровых ошибок. В отличие от наземных методов обследования при реше-

нии подобных задач, использование беспилотников сокращает временные затраты.

«Аэрофотосъемку кадастровых кварталов Калуги и районов Калужской области Геоскан проводил и ранее — в 2023 году мы сняли участки в Дзержинском, Малоярославецком, Юхновском, Ферзиковском, Бабынинском, Перемышльском районах Калужской области и городе Калуге. Операторы выполнили такие же работы по АФС, охватив общую площадь 48,54 км². Геоскан готов продолжить работы и на других участках области», — отметил директор департамента услуг группы компаний «Геоскан» Илья Демко.

Для выполнения поставленных задач операторы использовали БВС «Геоскан 201» и провели 47 полетов в течение 12 дней. Общая площадь работ составила 37,02 км². В результате были получены 46 177 снимков с разрешением 5 см/пикс и созданы цифровые ортофотопланы, цифровые модели поверхности и местности в ПО

Agisoft Metashape Professional. ГБУ КО «Калугаинформтех» передало полученные данные в ППК «Роскадастр» для использования при создании Единой электронной картографической основы.

«На данный момент мы завершаем передачу метаданных в Федеральный фонд пространственных данных. Материалы также будут размещены в Региональном фонде пространственных данных для использования органами местного самоуправления в целях контроля за охраной и использованием земель, а также управления земельными ресурсами. Проект планируем продолжить. Благодарим Геоскан за организацию совместных полевых работ под Калугой для получения опыта использования БАС нашими сотрудниками, а также за оперативное реагирование на все вопросы, связанные с проектом», — прокомментировал Михаил Костюченко, заместитель директора по геоинформационным технологиям ГБУ КО «Калугаинформтех».



* Статья подготовлена пресс-службой ГК «Геоскан».

ПАМЯТИ УЧЕНОГО, УЧИТЕЛЯ, ВЫДАЮЩЕГОСЯ ОРГАНИЗАТОРА И ЗАМЕЧАТЕЛЬНОГО ЧЕЛОВЕКА*

И.А. Мусихин (Сибирский государственный университет геосистем и технологий, Новосибирск)

В 1994 г. окончил аэрофотогеодезический факультет Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии по специальности «исследование природных ресурсов Земли авиационно-космическими средствами». В настоящее время — проректор Сибирского государственного университета геосистем и технологий. Кандидат педагогических наук.



Александр Петрович Карпик — фигура, чья жизнь переплеталась с судьбами многих профессоров, преподавателей и сотрудников университета, для которых он являлся не просто коллегой, но и наставником, другом, соратником. Поэтому, понимая, что каждое слово этого очерка будет встречено с повышенным интересом, автор подошел к его подготовке с максимальной ответственностью.

Жизнь и профессиональный путь ректора Сибирского государственного университета геосистем и технологий, доктора технических наук, профессора А.П. Карпика, отмеченного трудолюбием, выдающимися ли-

дерскими способностями и глубоким уважением среди коллег, заслуживают особого внимания как со стороны научного сообщества и специалистов в области геодезии и картографии, так и широкой общественности.

Делу науки, своей профессии, образованию и родному университету Александр Петрович посвятил большую часть своей сознательной жизни, показав себя деятельным ученым и наставником, выдающимся организатором и руководителем. Он кардинально изменил вектор развития университета, превратив его в современный научно-образовательный комплекс для подготовки инновационных кадров в области геопространственной деятельности для Сибири, Урала и Дальнего Востока, в котором реализовывались крупные научные и производственные проекты, открывались новые перспективные специальности. Особое внимание А.П. Карпик уделял проблемам развития отрасли геодезии и картографии, ее научного обеспечения, вопросам геопространства и геоиндустрии, а также подготовке научных кадров высшей квалификации —

благодаря инициированной им программе поддержки ученых в университете было подготовлено более сорока докторов технических наук. Его способность предвидеть будущее и уверенность в том, что успешное развитие национальной экономики возможно лишь при условии перехода отрасли геодезии и картографии на передовые геопространственные технологии, дают основание считать его основоположником нового этапа в истории геодезии и картографии — этапа формирования геоиндустрии.

Под руководством и непосредственным участии Александра Петровича велись приоритетные работы по развертыванию и использованию в Новосибирской области сети наземных базовых станций ГЛОНАСС, созданию региональной системы координат, пересчету кадастровых данных региона в единую систему координат, описанию границ муниципальных образований Новосибирской области, разработке высокоточного комплекса широкозонного функционального дополнения ГНСС, созданию единой цифровой картографиче-

* Автор выражает благодарность семье А.П. Карпика и коллективу СГУГиТ за предоставленные материалы и ценные замечания, которые помогли улучшить текст очерка.

ской основы на территорию Новосибирской области, выполнению уникальных проектов автоматизированного геомониторинга нефтепроводов для АО «Востокнефтепровод», АО «Лукойл» и других крупных компаний. В последние годы он активно продвигал и поддерживал научные направления, связанные с использованием геоинформационных технологий, данных дистанционного зондирования Земли, беспилотных летательных аппаратов и технологий искусственного интеллекта для решения широкого спектра задач в интересах национальной безопасности, региональной экономики и пространственного развития Азиатской части территории РФ.

А.П. Карпик был активным участником и деятельным членом многих авторитетных международных и российских профессиональных объединений, включая Международную академию наук высшей школы, Международное общество фотограмметрии и дистанционного зондирования, Международную федерацию геодезистов, Международную картографическую ассоциацию и Межрегиональную общественную организацию «Российское общество геодезии, картографии и землеустройства», являлся членом редакционных коллегий ряда научных журналов. На протяжении многих лет он вдохновлял и был одним из ключевых организаторов профессиональной Международной выставки и научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь». Научные идеи Александра Петровича нашли отражение в более чем 250 научных статьях, четырех монографиях и пяти патентах. Им же были заложены основы нового крупного научного направления — «Информационное геодезическое обеспечение устойчивого развития территорий».



За выдающиеся заслуги в научной, производственной и педагогической деятельности Александр Петрович был удостоен множества наград, среди которых почетные звания «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации», «Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации», «Почетный работник науки и техники Российской Федерации», «Почетный геодезист», знак «Отличник геодезии и картографии» и Государственная премия Новосибирской области. Несмотря на все свои награды и почетные звания, А.П. Карпик всегда оставался простым и скромным человеком. Среднего роста, стройного телосложения, энергичный и всегда аккуратно одетый, он никогда не требовал для себя наград, званий или особых привилегий.

Александр Петрович Карпик родился 12 мая 1956 г. в городе Куйбышеве Новосибирской области, в семье служащих. После окончания средней школы в 1973 г. он хотел продолжить образование в военном училище, успешно сдав вступительные экзамены, но из-за подскочившего давления не прошел медицинскую комиссию, и уже когда возвращался на поезде в Новосибирск, принял спонтанное решение поступать на геодези-

ческий факультет Новосибирского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (НИИГАиК), о чем впоследствии ни разу не пожалел. В студенческие годы А.П. Карпик активно участвовал в спортивной и общественной жизни института, на протяжении всего времени учебы работал в оперативном отряде, был Ленинским стипендиатом, проходил учебную практику в Чехословакии, а во время производственной практики работал геодезистом на строительстве Байкало-Амурской магистрали.



В 1978 г., успешно завершив обучение в НИИГАиК с красным дипломом, Александр Петрович был распределен в родной институт, где начал работать в должности инженера на кафедре вычислительной математики и готовится к поступлению в аспирантуру. Тогда же его выбрали заместителем секретаря комитета комсомола института и предложили развиваться по партийной линии. Взвесив все «за» и «против», он решил посвятить себя науке и вскоре был направлен в Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК), где с 1980 по 1981 гг. работал стажером-исследователем на кафедре инженерной геодезии. Одногруппники, а затем и коллеги неоднократно отмечали присущие только ему целеустремленность и безграничный оптимизм при решении любых поставленных им самим или другими задач. Во время стажировки в МИИГАиК перед ним, молодым членом партии, была поставлена задача навести порядок в общежитии — проблема, которую администрации института не удавалось решить на протяжении долгого времени. Проявив свои организаторские способности, в течение короткого времени ему удалось сформировать костяк из аспирантов и студентов старших курсов, силами которых в общежитии не только был наведен идеальный порядок, но и организована культурно-массовая работа.

С 1982 по 1985 гг. А.П. Карпик учился в очной целевой аспирантуре Московского инженерно-строительного института под научным руководством профессора Виктора Евгеньевича Новака в качестве младшего научного сотрудника.

После успешной защиты кандидатской диссертации по теме «Разработка и исследование методов изучения деформаций



тоннелей кругового поперечного сечения» Александр Петрович вернулся в НИИГАиК, где начал работать на кафедре инженерной геодезии сначала старшим преподавателем, затем доцентом, а в 1992 г. стал заведующим кафедрой. Он читал лекции и вел практические занятия по таким предметам,

как «Технология строительства», «Инженерные изыскания», «Прикладная геодезия», «Геодезические инструменты», «Геодезическое обеспечение кадастров», руководил курсовыми и дипломными проектами студентов, организовывал и проводил летние геодезические практики.

В 1997 г. при поддержке коллег и В.А. Падве, декана геодезического факультета Сибирской государственной геодезической академии (СГГА), он реорганизовал факультет, создав на его основе Институт геодезии и менеджмента, и позже стал его директором. При А.П. Карпике в институте появились новые направления подготовки, такие как информационные системы, экономика, менеджмент, инновации, горное и маркшейдерское дело. Активно развивалось взаимодействие с производством, значительное внимание уделялось научным исследованиям. С 1998 по 2006 гг. он возглавлял созданную при университете компанию ООО «Геон плюс», для работы в которой привлекались сотрудники и аспиранты СГГА. Компания осуществляла все виды геодезических и кадастровых работ на территории Западной Сибири, разрабатывала геоинформационные системы и активно взаимодействовала с иностранными партнерами для обмена опытом и внедрения современных технологий. Одновременно с управлением институтом и компанией Александр Петрович в 2004–2005 гг. стажировался в Международном институте культурной интеграции в Германии. После возвращения, в 2005 г., он успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Геодезическая пространственная информационная система для обеспечения устойчивого развития территорий». Год спустя ему было присвоено ученое звание профессора.

С 2006 г. по февраль 2025 г. Александр Петрович Карпик был ректором вуза. Его усердная работа и стремление к развитию привели к тому, что в 2014 г. академия получила статус университета.

На протяжении 19 лет руководства университетом под его влиянием формировались ха-

рактеры, научные школы и судьбы многих профессоров, доцентов, старших преподавателей, ассистентов, аспирантов и тысяч студентов. Этот период стал временем наивысшего расцвета и признания вуза, а также пиком профессиональной деятельности Александра Петровича.

Особо стоит отметить его отношение к студентам. Он внимал во все, имея феноменальную память на лица и имена. Отлично разбираясь в проблемах молодежи, он старался находить пути их решения. При нем впервые за долгие годы существования вуза кардинально улучшились условия проживания студентов в общежитиях.

А.П. Карпик обладал всеми качествами современного лидера: деловой интуицией, умением распознавать и развивать таланты, стремлением к изменениям, навыками общения и влияния на людей, способностью устанавливать стратегически важные связи, ориентацией на результат, мастерством формирования эффективных команд и позитивным характером. Эти качества позволяли ему четко определять направление развития университета, подбирать команду единомышленников и достигать успеха во всех начинаниях.

Александр Петрович Карпик прожил насыщенную и яркую жизнь, полностью выполнив свой гражданский и человеческий долг как ученый, педагог, наставник и выдающийся организатор. Он шел вперед, не оглядываясь, преодолевая препятствия, не жалея сил, оставаясь открытым для окружающих, умея выслушивать и поддерживать тех, кто нуждался в помощи. Коллеги, ученики, родные и друзья навсегда сохраняют о нем память как о человеке целеустремленном и преданном своему делу до самого конца.



XXI Международная выставка
и научный конгресс

Интерэкспо

ГЕО-Сибирь 2025

XI Всероссийский съезд
кадастровых инженеров

21-22 мая

МВК «Новосибирск Экспоцентр»

21-22 мая пройдут XXI Международная выставка и научный конгресс «Интерэкспо ГЕО-Сибирь» и XI Всероссийский съезд кадастровых инженеров. Форум состоится на площадке МВК «Новосибирск Экспоцентр», адрес: г. Новосибирск, ул. Станционная, 104.

Тематика Форума – «Экономика пространственных данных».

Организатор Форума – Сибирский государственный университет геосистем и технологий.

Благодаря своей открытости Форум является транснациональной междисциплинарной площадкой для обмена опытом и интеграции различных информационных ресурсов для создания высокотехнологичной геопрограммной экосистемы.

Деловая программа Форума нацелена на практический результат в области внедрения инноваций, масштабирования лучших практик, взаимодействия органов государственной власти, бизнеса и институтов развития.

Направления Форума:

- Государственная политика в области геодезии, картографии и пространственных данных: отечественный и зарубежный опыт
- Роль геопрограммной экосистемы в успешной цифровой трансформации различных бизнес-процессов и общества
- Результаты геопрограммной деятельности: продукция, услуги, решения, технологии, программные приложения
- Региональное развитие: пространственная трансформация, направления экономического роста; выработка региональной политики
- Современные инструменты, оборудование, программное обеспечение и технологии
- БПЛА и космическая деятельность: аэрофото- и космическая съёмка, обработка данных дистанционного зондирования, картографирование и мониторинг
- Пространственное моделирование и визуализация
- Геоинформационные системы и BIM: платформенные решения, умный город, виртуальная и дополненная реальность, интернет-вещей, планирование и управление
- Передовые исследования, опыт и решения в геодезии (градостроительная деятельность, изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация и мониторинг сооружений и комплексов, сельское хозяйство и пр.)
- Показатели качества и автоматизированные методы оценки качества пространственных данных
- Большие данные, нейронные сети и искусственный интеллект
- Землеустройство, кадастры и мониторинг земель
- Геоэкология и рациональное природопользование
- Инженерно-геодезические изыскания: геотехнический и геодезический мониторинг, инспекторская деятельность и надзор
- Картография и геоинформатика: интеллектуальный анализ пространственных данных
- Информационная безопасность: сбор, обработка, анализ и защита данных
- Специальное приборостроение. Лазерные, микро- и нанотехнологии. Фотоника. Оптико-электронные приборы. Метрологическое обеспечение высокотехнологического производства
- Земельно-имущественные отношения
- Инновационные технологии реализации образовательного процесса в вузе: подготовка кадров в условиях перехода к цифровой экономике
- Цифровые двойники – как цифровая (виртуальная) модель объектов, систем и процессов

По результатам работы конгресса издаются сборники научных трудов, с постатейным размещением в Российском индексе научного цитирования и присвоением DOI.

Ответственный секретарь организационного комитета – Малыгина Олеся Игоревна
+7 (383) 361-01-09, geosib@ssga.ru

Космическая серия

спутникового оборудования



на правах рекламы



JUPITER

- Лазер до 50 м, совмещенный с камерой
- 1668 каналов
- RTK 5 + 0,5 мм/км
- Визуальная съемка и вынос в натуру
- 2 встроенные камеры
- Wi-Fi/УКВ/Bluetooth
- Улучшенный IMU

VENUS

- Лазер до 15 м
- 1590 каналов
- RTK 5 + 0,5 мм/км
- 380 грамм
- 20 часов работы



MARS

- Лазер до 15 м
- 1668 каналов
- RTK 5 + 0,5 мм/км
- «Горячая» замена батарей
- 20 часов работы
- Wi-Fi/4G/УКВ/Bluetooth

