

УДК 528

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА



USE OF LASER SCANNING TECHNOLOGY IN THE FIELD OF URBAN PLANNING

Заброда Ольга Станиславовна

студент,
Кубанский государственный технологический университет
olechka.zabroda@yandex.ru

Гура Дмитрий Андреевич

кандидат технических наук,
доцент кафедры кадастра и геоинженерии,
Кубанский государственный технологический университет,
доцент кафедры геодезии,
Кубанский государственный аграрный университет
gda-kuban@mail.ru

Дражецкий Даниил Андреевич

студент,
Кубанский государственный технологический университет
drzhetsky@mail.ru

Панченко Екатерина Анатольевна

студент,
Кубанский государственный технологический университет
catepanchenko@gmail.com

Аннотация. Развитие городов никак не может обойтись без современных технологий. Лазерное сканирование – это передовая технология, которая с каждым днём используется всё чаще. Особое применение оно нашло в градостроительной деятельности, а, в частности, в территориальном планировании. В данной статье рассмотрен основной документ территориального планирования, законодательство и элементы строительного контроля. Авторами статьи предложена концепция создания единой комплексной территориальной геоинформационной системы GRADGIS, которая должна будет базироваться на алгоритмах искусственного интеллекта и машинном обучении, и логотип этой ГИС.

Ключевые слова: геоинформационная система, искусственный интеллект, градостроительный кодекс, лазерное сканирование, строительный контроль, 3D модель, ЦУР.

Zabroda Olga Stanislavovna

Student,
Kuban State Technological University
olechka.zabroda@yandex.ru

Gura Dmitry Andreevich

Candidate of Technical Sciences,
Assistant Professor of the Cadastral and
Geoengineering Department,
Kuban State Technological University,
Assistant Professor of
the Geodesy Department,
Kuban State Agrarian University
gda-kuban@mail.ru

Drazhetsky Daniil Andreevich

Student,
Kuban State Technological University
drzhetsky@mail.ru

Panchenko Ekaterina Anatolevna

Student,
Kuban State Technological University
catepanchenko@gmail.com

Annotation. The development of cities can't do without modern technologies. Laser scanning is an advanced technology that is used more and more often every day. It has found particular application in urban planning activities, and, in particular, in territorial planning. This article discusses the main document of territorial planning, legislation and elements of construction control. The authors of the article proposed the concept of creating a single integrated territorial geographic information system GRADGIS, which should be based on artificial intelligence algorithms and machine learning, and the logo of this GIS.

Keywords: geoinformation system, artificial intelligence, urban planning code, laser scanning, construction control, 3D model, SDGs.

Н а сегодняшний день проблема развития городов стоит очень остро. Градостроительная деятельность, как и любая другая сфера очень зависит от степени развития технологий. Потому сейчас, как никогда важно внедрение современных технологий в данную сферу. Строительство один из основных катализаторов экономической деятельности в нашей стране, а цифровые технологии позволяют укрепить национальную экономику.

По определению Градостроительного кодекса Российской Федерации (далее ГрК РФ), градостроительная деятельность – это деятельность по развитию территорий, в том числе городов и иных поселений, осуществляемая в виде территориального

планирования, градостроительного зонирования, планировки территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства, капитального ремонта, реконструкции, сноса объектов капитального строительства, эксплуатации зданий, сооружений, комплексного развития территорий и их благоустройства [1].

Одним из важных элементов градостроительной деятельности является территориальное планирование. Оно должно определять возможности развития территорий, вид их использования и зоны размещения ОКС. Территориальное планирование решает вопросы развития транспортной, инженерной и социальной инфраструктур. Назначение территорий определяется из совокупности множества факторов (экономические, экологические, социальные и т.д.) [2].

В соответствии с ГрК РФ одним из основных документов территориального планирования являются схемы территориального планирования. Подготовка схем территориального планирования осуществляется на основании результатов инженерных изысканий в соответствии с требованиями технических регламентов. Разработка, согласование, утверждение и реализация градостроительной документации осуществляются на основе материалов соответствующих комплексных инженерных изысканий, состав которых определяется в зависимости от вида градостроительной документации [1].

Разработка схем и проектов территориального планирования так же не может обойтись без цифровых технологий. Использование интеллектуальной системы поддержки принятия решений для территориального планирования является экономически оправдано, так как позволит упростить и ускорить процесс работы с информацией и данными, за счет использования искусственного интеллекта и машинного обучения.

При использовании современных технологий при разработке градостроительной документации учитывается формат и структура имеющихся у заказчика электронных картографических и других информационных данных. В качестве картографической основы при разработке градостроительной документации с использованием геоинформационных систем применяются цифровые топографические карты и планы городов или составленные на их основе производные цифровые карты.

3D-технологии являются перспективной, но уже отлично зарекомендовавшей себя сферой деятельности. Использование 3D-геоданных является мировым трендом и применяется как в территориальном планировании, градостроительном и архитектурно-строительном проектировании, так и в создании проектов высокотехнологического бизнеса [3].

Для получения качественной основы при работе с геопространственными данными в сфере градостроительства уже нельзя обойтись без технологии лазерного сканирования. Лазерное сканирование является уникальным методом сбора информации об объекте. Позволяет оперативно получать метрическую и координатную информацию, путем измерения расстояния от сканера до точек отражения. Все измерения производятся с огромной скоростью и в зависимости от типа сканера могут достигать до двух миллионов измерений в секунду. Лазерное сканирование подразделяется на 3 вида: наземное, мобильное и воздушное [4].

Наземное лазерное сканирование является наиболее точным среди других видов лазерного сканирования. Этот тип лазерного сканирования подходит для сложных сооружений и внутренних съемок, используется для получения очень детальных 3D-моделей объектов, фасадных планов и т.д. При производстве съемки наземного лазерного сканирования необходимо на местности закрепить геодезическую основу – точки (марки), для которых заранее известны координат, к которым можно произвести привязку, далее в специальном ПО полученные данные обрабатываются и могут использоваться в дальнейшем [4–5, 9].

Воздушное лазерное сканирование, в результате которого получается объемное облако точек обширной территории существенно экономит время по сравнению с классическими методами съемки объектов инфраструктуры. Полученные данные могут применяться при создании ортофотопланов, цифровых моделей рельефа, 3D-моделей

существующих объектов. Результатом таких работ служат: ГИС данные, высокоточные топографические карты и планы масштабов от 1:500 до 1:10000; продольные и поперечные профили. Воздушное лазерное сканирование также может применяться при отслеживании использования земель в соответствии с их целевым назначением [6–7].

В области градостроительства немаловажную роль играет и строительный контроль, базовым документом которого является градостроительный кодекс, в соответствии с которым нормативная база регулируется законами и иными правовыми актами федерального, регионального уровня и местного самоуправления.

В соответствии с ГрК РФ, строительный контроль – это комплекс экспертно-проверочных мероприятий, осуществляемых с оптимальной регулярностью и по строгому контролю соответствия всего процесса строительных и ремонтных работ действующим нормам и правилам, а также проектной документации [1].

Строительный контроль включает в себя ряд мероприятий и процедур, которые обязательны для исполнения на каждом этапе строительства, реконструкции или капитального ремонта ОКС. Задача строительного контроля состоит в создании многоуровневой интегрированной системы, включающей эти мероприятия.

Строительный контроль состоит из строительного контроля застройщика, лабораторного контроля, геодезического контроля (который на данный момент можно осуществлять с помощью технологии лазерного сканирования), производственного контроля, авторского надзора и контроля качества инженерных изысканий [8–9].

В настоящее время развитие территорий, повышение производительности труда, уровня жизни и эффективности вложений невозможно без интеллектуального управления территориями. Для этого предлагается создать единую комплексную территориальную геоинформационную систему GRADGIS (рис. 1), которая будет содержать в себе интеллектуальную систему поддержки принятия решений и должна базироваться на алгоритмах машинного обучения на основе сформированной обучающей выработки, искусственного интеллекта, распознавания отдельных объектов для дальнейшего создания из данных полученных лазерным сканированием 3D-моделей. GRADGIS будет включать в себя ряд следующих модулей:

1. Интерактивный виртуальный портал на основе полученных данных;
2. Комплексная информационная платформа устойчивого развития;
3. Фонд высокоточных материалов;
4. Выполнение высокоточных съемок различных конструкций (в т.ч. объекты историко-культурного наследия).



Рисунок 1 – Логотип геоинформационной системы

Рассмотрим каждый из предложенных модулей подробнее (табл. 1).

В результате будет создан геоинформационный портал, реализующий функции:

1. Информационно-справочной системы по туристическим объектам в трёхмерном виде;
2. Трёхмерная оболочка, подобная google-earth или yandex-карты;
3. Система скачивания приложений для движения пользователя внутри виртуальной модели объекта;
4. Виртуальные модели объектов (объекты инфраструктуры, соборы, исторические центры городов, ландшафты, природные памятники).

Таблица 1 – Цели и функции модулей ГИС

№ модуля	Цель	Функции
1	Привлечение потока людей через повышение информированности о данном регионе	Данные о состоянии государственных дошкольных и школьных образовательных учреждений; Данные о ценообразовании; Данные о транспортной инфраструктуре; Данные здравоохранения; Данные жилищного фонда все объекты будут представлены на карте в формате 3д моделей
2	Создание интеллектуальной системы поддержки принятия решений при развитии и управлении территорией	Целостность системы обеспечивается единством специализированного программного обеспечения, методами сбора информации, методиками обработки информации, системами кодировки объектов и процессов, осуществляемыми посредством технологии наземного и воздушного лазерного сканирования
3	Массовая высокоточная оценка территории наиболее передовыми методами	Картографические материалы; Проектная документация; Конкретные проектные решения; Текстовые отчеты; Таблицы и базы данных; Экономико-статистические показатели; Фото и видеоматериалы; Данные наземных обследований; Данные диагностики; Данные о реконструкции объектов
4	Обеспечение сохранности и контроля состояния конструкций и уникальных исторических объектов	Мониторинг объектов инфраструктуры, осуществляемый посредством технологии наземного и воздушного лазерного сканирования

Таким образом, данные, полученные посредством лазерного сканирования, позволяют создавать ГИС управления территорией, выполнять разработку основных технических решений и вариантов оптимального расположения объектов, а также сэкономить средства за счет разработки оптимальных проектных решений.

Благодарность: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-00849

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 06.12.2021). Источник: справочная правовая система «Консультант Плюс». – URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040
2. Погребная Н.А. Назначение территориального планирования и виды документов территориального планирования // Научные итоги 2017 года: достижения, проекты, гипотезы. – 2017. – С. 120–124.
3. Клевцова А.П., Нерозина С.Ю. Современное строительство с применением новейших цифровых технологий // Молодежь и системная модернизация страны. – 2021. – С. 67–73.
4. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Акопян Г.Т. Применение наземного лазерного сканирования в строительстве и BIM-технологиях // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. – 2018. – № 2. – С. 254–256.
5. Руденко Ю.М., Богданец Е.С. Актуальность лидарной съемки на данном этапе развития лазерного сканирования // Технические науки – от теории к практике. – 2016. – № 5 (53). – С. 20–29.
6. Гура Д.А., Осенняя А.В., Марковский И.Г. Мониторинг использования земель с помощью технологии трехмерного лазерного сканирования // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений. – 2021. – С. 94–98.
7. Ноздрин В.Н., Зыков И.Ю. Применение лазерного сканирования при построении 3D-моделей // Высокие технологии в современной науке. – 2013. – С. 343–345.
8. Богданов А.Н., Листратов Я.А. Строительный контроль методом наземного лазерного сканирования // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – № 4 (50). – С. 401–409.

9. База данных «трехмерные координаты марок многоэтажного жилого здания для определения смещений и осадок» / Г.Г. Шевченко [и др.] // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2018621135, 24.07.2018. Заявка № 2018620403 от 06.04.2018.

References

1. The Urban Planning Code of the Russian Federation dated 29.12.2004 N 190-FZ (as amended on 06.12.2021). Source: Reference legal system «Consultant Plus». – URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040
2. Pogrebnaya N.A. Purpose of territorial planning and types of documents of territorial planning // Scientific results of 2017: achievements, projects, hypotheses. – 2017. – P. 120–124.
3. Klevtsova A.P., Nerozina S.Yu. Modern construction with the use of the latest digital technologies // Youth and systemic modernization of the country. – 2021. – P. 67–73.
4. Shevchenko G.G., Gura D.A., Hakobyan G.T. Application of ground laser scanning in construction and BIM-technologies // Scientific works of the Kuban State Technological University. – 2018. – № 2. – P. 254–256.
5. Rudenko Yu.M., Bogdanets E.S. The relevance of lidar imaging at this stage of laser scanning development // Technical Sciences – from Theory to Practice. – 2016. – № 5 (53). – P. 20–29.
6. Gura D.A., Autumn A.V., Markovsky I.G. Monitoring the use of land using three-dimensional laser scanning technology // Modern problems and prospects for the development of land and property relations. – 2021. – P. 94–98.
7. Nozdrin V.N., Zykov I.Yu. Application of laser scanning in the construction of 3D-models // High technologies in modern science. – 2013. – P. 343–345.
8. Bogdanov A.N., Listratov Ya.A. Stroitelnyi control by ground laser scanning // Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arkhitekturnogo stroitel'nogo universiteta. – 2019. – № 4 (50). – P. 401–409.
9. Database «three-dimensional coordinates of stamps of a multi-storey residential building for determining displacements and sediment» / G.G. Shevchenko [et al.] // Certificate of registration of the database RU 2018621135, 24.07.2018. Application № 2018620403 dated 06.04.2018.