

Научно-исследовательская статья/Applied research article

УДК 528.48:004.738.5

<https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-5-45-52>

Оценка возможности использования смартфонов в качестве геодезического оборудования для определения геометрических параметров строительных конструкций

В. Г. Сальников¹✉, А. М. Астапов¹, С. Р. Горобцов¹, Г. Д. Геращенко¹

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

e-mail: salnikov@ssga.ru

Аннотация. Актуальность выполненного исследования обусловлена необходимостью в снижении трудоемкости выполнения геодезического контроля за геометрическими параметрами строительных конструкций при обеспечении требуемой точности измерений их определения. Предметом исследования явилось определение возможности применения смартфона Apple iPhone 15 Pro Max в качестве геодезического оборудования для контроля геометрических параметров строительных конструкций. Методика исследования заключалась в выполнении координирования строительной конструкции тахеометром Leica TS 02 (2"), результаты которого были приняты за эталонные значения, с которыми в дальнейшем сравнивались результаты, полученные двумя методами с использованием смартфона: LiDAR-сканированием через приложение 3D Scanner App и фотограмметрической обработкой серии снимков 48-мегапиксельной камеры в ПО Agisoft Metashape. В результате выполненных исследований было установлено, что в существующем виде применение смартфонов не выявило возможность их использования при контрольном определении геометрических параметров для данного типа строительной конструкции. Предложены области возможного применения смартфонов, которые заключаются в определении типов строительных конструкций, их размеров и максимального удаления смартфона от контролируемого объекта, при которых точность определения параметров соответствует нормативной.

Ключевые слова: исполнительная съемка, геометрические параметры, смартфон, LiDAR, фотограмметрия, тахеометр, строительные конструкции, нормативная точность, средняя квадратическая ошибка

Для цитирования:

Сальников В. Г., Астапов А. М., Горобцов С. Р., Геращенко Г. Д. Оценка возможности использования смартфонов в качестве геодезического оборудования для определения геометрических параметров строительных конструкций. *Вестник СГУГиТ*. 2026. Т. 31, № 5. С. 45–52. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-5-45-52>

Evaluating the feasibility of smartphone-based geodetic surveying for determining geometric parameters of building structures

V. G. Salnikov¹✉, A. M. Astapov¹, S. R. Gorobtsov¹, G. D. Gerashenko¹

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

e-mail: salnikov@ssga.ru

Abstract. The relevance of the study is motivated by the need to reduce costs associated with geodetic monitoring of building structures while maintaining acceptable measurement accuracy. The objective of the research is to evaluate the feasibility of employing an Apple iPhone 15 Pro Max smartphone as geodetic equipment for determining the geometric parameters of building structures. The methodology comprised control surveying using a Leica TS 02 (2") electronic total station, adopted as the reference standard, and two smartphone-based surveying approaches: LiDAR scanning via the 3D Scanner App and photogrammetric processing of image sequences captured with the 48-megapixel camera using Agisoft Metashape software. Comparative analysis was conducted across multiple linear dimensions of a staircase porch structure. Results indicate that deviations obtained using the LiDAR method substantially exceeded permissible tolerances. Photogrammetric processing yielded considerably smaller deviations; for the shortest measured line, the deviation remained within acceptable limits, whereas for the remaining lines, deviations exceeded the permissible threshold. The findings demonstrate that smartphones in their current configuration cannot substitute for professional geodetic equipment but may serve as auxiliary tools for rapid preliminary inspection and quality control.

Keywords: as-built surveying, geometric parameters, smartphone, LiDAR, photogrammetry, total station, building structures, measurement accuracy

For citation:

Salnikov V. G., Astapov A. M., Gorobtsov S. R., Gerashenko G. D. (2026). Evaluating the feasibility of smartphone-based geodetic surveying for determining geometric parameters of building structures. *Vestnik SSUGiT [Vestnik SSUGT]* Vol. 31, No. 5. pp. 45–52. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-5-45-52>

Введение

Развитие современных технологий открывает новые возможности для повышения эффективности и снижения затрат при выполнении геодезического сопровождения строительства. Одной из ключевых задач на этапах строительно-монтажных работ является контроль соответствия возводимых конструкций проектным параметрам. Традиционно для исполнительной съемки строительных конструкций применяется геодезическое оборудование: тахеометры, наземные лазерные сканеры, нивелиры, ГНСС-приемники, ручные SLAM-системы и другие высокоточные приборы [1, 2]. Их использование связано со значительными финансовыми затратами и необходимостью специальной подготовки персонала.

В последние годы наблюдается активное использование в смартфонах технологий, ранее применяемых только в специализированных геодезических приборах. В частности, распространение в смартфонах датчиков

LiDAR (Light Detection and Ranging) [3] и существенное улучшение качества камер позволяет применять технологии дополненной реальности [4].

Главное предназначение датчика LiDAR – улучшение качества цифровых фотографий в условиях недостаточной освещенности. Необходимо отметить, что с помощью специализированных мобильных приложений для смартфонов (на базе мобильных операционных систем iOS и Android), например, 3D Scanner App, Polycam, Modelar [5–9] и др., имеется возможность использовать результаты работы датчика LiDAR для формирования облака точек снимаемых объектов. В результате появляется возможность использовать потенциал смартфонов в качестве альтернативных инструментов для выполнения отдельных технологических операций, например, для определения геометрических параметров конструкций или обмеров помещений в целях государственного кадастрового учета [10]. Для такого варианта использования смартфона в качестве мобильного сред-

ства определения геометрических параметров позволит значительно снизить трудоемкость оперативного контроля строящихся зданий и сооружений.

В соответствии с изложенным выше целью работы является рассмотрение возможности применения смартфона в качестве геодезического оборудования для определения геометрических параметров строительных конструкций.

Методы и материалы

В качестве строительной конструкции объектом исследования было выбрано крыльцо главного входа в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид строительной конструкции (крыльцо СГУГиТ)

Экспериментальные исследования выполнялись с применением следующего комплекса технических и программных средств:

- электронный тахеометр Leica TS 02 с мини-призмой Leica;
- смартфон Apple iPhone 15 Pro Max, оснащенный основным датчиком камеры 48 мегапикселей (Мп) и встроенным датчиком LiDAR;
- для обработки результатов измерений – nanoCAD, GeoniCS;
- для выполнения сканирования и обработки результатов, полученных с использованием датчика LiDAR, – мобильное приложение 3D Scanner App;
- для фотограмметрической обработки цифровых снимков – профессиональное ПО Agisoft Metashape;

– для обработки результатов сканирования – Leica Cyclone.

В качестве эталонных значений использовались геометрические параметры строительной конструкции, полученные с использованием тахеометра. В качестве проверяемого оборудования использовался смартфон Apple iPhone 15 Pro Max, с основной 48-мегапиксельной камерой и встроенным датчиком LiDAR.

Контрольная исполнительная съемка выполнена в условной системе координат с одной станции, по всем характерным (габаритным) точкам конструкции крыльца. Результаты измерений тахеометром были импортированы в формат .dxf и обработаны с помощью ПО nanoCAD GeoniCS (рис. 2).

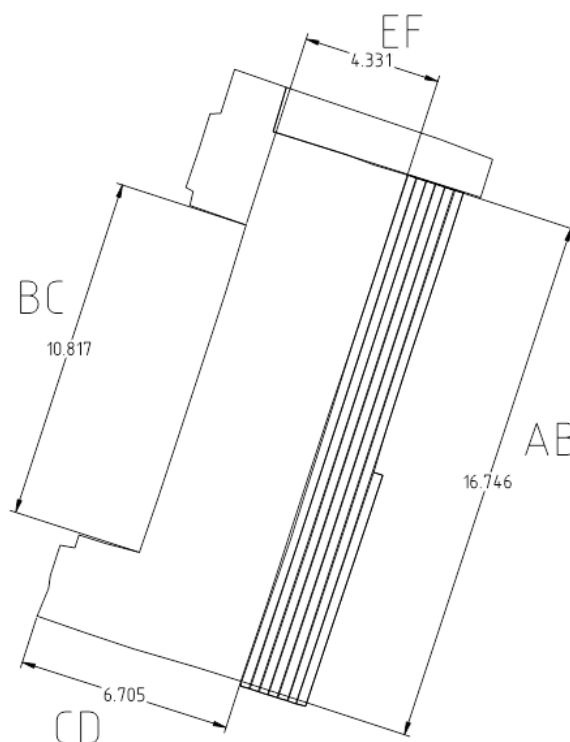


Рис. 2. Результаты исполнительной съемки крыльца СГУГиТ, полученные в ПО nanoCAD GeoniCS

Значения эталонных длин линий (AB, BC, CD и EF), которые приведены в таблице, были вычислены по координатам характерных точек строительной конструкции из решения обратной геодезической задачи.

Дальнейшие исследования заключались в применении и анализе двух методов испол-

нительной съемки с использованием смартфона iPhone 15 Pro Max:

- 1) при помощи датчика LiDAR;
- 2) при помощи неметрической 48-мегапиксельной камеры.

Сканирование смартфоном с помощью LiDAR велось в мобильном ПО 3D Scanner

App без его стабилизации в пространстве, при максимальном расстоянии до объекта исследования не более пяти метров. При этом качество исполнительной съемки в приложении было определено как высокое.

Предварительный результат сканирования объекта исследования приведен на рис. 3.

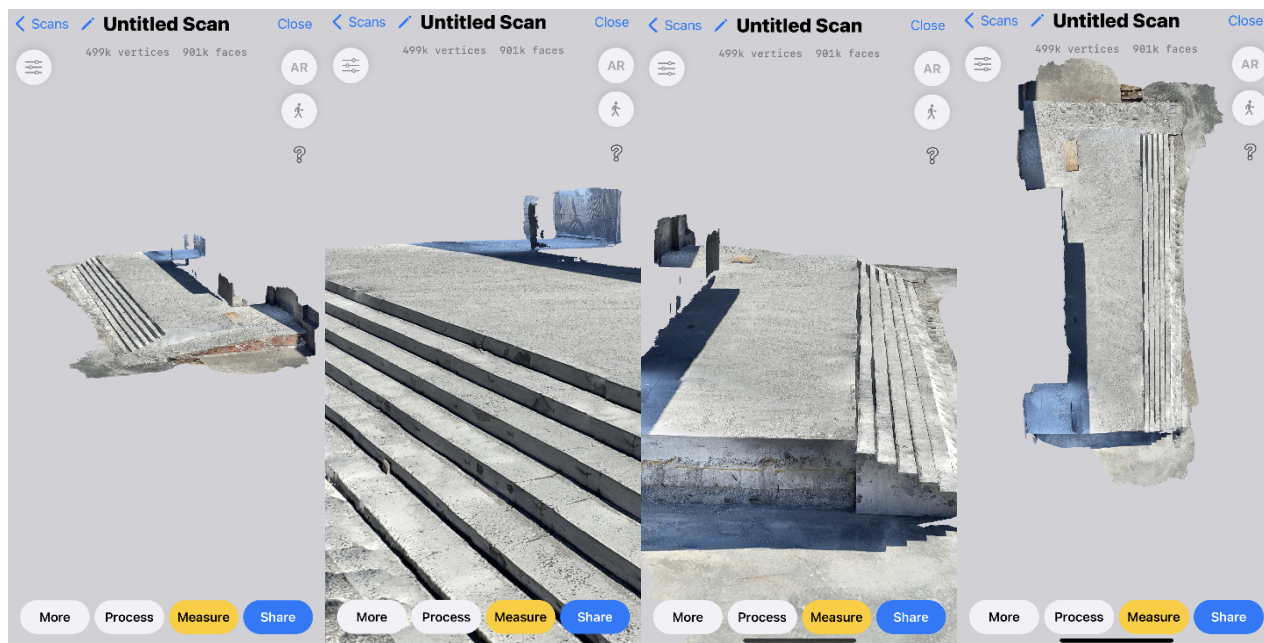


Рис. 3. Облако точек, полученное в ПО 3D Scanner App

После обработки на смартфоне полученное облако точек было экспортировано в ПО Leica Cyclone (рис. 4), где было выполнено измерение контрольных линий между характерными точками строительной конструкции (AB, BC, CD и EF), которые также приведены в таблице.

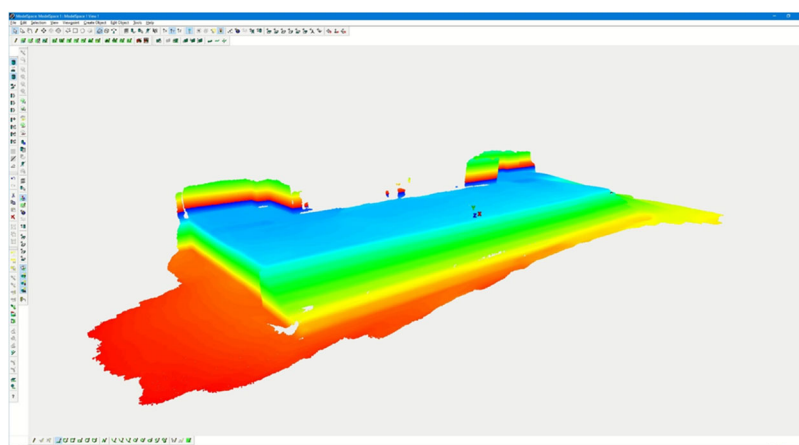


Рис. 4. Облако точек строительной конструкции, полученное в ПО Leica Cyclone

Применение второго метода исполнительной съемки заключалось в использовании не-

метрической 48-мегапиксельной камеры, установленной на этом же смартфоне iPhone

15 Pro Max. В результате было получено 164 снимка, фотограмметрическая обработка которых осуществлялась по стандартной методике в специализированном ПО Agisoft Metashape. Полученное облако точек импортировалось в ПО Leica Cyclone, где также было выполнено измерение кон-

трольных длин линий АВ, ВС, CD и EF (см. таблицу).

Результаты

Результаты выполненных геодезических измерений представлены в таблице.

Расхождение между измеренными контрольными длинами линий и эталонными значениями

Название контрольных линий	Значение контрольных длин линий			Отклонение от эталонных значений	
	Эталонные, м	Метод 1, м	Метод 2 м	Δ_1 , м	Δ_2 , м
AB	16,746	16,923	16,647	0,177	-0,099
BC	10,817	10,935	10,726	0,118	-0,091
CD	6,705	6,776	6,684	0,071	-0,021
EF	4,331	4,363	4,326	0,032	-0,005
Средняя квадратическая ошибка, вычисленная по формуле Гаусса				0,113	0,068
Нормативное значение средней квадратической ошибки, установленной для данного типа строительной конструкции				0,007	

Для корректного анализа полученных результатов необходимо установить предельно допустимое расхождение, соответствующее данному классу строительной конструкции. В соответствии с действующей нормативно-правовой базой (СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 : утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой) от 25.12.2012 № 109/ГС. – URL: <https://www.consultant.ru/>. – Текст: электронный), для такого типа строительной конструкции предельно допустимое отклонение соответствия длины и ширины $\Delta_{пред}$ составляет ± 20 мм. Следовательно, допустимая средняя квадратическая ошибка (СКО) используемого метода геодезических измерений в соответствии с уравнением будет составлять 7 мм:

$$m_{доп} = \frac{\Delta_{пред}}{t} = \frac{20 \text{ мм}}{3} = 7 \text{ мм}, \quad (1)$$

где t – статистический коэффициент перехода от предельного значения к средней квадратической ошибке, принимаемый при доверительной вероятности $\beta = 0,9973$ равным $t = 3$.

СКО исследуемых методов исполнительных съемок вычислялась по формуле Гаусса с использованием следующего уравнения:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta^2}{n}} \leq m_{доп}, \quad (2)$$

где n – число контрольных длин линий;

Δ – полученные расхождения между эталонным и измеренным значением контрольной длины линии.

Анализируя результаты исследования, приведенные в таблице, следует сделать следующие выводы.

1. Применение первого метода геодезических измерений, заключающегося в использовании встроенного датчика LiDAR в смартфон, привело к неудовлетворительным результатам, намного превышающим требуемую точность определения параметров строительной конструкции. Средняя квадратическая ошибка данного метода составила $m = 113$ мм, при допуске $m_{доп} = 7$ мм.

2. Применение второго метода геодезических измерений, заключающегося в использовании неметрической 48-мегапиксельной камеры смартфона, привело также к неудовлетворительным результатам, не соответствующим установленным для данной строитель-

ной конструкции точностным требованиям – средняя квадратическая ошибка данного метода составила $m = 68$ мм.

3. Полученные точностные характеристики соответствуют ситуации, при которой смартфон удален от строительной конструкции на максимальное расстояние не более пяти метров.

4. Установлена зависимость между размерами контролируемых элементов строительной конструкции и значением отклонения параметров от своих эталонных значений.

Заключение

Проведенное в настоящей статье экспериментальное исследование позволяет сформулировать следующие основные выводы.

1. Применение двух методов исполнительной съемки для данного типа строительной конструкции не выявили возможность использования смартфона со встроенным датчиком LiDAR и наличием неметрической 48-мегапиксельной камеры в качестве геоде-

зического средства измерения. Средняя квадратическая ошибка каждого из двух методов намного превышает требуемую точность определения параметров строительной конструкции.

2. Использование этих методов как вспомогательного инструмента целесообразно для актуализации результатов исполнительной съемки, выполненной с использованием традиционных геодезических методов (тахеометр) и строительных конструкций, требующих меньшую точность определения их геометрических параметров.

3. Повышение точности определения геометрических параметров при использовании смартфонов с соответствующими приложениями заключается в увеличении количества контролируемых характерных точек, позволяющих разделить строительную конструкцию на фрагменты, использовать устройство для стабилизации, устанавливать максимально допустимые размеры контролируемого объекта и расстояние от него до смартфона.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

2. Андрюшенков А. Ф., Воловник Н. С., Андрюшенков А. А. Безопасность зданий и сооружений: геодезический контроль строительства зданий и сооружений : учебно-методическое пособие для практических работ. Омск : Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2018. 131 с.
3. Алтынцев М. А. Применение технологии наземного лазерного сканирования для создания объемных чертежей фасадов зданий. Вестник СГУГиТ. 2022. Т. 27, № 3. С. 5–18. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-3-5-18. EDN WLAGIJ.
4. Wang Sh., Kornienko A., Dzerkachenka P. 3D scanning applications. Education and Science in the development of Technology, Economy and Society. 2025. Pp. 354–355. EDN LJBZBV.
5. Сальников В. Г., Горобцов С. Р. Применение дополненной реальности при визуализации готовых инженерных решений. Российский форум изыскателей : сборник докладов IV Международной научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 107–110. EDN BEHFTN.
6. Rizali M. I., Idris A. N., Rizali M. H., Syafuan W. M. Quality Assessment of 3D Point Clouds on the Different Surface Materials Generated from iPhone LiDAR Sensor. Geospatial Technologies Tackling Global Challenges. 2022. Vol. 18, № 4. Pp. 51–58. DOI 10.52939/ijg.v18i4.2259.
7. Сальников В. Г., Горобцов С. Р., Астапов А. М., Кирилов Н. А. Применение современных смартфонов с функцией LiDAR для топографической съемки масштаба 1 : 500 // 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. 119–125. DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-1-119-125. EDN MWDRGW.
8. Gregor Luetzenburg, Aart Kroon, Anders Anker Bjørk. Evaluation of the Apple iPhone 12 Pro LiDAR for an Application in Geosciences. Scientific Reports. 2021. Vol. 11. DOI 10.1038/s41598-021-01763-9.

9. Сапронов А. Е., Усманова А. Д. Применение технологии «LiDAR» смартфонов и планшетов при создании трехмерных моделей. *Техника и технология транспорта*. 2023. № 2 (29). С. 19. EDN WLEEWS.
10. Гусев А. Н., Насереддин Х. Х. Создание геодезической разбивочной основы с помощью LiDAR-сканера, установленного в смартфоне iPhone 16 Pro Max. *Инженерные изыскания*. 2024. Т. XVIII, № 1. С. 66–76. DOI 10.25296/1997-8650-2024-18-1-66-76. EDN UVALFM.
11. Суранов Н. А., Романчиков А. Ю., Вальков В. А. Исследование применения лидаров в смартфоне iPhone 12 Pro при выполнении обмеров помещений для целей государственного кадастрового учета. *Вестник СГУГиТ*. 2023. Т. 28, № 3. С. 33–46. DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-3-33-46. EDN: EPJFYA.
12. Higinio González-Jorge, Joaquin Martínez-Sánchez, Martín Bueno, Pedor Arias. Unmanned Aerial Systems for Civil Applications: A Review. *Drones*. 2017. Vol. 1, № 1. DOI 10.3390/drones1010002.

REFERENCES

1. Andryushenkov, A. F., Volovnik, N. S., Andryushenkov A. A. (2018). *Bezopasnost zdaniy i sooruzhenij geodezicheskij kontrol stroitelstva zdaniy i sooruzhenij: uchebno metodicheskoe posobie dlya prakticheskikh rabot [Safety of Buildings and Structures: Geodetic Control of Building and Structure Construction: A Practical Study Guide for Professionals]*. Omsk: Siberian State Automobile and Highway University (SibADI) Publ., 131 p. [in Russian].
2. Altyntsev, M. A. (2022). Application of terrestrial laser scanning technology for creating record drawings of building facades. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27(3), 5–18. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-3-5-18.1. EDN WLAGIJ [in Russian].
3. Wang, Sh., Kornienko, A., Dzerkachenka, P. (2025). 3D Scanning Applications. *Education and Science in the development of Technology, Economy and Society*. P. 354–355. EDN LJBZBV.
4. Salnikov, V. G. & Gorobtsov, S. R. (2022). The use of augmented reality in the visualization of ready-made engineering solutions. In *Rossijskij forum izyskatelej. Sbornik dokladov IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii [Russian forum of surveyors. Collection of reports of the IV International Scientific and Practical Conference]*, 107–110. EDN BEHFTN [in Russian].
5. Rizali, M. I., Idris, A. N., Rizali, M. H., Syafuan, W. M. (2022). Quality Assessment of 3D Point Clouds on the Different Surface Materials Generated from iPhone LiDAR Sensor. *Geospatial Technologies Tackling Global Challenges*, 18(4), 51–58. DOI 10.52939/ijg.v18i4.2259.
6. Salnikov, V. G., Gorobtsov, S. R., Astapov, A. M., Kirilov, N. A. (2023). The use of modern smartphones with the LiDAR function for topographic survey at a scale of 1 : 500. *Interespo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]*, 1, 119–125. DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-1-119-125. EDN MWDRGW [in Russian].
7. Gregor Luetzenburg, Aart Kroon, Anders Anker Bjørk. (2021). Evaluation of the Apple iPhone 12 Pro LiDAR for an Application in Geosciences. *Scientific Reports*, 11. DOI 10.1038/s41598-021-01763-9.
8. Sapronov, A. E. & Usmanova A. D. (2023). The use of LiDAR technology of smartphones and tablets when creating three-dimensional models. *Tekhnika i tekhnologiya transporta [Technique and Technology of Transport]*, 2(29), 19 p. EDN WLEEWS [in Russian].
9. Gusev, A. N. & Nasereddin, H. H. (2024). Creating a Geodetic Center Base Using a LiDAR Scanner Installed in an iPhone 16 Pro Max Smartphone. *Inzhenernye izyskaniya [Engineering survey]*, 18(1), 66–76. DOI 10.25296/1997-8650-2024-18-1-66-76. EDN UVALFM [in Russian].
10. Suranov, N. A., Romanchikov, A. Yu., Valkov, V. A. (2023). The Examination of a Possibility for Usage of an iPhone 12 Pro LiDAR to Indoor Measurements for State Cadastral Registration. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 28(3), 33–46. DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-3-33-46. EDN EPJFYA [in Russian].
11. Higinio González-Jorge, Joaquin Martínez-Sánchez, Martín Bueno, Pedor Arias. (2017). Unmanned Aerial Systems for Civil Applications: A Review. *Drones*, 1(1). DOI 10.3390/drones1010002.

Об авторах

Валерий Геннадьевич Сальников – кандидат технических наук, доцент, декан факультета геодезии, картографии и горного дела.

Андрей Михайлович Астапов – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной геодезии и горного дела.

Сергей Романович Горобцов – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной геодезии и горного дела.

Глеб Денисович Геращенко – аспирант кафедры прикладной геодезии и горного дела.

Author details

Valeriy G. Salnikov – PhD, Associate Professor, Dean, Faculty of Geodesy, Cartography and Mining.

Andrej M. Astapov – PhD, Senior Lecturer, Department of Applied Geodesy and Mining.

Sergey R. Gorobtsov – PhD, Associate Professor, Department of Applied Geodesy and Mining.

Gleb D. Gerashenko – PhD Student, Department of Applied Geodesy and Mining.

Получено / Received 30.04.2026

Поступила после рецензирования / Revised 07.09.2026

Принята к публикации / Accepted 23.09.2026