

УДК 528.02

ГЕОДЕЗИЯ И ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ



GEODESY AND DIGITAL TWINS

Васильев Станислав Геннадьевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
stasushka787@gmail.com

Андрющенко Антон Владимирович

студент,
Кубанский государственный технологический университет
antonandr72@gmail.com

Романова Татьяна Андреевна

старший преподаватель,
Кубанский государственный технологический университет
romanovata23@yandex.ru

Захарова Екатерина Сергеевна

студентка,
Кубанский государственный технологический университет
zaharovak130@gmail.com

Сафонова Ульяна Николаевна

студентка,
Кубанский государственный технологический университет
Safonova.ulyana20@mail.ru

Фоменко Людмила Юрьевна

студентка,
Кубанский государственный технологический университет
Ludmilafomenko0802@gmail.com

Аннотация. На данный момент в мире с огромной скоростью развиваются цифровые технологии. Информационные технологии захватили ключевые сферы нашей жизни, включая здравоохранение, образование, искусство и агропромышленный комплекс. С развитием цифровых технологий в строительной отрасли, и, в частности, в сфере проектирования, работу специалистов значительно облегчила. Проектирование перешло на более высокий уровень – это информационное моделирование, которое дает возможность создать виртуальный аналог будущего здания. Этот цифровой аналог включает в себя все необходимые данные для разработки проекта, возведения и дальнейшего обслуживания объекта, а также разнообразные инструменты для управления этими данными. Такой виртуальный объект известен как BIM – модель, что расшифровывается как Building Information Modeling, то есть Информационное Моделирование Зданий. В статье рассмотрены различные подходы применения геопространственных цифровых двойников на практике и их роль в геодезии.

Ключевые слова: информационное моделирование, цифровые двойники, цифровые технологии, искусственный интеллект, планировка, геодезия, географические информационные системы (ГИС).

Stanislav Gennadievich Vasiliev

Student,
Kuban State Technological University
stasushka787@gmail.com

Anton Vladimirovich Andryushchenko

Student,
Kuban State Technological University
antonandr72@gmail.com

Tatiana Andreevna Romanova

Scientific Lecturer,
Kuban State Technological University
romanovata23@yandex.ru

Ekaterina Sergeevna Zakharova

Student,
Kuban State Technological University
zaharovak130@gmail.com

Safonova Ulyana Nikolaevna

Student,
Kuban State Technological University
Safonova.ulyana20@mail.ru

Fomenko Lyudmila Yuryevna

Student,
Kuban State Technological University
Ludmilafomenko0802@gmail.com

Annotation. At the moment, digital technology is evolving at a tremendous speed around the world. Information technology has taken over key areas of our lives, including healthcare, education, the arts and agribusiness. With the development of digital technology in the construction industry, and in particular in the field of design, the work of professionals has become much easier. Designing has moved to a higher level – this is information modeling, which makes it possible to create a virtual analog of the future building. This digital analog includes all the necessary data for project development, construction and further maintenance of the object, as well as a variety of tools for managing this data. Such a virtual object is known as BIM - model, which stands for Building Information Modeling. The article considers different approaches of using digital twins in practice and their role in geodesy.

Keywords: information modeling, digital twins, digital technologies, artificial intelligence, layout, geodesy, geographic information systems (GIS).

Введение. Геодезия, наука об измерениях и картографировании Земли, переживает революцию. Вместе с бурным развитием цифровых технологий появляется новый инструмент – цифровые двойники, который кардинально меняет подход к управлению пространством [1] [2]. Эти «цифровые копии» используются для улучшения планирования, строительства и эксплуатации инфраструктурных объектов, таких как здания, дороги и мосты. В данной статье речь будет идти о геопространственных цифровых двойниках, а также для чего они существуют [3].

Методика исследования: исследование данных в глобальной сети, в книжных хранилищах, а также фокусировка на отборе исключительно значимых и захватывающих сведений по рассматриваемой теме.

Цифровой двойник – это цифровая копия физического объекта или процесса, которая создавалась на примере данных, полученных из различных датчиков и сенсоров. Такие технологии обеспечивают высокоточное воссоздание геометрических параметров, структуры и функциональных особенностей объекта в цифровом пространстве [4].

Геодезические методы стоят у истоков разработки цифровых копий объектов, предоставляя основные данные о геометрии и положении объекта в пространстве. Современные геодезические технологии, такие как лазерное сканирование, фотограмметрия и спутниковые системы позиционирования, позволяют собирать детальную информацию о рельефе местности, зданиях, инфраструктурных объектах и других элементах пространства [5].

Преимущества использования цифровых двойников в геодезии:

- Применение цифровых двойников открывает возможность для создания точных 3D-моделей земельных участков и инфраструктурных объектов, что облегчает процесс анализа геодезических данных и способствует принятию обоснованных решений. Это обеспечивает улучшенную визуализацию и анализ данных [6] [7];

- Цифровые двойники могут содержать максимально точную информацию о геометрии и структуре объекта, что важно для проектирования, строительства, мониторинга и управления;

- Цифровые двойники позволяют моделировать различные сценарии изменения пространства, например, возведение новых зданий, реконструкцию дорог, изменения рельефа местности. Это помогает планировать и оптимизировать проекты [8];

- Цифровые двойники позволяют отслеживать изменения в реальном времени, например, изменения рельефа местности, появление новых объектов, деформации зданий [9]. Это важно для безопасности и управления пространством.

Также они могут применяться в различных областях, от управления земельными ресурсами до планирования городской инфраструктуры. Вот несколько примеров:

1. Строительство: Цифровые двойники используются для планирования и строительства зданий, мостов, дорог и других объектов. Они позволяют визуализировать проект, оптимизировать расход материалов и сократить срок строительства [11].

2. Землеустройство и кадастр: Цифровые двойники используются для определения границ земельных участков, их площади, создания кадастровых карт и планов. Они позволяют упростить процесс землеустройства и кадастрового учета [12].

3. Управление городской средой: Цифровые двойники используются для планирования и управления развитием городов, оптимизации транспортной системы, улучшения качества жизни горожан.

4. Мониторинг окружающей среды: Цифровые двойники используются для мониторинга изменений ландшафтов, эрозии, оползней, подтоплений. Они помогают оценивать влияние антропогенной деятельности на окружающую среду и принимать меры по ее защите [13].

Также, важно помнить то, что цифровые двойники тесно интегрируются с географическими информационными системами (ГИС) для обеспечения точности и актуальности данных. Преимущества интеграции с ГИС [14] [15]:

- ГИС обеспечивает точное картографирование и анализ данных, что улучшает качество цифровых двойников;

- Своевременное обновление данных в ГИС позволяет цифровым двойникам оперативно отражать изменения в реальном мире;

- Моделирование: Цифровые двойники дают возможность формировать точные трехмерные модели, что упрощает процесс визуализации и анализа информации. Такой подход способствует глубокому пониманию пространственных связей между объектами и поддерживает принятие более взвешенных решений;

- Цифровые двойники позволяют отслеживать изменения в объектах, будь то сдвиги в основаниях строений, подвижки грунта или эволюция растительного покрова.

Вывод. В заключение можно сказать, что сочетание геодезии и цифровых двойников представляет собой новый фундамент для управления пространством. Эта технология позволяет геодезистам и инженерам с высокой точностью моделировать и анализировать земельные участки и строительные объекты. Использование цифровых двойников способствует повышению эффективности проектных работ, оптимизации расходов и сокращению времени на проведение измерений. Геодезия продолжает играть ключевую роль в этой революции, предоставляя основные данные о геометрии и положении объектов в пространстве.

Литература

1. Современные методы и приборы геодезического мониторинга зданий и сооружений / И.С. Грибкова, Р.О. Кузьмин, Л.А. Щенявская, А.А. Панютищева // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2023. – № 2. – С. 44–47.
2. Гура Д.А. Мобильному миру – мобильные сканирующие системы / Д.А. Гура, Е.А. Везубов // Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 56–58.
3. Кайшева А.И. Геодезические разбивочные работы в строительстве / А.И. Кайшева, Л.А. Грибкова, Г.Т. Акопян // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 2. – С. 32–34.
4. Куприяновский В.П. Цифровые двойники на базе развития технологий bim, связанные онтологиями, 5G, IoT и смешанной реальностью для использования в инфраструктурных проектах и ifrabim / В.П. Куприяновский, А.А. Климов, Ю.Н. Воропаев // International Journal of Open Information Technologies. – 2020.
5. Хашпакянц Н.О. Применение лазерного сканирования в землеустройстве и кадастрах / Н.О. Хашпакянц, И.С. Грибкова // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2017. – № 9. – С. 27–35.
6. Гура Д.А. Создание 3D кадастра объекта недвижимости для постановки на кадастровый учёт на примере железнодорожного вокзала Адлерского района г. Сочи / Д.А. Гура, Т.Э. Алкачев // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2015. – № 11. – С. 362–369.
7. Грибкова И.С. Эффективность BIM технологий проектирования / И.С. Грибкова, Н.О. Хашпакянц // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2018. – № 2. – С. 235–242.
8. Грибкова И.С. Геодезические сети для мониторинга земной поверхности / И.С. Грибкова, А.С. Сукманюк // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». – 2018. – № 4. – С. 24–33.
9. Применение геоинформационных систем при проведении кадастровой оценки объектов недвижимости в Российской Федерации / А.В. Осенняя, И.С. Грибкова, Б.А. Хахук, Т.А. Бацких, К.В. Воронова // Региональные геосистемы. – 2020. – Т. 44. – № 1. – С. 55–63.
10. Genesis of organizational and technological planning in Russian building practice / R. Popov, A.N. Sekisov, D.A. Gura, L.I. Ivanov, N.A. Shipilova // Revista Turismo Estudos & Praticas. – 2020. – № S4. – P. 60.
11. Геодезические работы при ведении кадастра / С.Н. Корелов, Д.А. Гура, Г.Г. Шевченко, Ч.Н. Желтко, С.С. Желтко, С.Г. Берденшвили, Ю.С. Нелюбов // Методические указания к практическим занятиям. – Краснодар, 2011.
12. Анализ современного состояния улично-дорожной сети на примере города Краснодар / А.В. Осенняя, А.А. Коломыцев, К.В. Пачев, Г.Р. Шушкевич // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 2. – С. 66–69.
13. Кравченко Э.В. Мониторинг состояния городской среды для целей размещения и строительства объектов недвижимости / Э.В. Кравченко, З.Н. Сташ // В сборнике: Девелопмент и инновации в строительстве. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 774–781.

14. Грибкова И.С. ГИС и современный опыт их применения / И.С. Грибкова, Е.К. Питель // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. VIII Международная научно-практическая конференция. – 2013. – С. 74–76.
15. Структура информации ГИС для кадастровой оценки недвижимости / А.В. Осенняя, И.С. Грибкова, А.А. Коломыцев, Н.М. Кирюникова // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2022. – № 6. – С. 394–401.

References

1. Modern methods and devices for geodetic monitoring of buildings and structures / I.S. Gribkova, R.O. Kuzmin, L.A. Shchenyavskaya, A.A. Panyutischeva // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2023. – № 2. – P. 44–47.
2. Gura D.A. Mobile scanning systems for the mobile world / D.A. Gura, E.A. Verezubov // Earth sciences at the present stage. VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 56–58.
3. Kaisheva A.I. Geodetic surveying works in construction / A.I. Kaisheva, L.A. Gribkova, G.T. Akopyan // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2022. – № 2. – P. 32–34.
4. Kupriyanovskiy V.P. Digital twins based on the development of bim technologies, connected by ontologies, 5G, IoT and mixed reality for use in infrastructure projects and ifrabim / V.P. Kupriyanovskiy, A.A. Klimov, Yu.N. Voropaev // International Journal of Open Information Technologies. – 2020.
5. Khashpakiants N.O. Application of laser scanning in land management and cadastres / N.O. Khashpakiants, I.S. Gribkova // Electronic online polythematic journal «Scientific Works of KubSTU». – 2017. – № 9. – P. 27–35.
6. Gura D.A. Creation of a 3D cadastre of a real estate object for cadastral registration using the example of the railway station of the Adler district of Sochi / D.A. Gura, T.E. Alkachev // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2015. – № 11. – P. 362–369.
7. Gribkova I.S. Efficiency of BIM design technologies / I.S. Gribkova, N.O. Khashpakiants // Electronic network polythematic journal «Scientific works of KubSTU». – 2018. – № 2. – P. 235–242.
8. Gribkova I.S. Geodetic networks for monitoring the earth's surface / I.S. Gribkova, A.S. Sukmanyuk // Electronic online polythematic journal «Scientific Works of KubSTU». – 2018. – № 4. – P. 24–33.
9. Application of geographic information systems in the cadastral valuation of real estate objects in the Russian Federation / A.V. Osennyaya, I.S. Gribkova, B.A. Khakhuk, T.A. Batskikh, K.V. Voronova // Regional Geosystems. – 2020. – Vol. 44. – № 1. – P. 55–63.
10. Genesis of organizational and technological planning in Russian building practice / R. Popov, A.N. Sekisov, D.A. Gura, L.I. Ivanov, N.A. Shipilova // Revista Turismo Estudos & Praticas. – 2020. – № S4. – P. 60.
11. Geodetic works in maintaining the cadastral register / S.N. Korelov, D.A. Gura, G.G. Shevchenko, Ch.N. Zheltko, S.Ch. Zheltko, S.G. Berdenschvili, Yu.S. Nelyubov // Methodological instructions for practical classes. – Krasnodar, 2011.
12. Analysis of the current state of the street and road network on the example of the city of Krasnodar / A.V. Osennyaya, A.A. Kolomytsev, K.V. Pachev, G.R. Shushkevich // Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2022. – № 2. – P. 66–69.
13. Kravchenko E.V. Monitoring the state of the urban environment for the purposes of placement and construction of real estate objects / E.V. Kravchenko, Z.N. Stash // In the collection: Development and innovations in construction. Collection of materials of the III International scientific and practical conference. – 2020. – P. 774–781.
14. Gribkova I.S. GIS and modern experience of their application / I.S. Gribkova, E.K. Pitel // In the collection: Earth sciences at the present stage. VIII International scientific and practical conference. – 2013. – P. 74–76.
15. The structure of GIS information for cadastral valuation of real estate / A.V. Osennyaya, I.S. Gribkova, A.A. Kolomytsev, N.M. Kiryunikova // Land management, cadastre and land monitoring. – 2022. – № 6. – P. 394–401.