

УДК: 528.48:625.78

DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-50-58

Совершенствование методики выполнения инженерно-геодезических изысканий для проектирования подземных коммуникаций

М. В. Мурзинцева^{1✉}, Е. В. Минченко¹, В. Е. Терещенко¹, М. Н. Мурзинцев²

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация

² Общество с ограниченной ответственностью «Центропроект»,
г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: murzmv@mail.ru

Аннотация. Для обеспечения устойчивого развития городской инфраструктуры необходимо строительство различных коммуникаций, в том числе подземных. При проектировании и строительстве подземных коммуникаций выполняются геодезические изыскания, включающие трассирование и вынос в натуру проекта линейного сооружения. Данный вид геодезических работ подразделяется на камеральные и полевые. Камеральная часть изысканий необходима для составления технического проекта. В условиях плотной городской застройки трассирование подземных коммуникаций является трудоемкой задачей вследствие отсутствия наглядности ситуации при пересечении с другими инженерными сооружениями. В настоящее время трассирование подземных коммуникаций производится с использованием топографической съемки в масштабе 1 : 500. Топографический план не всегда отражает взаимное положение коммуникаций в местах их пересечений, что влияет на качество проектирования. Отображение коридора прокладки будущей трассы в 3D-формате повышает информативность топографической документации. С целью повышения информативности геодезических данных для задач проектирования коммуникаций в статье предлагается одновременно с 3D-форматом применять элементы визуализации с использованием снимков, выполненных цифровой камерой. Использовать элементы визуализации целесообразно в местах пересечений коммуникаций, а также при наличии параллельного расположения наземных и подземных коммуникаций. Такое решение позволит в дополнение к существующим условным знакам визуально оценивать пространственное положение коммуникаций без выезда проектировщиков на местность.

Ключевые слова: подземные коммуникации, инженерные сооружения, трассирование линейных объектов, 3D-модель, цифровая модель местности, БПЛА

Для цитирования:

Мурзинцева М. В., Минченко Е. В., Терещенко В. Е., Мурзинцев М. Н. Совершенствование методики выполнения инженерно-геодезических изысканий для проектирования подземных коммуникаций // Вестник СГУГиТ. – 2024. – Т. 29, № 5. – С. 50–58. – DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-50-58

Введение

Строительство современных инженерных сооружений и обеспечение их необходимой инфраструктурой требует прокладки различных подземных коммуникаций. Объем необходимых подземных коммуни-

каций определяется на этапе проектирования инженерного сооружения и учитывается в технико-экономическом обосновании [1]. Проектные решения по прокладке подземных коммуникаций разрабатываются в составе проекта инженерного сооружения или в отдельном проекте.

Проектирование подземных коммуникаций требует решения целого ряда задач. Одной из таких задач является изыскание трасс подземных коммуникаций.

В настоящее время трассирование подземных коммуникаций выполняется на основании топографической съемки масштаба 1 : 500. Основным недостатком данной технологии является отсутствие наглядного отображения положения и объемности подземных коммуникаций в заданном масштабе. Решение этой задачи возможно при помощи современных программных комплексов [2] и ВМ-технологий [3].

Усовершенствование методики проектирования и инженерно-геодезических изысканий за счет применения современных цифровых технологий

На рис. 1 приведена блок-схема выполнения инженерно-геодезических изысканий

и проектирования инженерных коммуникаций с использованием ВМ-инструментов и элементов визуализации [4].

Подготовка технического задания осуществляется застройщиком (техническим заказчиком) в соответствии с типовой формой задания на проектирование [5]. На основании технического задания, полученного от заказчика, создается схема проектируемых и существующих коммуникаций. Созданная схема является основой для выбора коридора трассы дальнейших изысканий и проектных работ. В границах этого коридора выполняются более детальные инженерно-геодезические работы.

Перед началом проектных работ запрашиваются материалы изысканий прошлых лет, находящиеся в государственных федеральных, территориальных и ведомственных фондах, а также актуальная информация о подземных коммуникациях у их собственника [6].



Рис. 1. Блок-схема проектирования инженерных коммуникаций с элементами визуализации

Инженерно-геодезические изыскания выполняются в соответствии с требованиями нормативных документов [7–9]. Полевые работы включают в себя создание геодезиче-

ского обоснования и производство топографической съемки местности в масштабе 1 : 500 [10, 11]. Камеральные работы включают в себя обработку полевых измерений,

создание топографического плана и подготовку цифровой модели местности. Современные технологии и программные комплексы позволяют автоматизировать оба этапа инженерно-геодезических изысканий и исключить ряд ошибок при проектировании. При полевом этапе работ, в дополнение к топографо-геодезической съемке, целесообразно применять беспилотные летательные аппараты (БПЛА), позволяющие выполнять аэрофотосъемку [12] и лазерное сканирование местности [13]. При камеральном этапе рационально использовать современные программные комплексы, позволяющие работать с BIM-технологиями при дальнейшем проектировании.

Автоматизированная информационная система GSEE

Для обработки результатов, полученных после выполнения полевых работ, применяется отечественный программный продукт – GEOCAD SYSTEMS ENTERPRISE EDITION (GSEE). Разработчиком программного продукта является общество с ограниченной ответственностью «ГЕОКАД плюс», которое успешно занимается разработкой и внедрением сложных объектно ориентированных информационных систем кадастрового и геоинформационного назначения [14].

GSEE – автоматизированная информационная пространственная система – разработана с учетом ведения информационных слоев, содержащих в себе и отражающих все аспекты градостроительной деятельности и планирования территории. Программа GSEE позволяет отображать в 3D-модель местности, просматривать наземные и подземные участки местности, дополнять существующую цифровую модель местности проектируемыми элементами визуализации. 3D-модель позволяет идентифицировать любой объект местности для пользователя.

Основные задачи автоматизированной информационно-поисковой системы GSEE следующие:

– обеспечение информационной поддержки региональных и муниципальных органов управления, а также граждан при решении во-

просов жизнеобеспечения и градостроительного развития территории;

– обеспечение единого комплексного подхода к автоматизации деятельности в сфере градостроительства и архитектуры на региональном и местном уровнях управления;

– обеспечение актуальными данными смежных информационных систем в части градостроительной документации, картографической основы, территориального планирования и другой информацией, находящейся в компетенции государственных органов в сфере строительства и архитектуры и соответствующих служб органов местного самоуправления.

Приложение разработано с учетом ведения информационных слоев, содержащих в себе и отражающих все аспекты градостроительной деятельности на территории.

Автоматизированная информационно-поисковая система должна предусматривать ведение кадастровой деятельности и информации на объекты учета, связанные с градостроительной деятельностью. Разделы градостроительной деятельности приведены в таблице.

Наименование раздела градостроительной деятельности

Номер	Разделы
1	Ведение книг (раздел)
2	Территориальное планирование
3	Градостроительное зонирование
4	Планировка территории
5	Изученность природных и техногенных условий
6	Землеустройство
7	Геодезические и картографические материалы (растровые и векторные копии и оригиналы материалов)
8	Объекты капитального строительства
9	Инженерные сети
10	Градостроительная документация/субъекты

Функционал программы GSEE позволяет объединить целый ряд данных, необходимых для дальнейшего проектирования, в единую систему [15].

На основании съемки БПЛА при помощи программного комплекса GSEE строится 3D-модель местности (рис. 2).

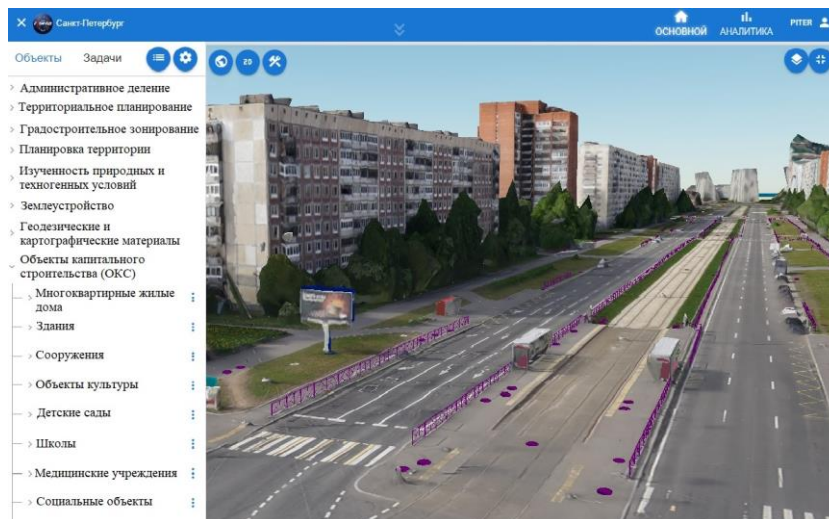


Рис. 2. 3D-модель местности

Программный комплекс GSEE позволяет понять расположение объектов, проанализировать выполненную съемку для более точного планирования и проектирования инфраструктуры. С помощью инструментов программного обеспечения можно выделить необходимые элементы существующих коммуникаций (рис. 3).

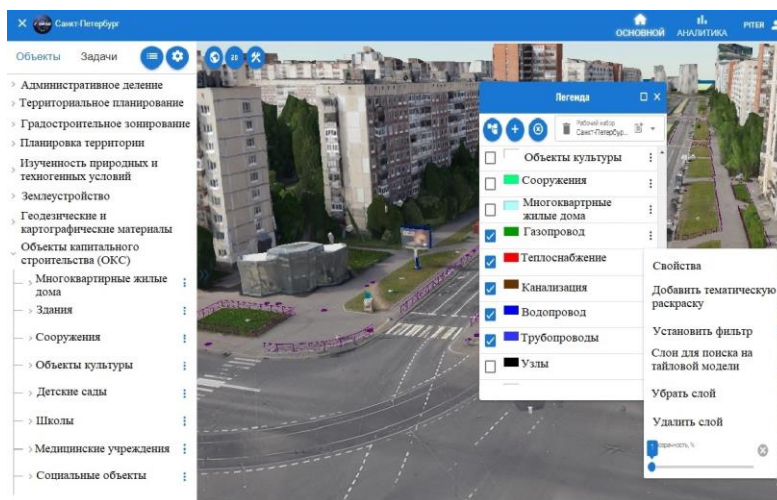


Рис. 3. Атрибутивные слои инженерных коммуникаций

На рис. 4 отображается 2D-модель местности и подсвеченная фиолетовым цветом существующая тепловая сеть. В верхней части экрана представлены технические характеристики коммуникации, их общая длина, назначение и прочее.

Для создания нового объекта следует выбрать соответствующий тип объектов в де-

реве и выполнить команду «Создать объект» на панели инструментов или в меню «ПРАВКА» (клавиши [Ctrl] + [N]). Если при этом будет выбран тип не на вершине дерева, то новый объект будет автоматически привязан к своему «родителю». Для создания некоторых типов объектов созданы специальные мастера – диалоги с пошаговым заполнением

данных, позволяющие быстро создавать объект. При наличии такого мастера пользователю будет предложено воспользоваться им либо создать объект обычным образом. Для наглядности красным цветом наносится проектируемая подземная коммуникация.

Созданная 3D-модель дополняется табличными данными. В таблице слева на рис. 4 указываются все необходимые характеристики коммуникации: общая длина, диаметр и материал трубы, глубина заложения, контакты владельца. Программный комплекс

позволяет прикрепить как файлы с графическим изображением, так и текстовые данные. Он также дает возможность подгрузить схемы подземных коммуникаций, полученные у балансодержателя, технические условия выполнения работ, необходимые согласования, письма, справки. Загруженные данные упрощают детальный анализ проектируемого объекта и ускоряют доступ к имеющимся исходным данным, систематизируют информацию, полученную в ходе инженерных изысканий и проектирования.

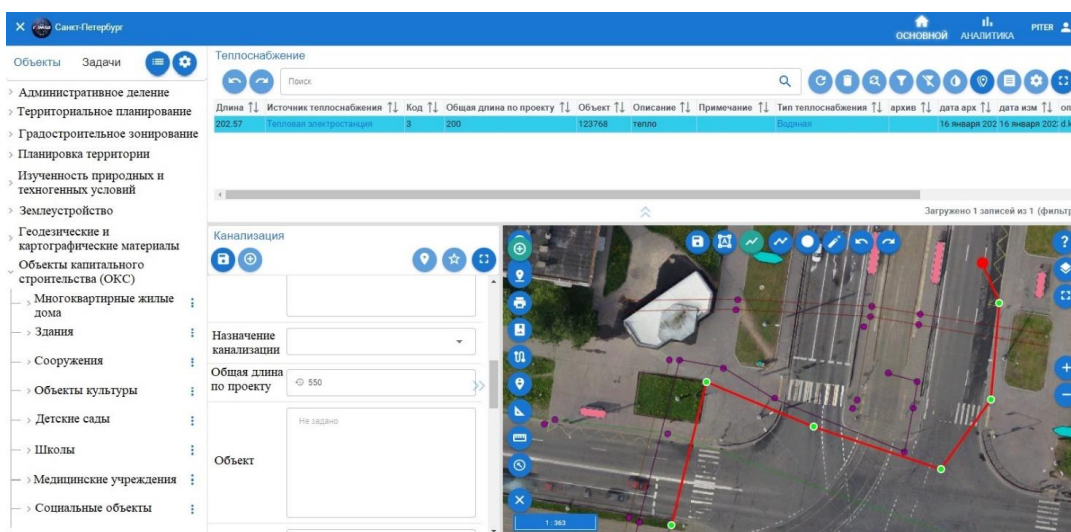


Рис. 4. 2D-модель местности с нанесенными существующими и проектируемыми коммуникациями

В режиме 3D наглядно отображаются пространственные данные подземной инфраструктуры (рис. 5). Для удобства каждая коммуникация выделяется разным цветом.



Рис. 5. 3D-модель подземных коммуникаций

Проектирование осуществляется согласно п. II нормативного документа [16] в соответствии с техническим заданием заказчика. Созданная и описанная 3D-модель позволяет:

- усовершенствовать разработку большинства разделов проектной документации;
- для раздела «Проект полосы отвода» выбрать оптимальное положение трассы;
- выдержать требуемые нормативами расстояния до существующих коммуникаций, зданий и сооружений;
- при необходимости подобрать технологическое решение для безаварийной работы коммуникаций;
- в разделе «Технические и конструктивные решения» исключить ошибки при выборе конструктивной схемы коммуникации и применяемых изделий и материалов;
- для проекта организации строительства сократить время на определение метода производства работ и создания строительного генерального плана с расположением всех зданий.

Заключительным этапом проектных работ является передача проектной документации и инженерных изысканий для прохождения экспертизы [17]. После получения положи-

тельного заключения документация передается заказчику.

Заключение

Внедрение новых технологий в области визуализации и моделирования способствует существенному улучшению качества проектирования и строительства инженерных сетей, устройства коммуникаций. Они позволяют сократить сроки, обеспечить долговечность и надежность коммуникаций.

Преимущество визуализации заключается в уменьшении рисков и проблем, возникающих при строительстве, эксплуатации и ремонте подземных сооружений. Созданная 3D-модель позволяет увидеть, понять воздействие строительства на окружающую среду, что упрощает разработку мер по минимизации негативных последствий.

Благодарности

Выражаем благодарность ООО «Геокад плюс» в лице директора Г. В. Горна и заместителя директора Д. А. Кауфмана за предоставление информации и консультации по работе в программном комплексе GSEE.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мурзинцева М. В., Минченко Е. В., Мурзинцев М. Н. Этапы проектирования инженерных коммуникаций в условиях плотной городской застройки // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 1 : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. № 1. – С. 96–102. – DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-1-96-102.
2. Горобцов С. Р., Чернов А. В. Трехмерное моделирование и визуализация городских территорий с использованием современных геодезических и программных средств // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 4. – С. 165–179.
3. Borkowski A., Jozkow G., Ziaja M., Becek K. Accuracy of 3D Building Models Created Using Terrestrial and Airborne Laser Scanning Data [Electronic resource] // FIG Congress 2014. Engaging the Challenges – Enhancing the Relevance. – Kuala Lumpur, Malaysia, 2014. – URL: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2014/papers/ts05c/TS05C_grant_dyer_et_al_6845.pdf.
4. Талапов В. В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. – М. : ДМК–Пресс, 2015. – С. 410.
5. Об утверждении типовой формы задания на проектирование объекта капитального строительства и требований к его подготовке [Электронный ресурс] : Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 01.03.2018 № 125/пр. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
6. Гатина Н. В., Козина М. В., Соина К. В., Аврунев Е. И., Пьянков С. В. Проблемы информационного обеспечения инженерных коммуникаций в условиях цифровизации сферы земельно-

имущественных градостроительных отношений // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 6. – С. 117–128. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-6-117-128.

7. СП 11–104–97. Инженерно–геодезические изыскания для строительства. – Введ. 1998–01–01. – М. : ПНИИИС Госстроя России, 2001.

8. СП 317.1325800.2017. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. – Введ. 2018–06–23. – М. : Стандартинформ, 2018.

9. ГОСТ 21.301–2014. Система проектной документации для строительства (СПДС). Основные требования к оформлению отчетной документации по инженерным изысканиям (с Поправкой) : нац. стандарт РФ. – М. : ЦНС, ПНИИИС, 2015.

10. Куштин И. Ф., Куштин В. И. Инженерная геодезия. – Ростов н/Д.: ФЕНИКС, 2002. – С. 427.

11. Большаков В. Д., Ключин Е. Б., Васютинский Ю. И. Геодезия. Изыскания и проектирование инженерных сооружений. – М. : Недра, 1991. – С. 238.

12. Зарипов А. С. Особенности создания трехмерной цифровой модели центрального планировочного района города Перми по данным аэрофотосъемки // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 3. – С. 160–168. – DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-3-160-168.

13. Комиссаров А. В. Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий : дис. ... д-ра техн. наук. – Новосибирск, 2016. – 278 с.

14. Сайт компании ООО «Геокад плюс» [Электронный ресурс]. – URL: <https://geocad.ru/>.

15. Технологическая платформа GEOCAD SYSTEMS ENTERPRISE EDITION (GSEE) – Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – URL: <https://geocad.ru/upload/iblock/df2/dokumentatsiya-polzovatelya-i-administratora.pdf>

16. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию [Электронный ресурс] : Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

17. Градостроительный кодекс Российской Федерации. – М. : Эксмо, 2023. – 400 с.

Об авторах

Маргарита Владимировна Мурзинцева – ассистент кафедры картографии и геоинформатики.

Елена Валерьевна Минченко – зав. лабораторией кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Вячеслав Евгеньевич Терещенко – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.

Михаил Николаевич Мурзинцев – главный архитектор.

Получено 04.03.2024

© *М. В. Мурзинцева, Е. В. Минченко, В. Е. Терещенко, М. Н. Мурзинцев, 2024*

Improving the methodology for performing engineering and geodetic surveys for the design of underground communications

M. V. Murzintseva¹, E. V. Minchenko¹, V. E. Tereshchenko¹, M. N. Murzintsev²

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

² Limited Liability Company «Centroproekt», Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: murzmv@mail.ru

Abstract. To ensure sustainable development of urban infrastructure, it is necessary to build various communications, including underground ones. When designing and constructing underground com-

munications, geodetic surveys are carried out, including tracing and staking out the design of a linear structure. This type of geodetic work is divided into cameral and field. The Cameral part of the research is necessary for drawing up a technical project. In dense urban areas, tracing underground communications is a labor-intensive task due to the lack of visibility of the situation when crossing with other engineering structures. Currently, the tracing of underground communications is carried out using topographic surveys at a scale of 1:500. The topographic plan does not always reflect the relative position of communications at their intersections, which affects the quality of design. Displaying the corridor for laying the future route in 3D format increases the information content of topographic documentation. In order to increase the information content of geodetic data for communication design tasks, the article suggests, contemporaneously with the 3D format, apply visualization elements using snapshots taken with a digital camera. It is advisable to use visualization elements at intersections of communications, as well as in the presence of a parallel arrangement of aboveground and underground communications. This solution will allow, in addition to existing conventional signs, visually assess the spatial position of communications without project engineer to travel to the field.

Keywords: underground communications, engineering structures, route survey, 3D model, digital terrain model, unmanned survey

REFERENCES

1. Murzintseva, M. V., Minchenko, E. V., & Murzintsev, M. N. (2023). Stages of engineering communications design in conditions of dense urban development. In *Interjekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]*, 1 (1), 96–102, DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-1-96-102 [in Russian].
2. Gorobtsov, S. R., & Chernov, A. V. (2018). 3D-Modeling and Visualization of Urban Territories with Use of Modern Geodetic and Programming Means. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(4), 165–179 [in Russian].
3. Borkowski, A., Jozkow, G., Ziaja, M., & Becek, K. (2014). Accuracy of 3D Building Models Created Using Terrestrial and Airborne Laser Scanning Data. FIG Congress 2014. Engaging the Challenges. *Enhancing the Relevance. Kuala Lumpur, Malaysia*. Retrieved from https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2014/papers/ts05c/TS05C_grant_dyer_et_al_6845.pdf.
4. Talapov, V.V. (2015). BIM technology: the essence and features of the implementation of building information modeling. DMK–Press. p. 410.
5. Order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation dated March 1, 2018 N 125/pr. *On approval of the standard form of the assignment for the design of a capital construction facility and requirements for its preparation*. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
6. Gatina, N. V., Kozina, M. V., Soina, K. V., Avrunev, E. I., & Pyankov, E. I. (2021). Problems of Information Support of Engineering Communications in the Conditions of Digitalization of the Land-Property Relations Sphere. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(6), 117–128, DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-6-117-128 [in Russian].
7. Code of Practice (2001). *Inzhenerno-geodezicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva (SP 11–104–97) [Engineering and geodetic surveys for construction]*. Moscow: PNIIS Gosstroy of Russia.
8. Code of Practice (2018). *Inzhenerno-geodezicheskie izyskaniya dlya stroitel'stva. Obshchie pravila proizvodstva rabot (SP 317.1325800.2017) [Engineering and geodetic surveys for construction. General rules for the production of work]*. Moscow: Standardinform.
9. Standarts Russian Federation. (2015). *Osnovnye trebovaniya k oformleniyu otchetnoj dokumentacii po inzhenernym izyskaniyam (GOST 21.301–2014) [System of design documentation for construction (SPDS). Basic requirements for the preparation of reporting documentation for engineering surveys (with Amendment)]*. M.
10. Kushtin, I.F., & Kushtin, V.I. (2002). Engineering geodesy. Rostov-on-Don, Phoenix. p. 427.

11. Bolshakov, V.D., Klyushin, E.B., & Vasyutinsky, Yu.I. (1991) Geodesy. Surveys and design of engineering structures. M.: Nedra, p. 238.
12. Zaripov, A. S. (2020) Creating A Three-Dimensional Digital Surface Model of the Central Planning District of Perm Based on Aerial Survey Data. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(3), 160–168 DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-3-160-168 [in Russian].
13. Komissarov, A. V. (2016). Teoriya lazernogo skanirovaniya dlya prostranstvennogo modelirovaniya territorij [Theory and technology of laser scanning for spatial modeling of territories]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Novosibirsk, 278 p. [in Russian].
14. Website of the company Geocad Plus LLC. Retrieved from <https://geocad.ru/>.
15. Technology platform Geocad Systems Enterprise Edition (GSEE) – User's Guide. Retrieved from <https://geocad.ru/upload/iblock/df2/dokumentatsiya-polzovatelya-i-administratora.pdf>
16. Resolution No. 87 of February 16, 2008. *On the composition of sections of project documentation and requirements for their content*. Retrieved from ConsultantPlus online database [in Russian].
17. Russian Federation Code (2023). Gradostroitel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii [Town Planning Code of the Russian Federation]. Eksmo. P. 400.

Author details

Margarita V. Murzintseva – Assistant at the Department of Cartography and Geoinformatics.

Elena V. Minchenko – Head of the Laboratory of the Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying.

Vyacheslav E. Tereshchenko – Ph. D., Senior Lecturer at the Department of Engineering Geodesy and Surveying.

Mikhail N. Murzintsev – Chief Architect.

Received 04.03.2024

© *M. V. Murzintseva, E. V. Minchenko,
V. E. Tereshchenko, M. N. Murzintsev, 2024*