

Е. В. Минченко¹✉, М. В. Мурзинцева¹, К. С. Батырова¹

Применение технологии дополненной реальности для визуализации инженерных коммуникаций

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: ovchinnik@list.ru

Аннотация. В статье исследуются возможности применения технологии дополненной реальности для визуализации трехмерной модели инженерных коммуникаций на основе топографического плана масштаба 1:500 при реконструкции подземных сооружений. Рассматривается использование мобильного приложения, позволяющего пользователям взаимодействовать с 3D-моделью подземных коммуникаций. Представлена методика создания 3D-моделей подземных коммуникаций на основе растрового топографического плана в программном продукте nanoCAD, их интеграция в платформу разработки и использование мобильного приложения для интерактивного отображения подземных инженерных сетей на экране мобильного устройства при наведении на топографический план в аналоговом (бумажном) виде. Результаты исследования демонстрируют, что применение дополненной реальности позволяет эффективно визуализировать подземные коммуникации, снижая риски их повреждения при проведении строительных и ремонтных работ.

Ключевые слова: дополненная реальность, трехмерная модель, мобильное приложение, топографический план, реконструкция, подземные коммуникации

E. V. Minchenko¹✉, M. V. Murzintseva¹, K. S. Batyrova¹

Application of augmented reality technology for visualization of engineering communications

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: ovchinnik@list.ru

Abstract. The article explores the possibilities of using augmented reality (AR) technology for visualization of a 3D model of engineering utilities based on a topographic plan at a scale of 1:500 when reconstructing underground structures. The use of mobile application allowing users to interact with 3D-model of underground utilities is considered. The methodology of creating 3D-models of underground utilities based on raster topographic plan in nanoCAD software product, their integration into AR-environment and the use of mobile application for interactive display of underground utilities on the screen of mobile device when pointing at the topographic plan in paper format is presented. The results of the study demonstrate that the application of DR allows to effectively visualize underground utilities, reducing the risks of their damage during construction and repair works.

Keywords: augmented reality, three-dimensional model, mobile application, topographic plan, reconstruction, underground communications

Введение

Реконструкция подземных коммуникаций представляет собой сложный и ответственный процесс, требующий качественно подготовленной проектной до-

кументации. Важной задачей при реконструкции подземных коммуникаций является определение их пространственного положения, глубины заложения и выявление возможных пересечений с другими инженерными сетями, что обеспечивает безопасность проведения работ и минимизацию риска повреждения существующих инженерных сетей [1]. Для успешного решения данной задачи необходимо с достаточной точностью знать пространственное положение коммуникаций, попадающих в зону проведения земляных работ. Данная информация может быть получена на основе анализа топографических планов и схем, которые служат основой для принятия решений при реконструкции подземной инфраструктуры [2].

В настоящее время технология дополненной реальности (ДР) активно внедряется в различные сферы, включая строительство и инженерные изыскания для реализации инфраструктурных проектов [3, 4]. ДР представляет собой инновационную технологию, позволяющую интегрировать цифровые данные, включая изображения и видеофайлы в реальную физическую среду в режиме реального времени. Современные технологии ДР позволяют упростить процесс анализа данных, наглядно оценить положение коммуникаций, что делает их важным инструментом при реконструкции сложных инженерных сетей.

В данном исследовании рассматривается возможность применения ДР для визуализации 3D-моделей инженерных коммуникаций на основе топографического плана масштаба 1:500 при реконструкции подземного трубопровода тепловых сетей.

Цель данного исследования заключается в создании и апробации методики создания и использования технологии дополненной реальности для визуализации подземных коммуникаций тепловых сетей.

Методы и материалы

В источнике [5] предложена методика создания и использования аналого-цифрового картографического комплекса с элементами дополненной реальности, на основе которой разрабатывалось мобильное приложение дополненной реальности для топографической карты 1:500.

Технологическая схема создания аналого-цифрового картографического комплекса с элементами дополненной реальности с применением топографической карты приведена на рис. 1.

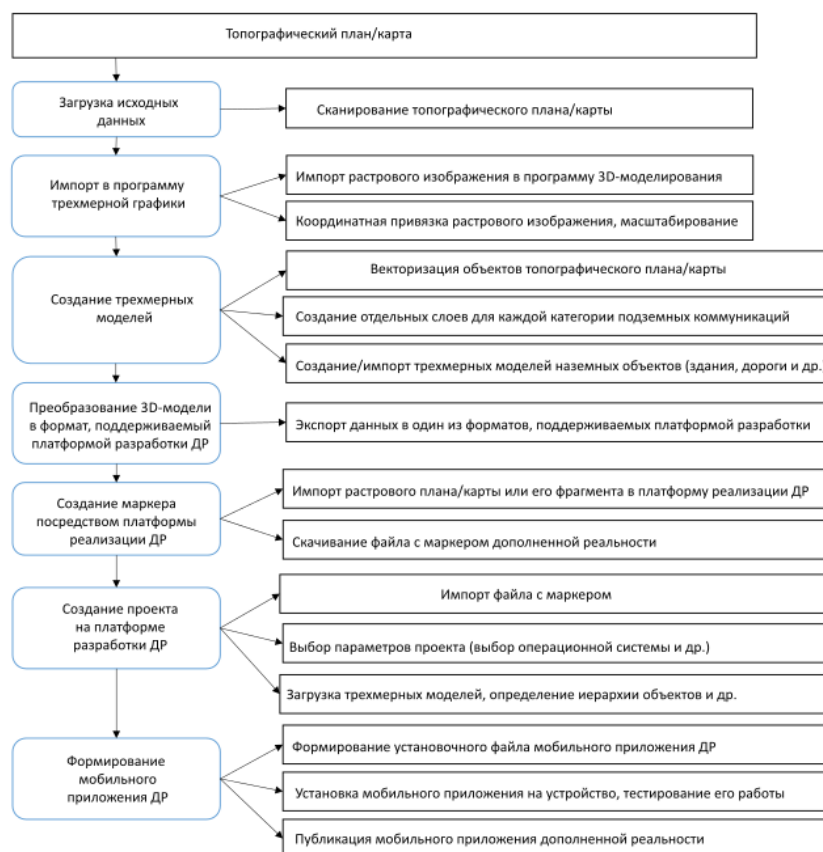


Рис. 1. Схема преобразования топографического плана в 3D модель

На первом этапе производится сканирование и загрузка растрового топографического плана в программный продукт САПР. На основе плана создается трехмерная модель подземных коммуникаций с учетом параметров, таких как глубина заложения, диаметр труб, тип коммуникаций, а также их взаимное расположение. Точность моделирования обеспечивается за счет использования актуальных геодезических данных и соблюдения нормативных требований.

После создания 3D-модель экспортируется в формат, совместимый с мобильным приложением ДР. Для интеграции модели в виртуальную среду использовались современные платформы реализации технологии ДР – программа Vuforia, а также разработки Unity Engine. На данном этапе выполняются следующие операции:

- создание проекта выполнения работ;
- выбор операционной системы мобильного устройства;
- импорт маркера и настройка параметров отображения модели, включая масштабирование;
- ориентация 3D сцены для различных типов коммуникаций.

Разработанное мобильное приложение ДР позволяет пользователю наводить камеру устройства на бумажный топографический план. С помощью алгоритмов распознавания маркера приложение идентифицирует план и накладывает

на него 3D-модель подземных коммуникаций (рис. 2). На экране устройства отображается трехмерная модель коммуникаций, просматриваемая с разных ракурсов, что обеспечивает интерактивное взаимодействие с моделью и повышает наглядность представления данных.

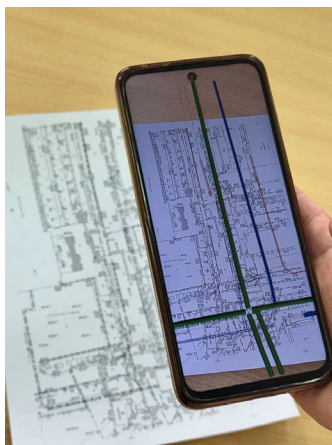


Рис. 2. Визуализация подземных коммуникаций в дополненной реальности

Обсуждение

По результатам исследований установлено, что применение технологии ДР для визуализации подземных коммуникаций на топографическом плане обеспечивает интерактивность, реалистичность, а также возможность просмотра объектов в нескольких ракурсах. Это значительно повышает наглядность и эффективность работы с топографическими данными.

Основными преимуществами, позволяющими технологии ДР быть полезной и востребованной для целей проведения инженерно-геодезических изысканий, являются:

- повышение точности данных семантической информации;
- интерактивность, улучшение наглядности и восприятия информации;
- снижение рисков при проведении земляных работ;
- доступность для широкого круга специалистов;
- повышение эффективности принятия решений;
- уменьшение зависимости от обновления бумажной документации.

Применение технологии ДР для визуализации подземных коммуникаций при наведении камеры мобильного устройства на карту и отображение их 3D-моделей является эффективным инструментом для широкого круга специалистов, включая строительные бригады, эксплуатационные и коммунальные службы, управляющие компании, аварийные службы, а также инженерные службы и проектирующие организации.

Заключение

Одним из преимуществ использования технологий ДР в геодезии является повышение точности и безопасности выполнения работ. Традиционные методы,

основанные на использовании двухмерных чертежей и планов, зачастую затрудняют интерпретацию данных, например, семантическую информацию и могут приводить к некоторым ошибкам (неточностям) при планировании, проектировании и реконструкции подземных коммуникаций. Внедрение технологий ДР способствует повышению информативности и наглядности топографических планов за счет их трехмерной визуализации, что обеспечивает минимизацию риска повреждений подземных коммуникаций при проведении земляных работах.

Технология ДР представляют собой перспективное направление для получения визуализации инженерных коммуникаций при реконструкции подземных сооружений. Разработанное мобильное приложение продемонстрировало свою эффективность и удобство использования на практике. Дальнейшее развитие данной технологии позволит улучшить точность и надежность работы приложений, а также расширить область их применения [6].

Рекомендации для дальнейших исследований заключаются в синтезе искусственного интеллекта (ИИ) с дополненной реальностью, отображающей физическую среду. В этом случае технические специалисты обслуживающих организаций, например, теплосетей, горводоканала и т.д. будут получать инструкции по выполнению задач и проверок состояния коммуникаций таким же образом, как при реальном общении со специалистами других отделов. Функционал разрабатываемой в будущем платформы должен включать интеграцию модулей приложения и программных модулей для обмена информацией с инженерным отделом эксплуатирующей организации с целью планирования технического обслуживания и ремонта, а также создание хранилища произведенных работ для постоянного переобучения и оптимизации ИИ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. От 25.12.2023). - Текст: электронный // СПС КонсультантПлюс. - URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/. - (дата обращения: 18.01.2024). - Режим доступа: общий доступ.
2. Ознамец, В. В. Разработка теоретических и технологических основ комплексного геодезического обеспечения устойчивого развития территорий: специальность 25.00.32 "Геодезия": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / В. В. Ознамец. - Москва, 2021. - 292 с.
3. Yu L., Ong S. K., Nee, Andrew. A tracking solution for mobile augmented reality based on sensor-aided marker-less tracking and panoramic mapping // Multimedia Tools and Applications. - 2015. - V. 75. - P. 3199-3220.
4. Язгельдиев Ш., Керимов А., Агаев А. Виртуальная и дополненная реальность в строительстве: новые возможности для проектирования и обучения // Вестник науки №10 (79) том 4. С. 950 - 953. 2024 г. ISSN 2712-8849 // Электронный ресурс: <https://www.vestnik-nauki.rf/article/18188> (дата обращения: 18.02.2025 г.)
5. Батырова, К. С. Методика расширения содержания и функционала аналоговых карт с применением технологии дополненной реальности / К. С. Батырова. – Текст : непосредственный. // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30. – № 1. – С. 98–105. – DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-5-99-107.
6. Батырова, К. С. История дополненной реальности и перспективы ее применения в картографии / К. С. Батырова, Я. Г. Пошивайло // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). - 2021. - Т. 26, № 5. - С. 99-107. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-5-99-107

© Е. В. Минченко, М. В. Мурзинцева, К. С. Батырова, 2025