

*К. С. Батырова<sup>1\*</sup>, О. В. Федорова<sup>2\*</sup>*

## **Технология дополненной реальности и ее роль в устойчивом развитии территории**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> ООО «ИндорСофт», г. Томск, Российская Федерация

\*e-mail: karshiya2011@mail.ru

\*e-mail: oksvlfed@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлен алгоритм создания и применение цифровой карты средствами геоинформационных систем (ГИС) на основе материалов аэрофотосъемки и данных мобильного лазерного сканирования (МЛС), визуализированной с помощью технологии дополненной реальности для решения задач устойчивого развития территорий. Актуальность данной работы заключается в том, что по результатам применения технологии дополненной реальности для решения задач устойчивого развития, даны рекомендации по созданию приложения дополненной реальности и выявлены области применения технологии в сфере устойчивого развития территорий. Описан процесс разработки прототипа приложения дополненной реальности для фрагмента аналого-цифровой карты, разработан алгоритм распознавания метки. Результаты исследования могут быть использованы для повышения эффективности управления городским хозяйством, повышения качества жизни населения.

**Ключевые слова:** технология дополненной реальности, устойчивое развитие территории, визуализация, геоинформационные системы

*K. S. Batyrova<sup>1\*</sup>, O. V. Fedorova<sup>2\*</sup>*

## **Augmented reality and its role in the sustainable development of the territory**

<sup>1</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup>IndorSoft LLC, Tomsk, Russian Federation

\*e-mail: karshiya2011@mail.ru

\* e-mail: oksvlfed@yandex.ru

**Abstract:** The article presents an algorithm for creating and using a digital map using geographic information systems (GIS) based on aerial photography and mobile laser scanning (MLS) data, visualized using augmented reality technology to solve problems of sustainable development of territories. The relevance of this work lies in the fact that based on the results of using augmented reality to solve problems of sustainable development, recommendations were given for creating an augmented reality application and areas of application of the technology in the field of sustainable development of territories were identified. The process of developing a prototype of an augmented reality application for a fragment of an analog-digital map is described, and a tag recognition algorithm is developed. The results of the study can be used to improve the efficiency of urban management and improve the quality of life of the population.

**Keywords:** augmented reality, sustainable development of the territory, visualization, geoinformation systems.

## ***Введение***

В последнее время, в мировом пространстве, возникает потребность применения технологии дополненной реальности (ТДР), что значительно расширяет сферу ее применения. В частности, ТДР, внедряя образные объекты в физическое пространство, может использоваться в планировании устойчивого развития территорий, для решения различных задач и визуализации объектов в пространстве.

Понятие устойчивого развития появляется и закрепляется в употреблении благодаря Международной конференции Организации объединенных наций (ООН) по окружающей среде и развитию (ЮНСЕД) – «Саммит Земли» [1], прошедшей в Рио-де-Жанейро в 1992 г. В его основе лежит идея стратегического развития и перспективы в какой-либо области. В данной статье представлены проблемы и некоторые вопросы устойчивого развития территорий (УРТ) в городской среде.

Определение УРТ зафиксировано в Градостроительном кодексе РФ [2]. Комфорт городского пространства является важным аспектом жизнеобеспечения населения всех групп и может быть, как *физическим* – удобная транспортно-планировочная структура, доступность социальных учреждений, мест отдыха, так и *визуальным* – красивый вид, гармонично вписывающий в себя все элементы застройки и природную среду, т.е. то, что принято называть «качеством» жизни. Понятие «качества городской среды» для проживания, современные методики измерения и ее оценки, рассматриваются в статье [3].

В работах некоторых авторов рассматриваются основные перспективы землеустроительного контроля устойчивого развития территории [4], основные тенденции развития в системе формирования городской среды [5, 6], представлена разработка обеспечения УРТ в условиях цифровизации экономики РФ с помощью геодезического комплекса [7].

## ***Методы и материалы***

В процессе проведения исследования использовались метод научного исследования и анализ литературы, метод классификации и расчета, методы фотограмметрии, методы сбора и обработки исходных данных, геодезические методы ориентирования, метод геоинформационного картографирования, технологии дешифрирования местности, методы пространственного моделирования, метод фото-/видео-фиксации, метод визуализации пространства в цифровой среде. Исходными данными послужили ортофотопланы масштаба 1:2000, плотное облако точек по результатам мобильного лазерного сканирования, круговая панорамная видеосъемка, цифровая геоинформационная модель местности.

## ***Устойчивое развитие территорий на примере г. Новосибирск***

Идея устойчивого развития в целом – развитие экономической, социологической, экологической, территориальной, социальной сферы жизнедеятельности

человека во взаимосвязи с общим его благосостоянием. Взаимодействие ключевых факторов (принципов) устойчивого развития наглядно изображено на рисунке 1.

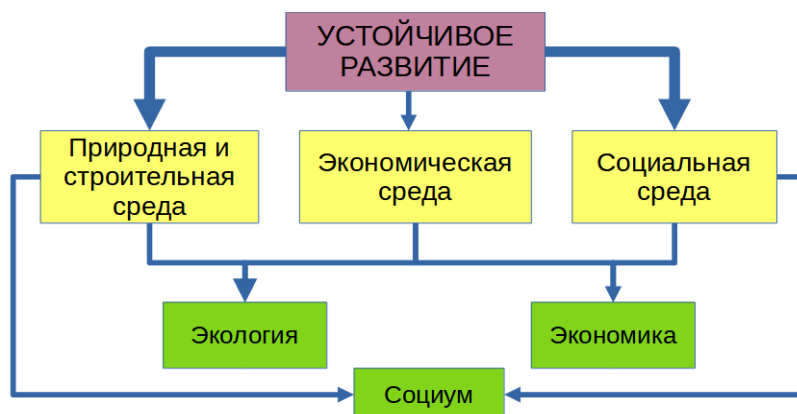


Рис. 1. Взаимодействие ключевых факторов устойчивого развития

Принципы создания благоприятных условий развития и жизни человека, работают и в УРТ, взаимодействуя с градостроительством и архитектурой, формируя новый подход в распоряжении земельными ресурсами и развитию инженерно-технической части в формировании городского пространства и инфраструктуры [8].

Городские территории постоянно развиваются, прирастает население, требуется строительство нового жилья, социальных объектов и развития инфраструктуры. Эти задачи остро стоят в городских агломерациях, в том числе и в г. Новосибирске. На данный момент в городе имеется такая проблема, как неравномерное распределение городской застройки и плотности населения. Проблема может быть решена путем нового строительства и реконструкции старого жилого фонда, а также модернизации городских территорий и возведением современных жилых и административных комплексов, имеющих экономическое и социальное значение, при этом гармонирующее с окружающей средой и отвечающее требованиям экологической безопасности.

Принятие решений о строительстве новых объектов или реконструкции старых это трудоемкий процесс, требующий больших трудовых и экономических затрат. Технология дополненной реальности, применяемая в целях формирования стратегических направлений развития региона, может облегчить труд, сократить временные и финансовые затраты и способствует принятию взвешенного и всестороннего решения [10].

По предоставленным данным от заказчика были созданы векторные объекты и заполнена их семантическая информация в соответствии с существующем в ПО IndotRoad классификатором [11]. В результате объединения всех полученных исходных и данных, включая результаты МЛС и панорамной съемки, были созданы векторные объекты и заполнена их семантическая информация в соот-

ветствии с существующим в ПО IndorRoad классификатором. Таким образом, получена цифровая модель объектов (ЦМО), которая послужит основой для создания дополненной реальности на части местности территориального округа г. Новосибирска. Полученные ЦМО в масштабах 1:1 500, 1:2 000 с подложками Open Street Maps и ортофотоплана

В результате была разработана методика создания цифровой карты средствами ГИС IndorRoad (рис. 2).

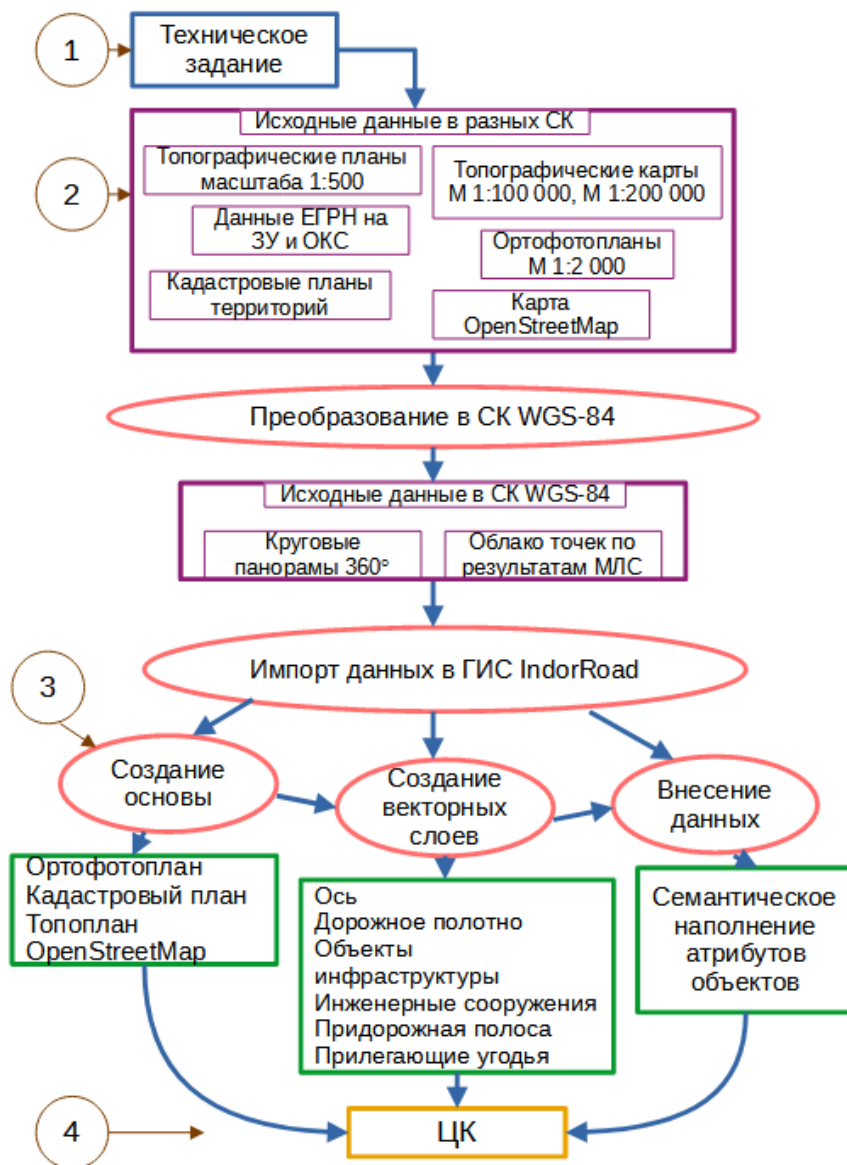


Рис. 2 Методика создания цифровой карты средствами ГИС IndorRoad

В результате проведенного исследования разработан алгоритм воспроизведения геопространственной информации на основе фрагмента цифровой карты г. Новосибирск масштаба 1:1 000, созданной в ГИС IndorRoad средствами дополненной реальности. Алгоритм процесса визуализации объектов дополненной реальности (рис. 3).

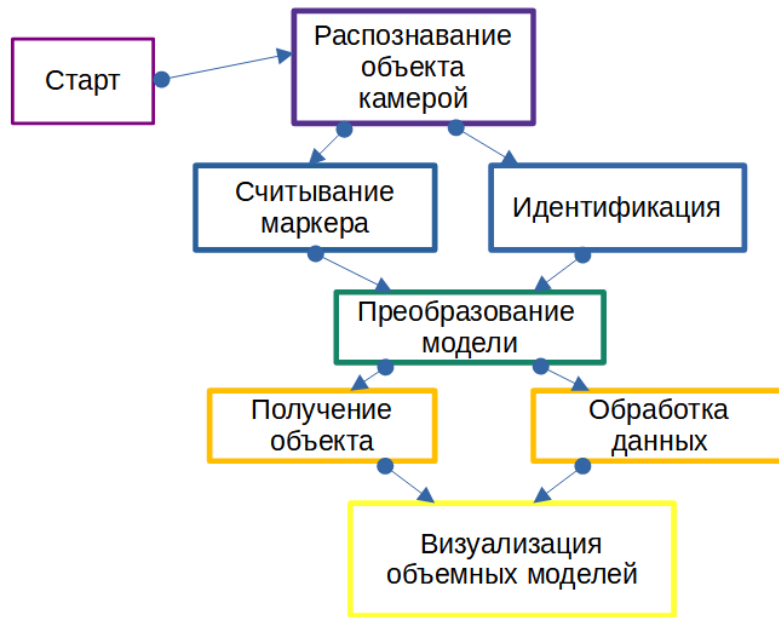


Рис. 3. Алгоритм процесса визуализации объектов дополненной реальности

В качестве маркера для создания объектов дополненной реальности [12–15] была использована цифровая модель объектов на местности. Для создания элементов дополненной реальности в рамках данного исследования был выбран участок ЦММ с созданными в среде ГИС IndorRoad объектами. Участок территории, взятый в качестве маркера – ЦМО ул. Народная г. Новосибирск масштаба 1:1 000 (рис. 4).

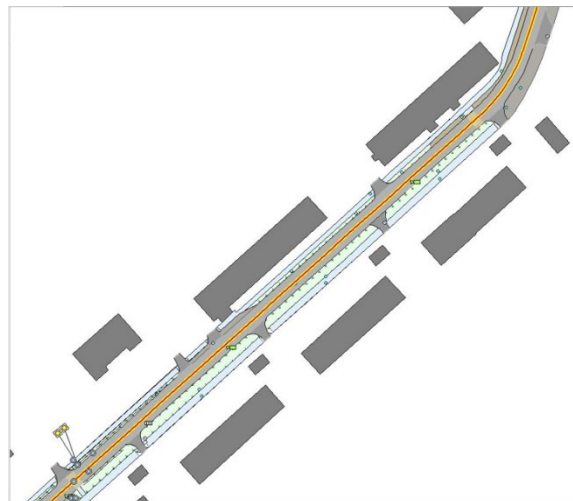


Рис. 4. ЦМО ул. Народная г. Новосибирск масштаба 1:1 000

Визуализация объектов, представленных на рисунке 4, осуществляется в приложении дополненной реальности Unity с использованием модуля Vuforia SDK [16–20]. Процесс создания проекта элементов дополненной реальности на

выбранном участке территории г. Новосибирск представлен ниже. Воспроизведение AR-приложения на мобильном устройстве (смартфоне) с объектами после добавления текстуры (рис. 5).

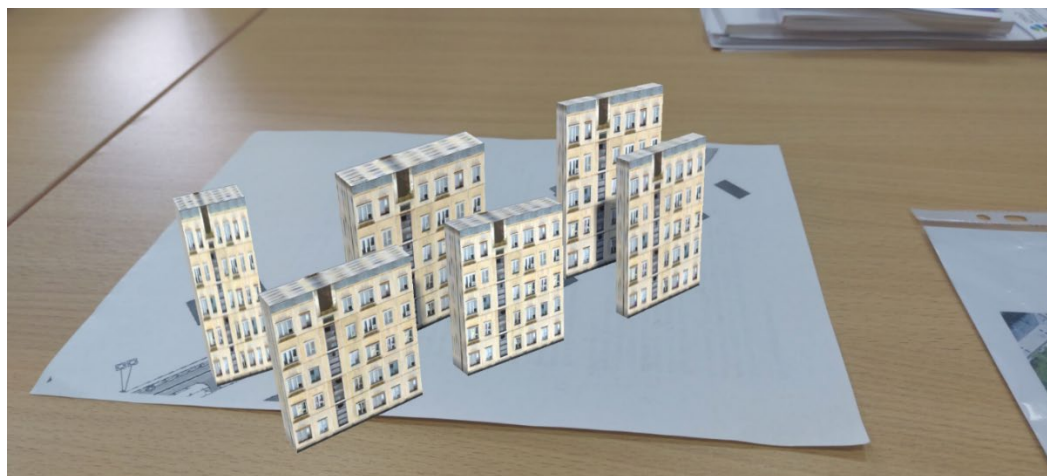


Рис. 5. Воспроизведение AR-приложения на мобильном устройстве (смартфоне) с объектами после добавления текстуры

Представлена визуализация нового объекта в приложении дополненной реальности через экран смартфона (рис. 6).



Рис. 6. Визуализация нового объекта в приложении дополненной реальности через экран смартфона

### ***Результаты***

В результате проведенных исследований было создано приложение дополненной реальности средствами игрового приложения Unity с поддержкой Vuforia SDK и составлен алгоритм технологического процесса воспроизведения дополненной реальности через устройства. Создана цифровая модель объекта на участок территории г. Новосибирск, а также цифровая карта на основе материалов

аэрофотосъемки, мобильного лазерного сканирования средствами программ компании ООО «ИндорСофт», а именно ГИС автомобильных дорог IndorRoad и универсальной ГИС IndorMap. Разработана методика создания цифровых карт местности в специализированной ГИС IndorRoad. Определено использование технологии дополненной реальности для устойчивого развития городской территории на примере г. Новосибирск. Использовался тип создания элементов дополненной реальности на основе маркерной технологии. В дальнейшем планируется усовершенствовать технологию путем детализации объектов, добавления дополнительных текстур в объекты, что приведет к улучшению визуализации и улучшит качество дополненной реальности на выбранной территории.

### *Заключение*

По результатам анализа научной литературы структурированы ключевые факторы понятия устойчивого развития и представлены в виде схемы. Были даны рекомендации по применению технологии дополненной реальности в качестве инструмента принятия решений: платформа Unity с дополнительным модулем Vuforia SDK позволяет создать приложение дополненной реальности для использования на цифровой карте при соблюдении правил ввода маркерной технологии (изображение цифровой модели объекта в электронном или бумажном виде хорошего качества). Для повышения точности построения цифровой модели местности в программной среде приложения требуется добавить рельеф местности. Это позволит улучшить качество воспроизведения модели для применения технологии в проектировании и обосновании экономической целесообразности строительства или реконструкции объекта.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конференция ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де-Жанейро, 3–14 июня 1992 года [Электронный ресурс] – URL: <https://www.un.org/ru/conferences/environment/rio1992> – (дата обращения : 24.01.2024.) – Режим доступа : Загл. с экрана.
2. 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/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/). – (дата обращения: 18.01.2024). – Режим доступа : общий доступ.
3. Молодькова, Э. Б. Современное состояние городской среды: основные понятия, проблемы и особенности управления / Э. Б. Молодькова // Современный 69 менеджмент: проблемы и перспективы: Сборник статей по итогам XVI международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 29–30 апреля 2021 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2021. – С. 684–689.
4. Штейникова, А. А. Землеустроительное обеспечение планирования устойчивого развития территории / А. А. Штейникова, В. Г. Брыжко // Землеустрой- 73 ство, кадастр недвижимости и мониторинг земельных ресурсов: Материалы международной научно-практической конференции, Улан-Удэ, 26–28 апреля 2021 года / Под общей редакцией Л. О. Григорьевой. – Улан-Удэ: Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, 2021. – С. 11–14.
5. Курлыков, О. И. Нормативно-правовые основы государственной политики по развитию комфортной городской среды в Российской Федерации / О. И. Курлыков // Современная экономика: обеспечение продовольственной безопасности: Сборник научных трудов VIII Все-

русской научно-практической конференции, Кинель, 10 марта 2021 года. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2021. – С. 124–131.

6. Мусиячина, Е. А. Современные тенденции формирования городских площадей / Е. А. Мусиячина, Л. В. Анисимова // Устойчивое развитие территорий: Сборник докладов III Международной научно-практической конференции, Москва, 26–27 мая 2021 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2021. – С. 85–89.

7. 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.

8. Федорова О.В. Применение технологий дополненной реальности для решения задач устойчивого развития территорий [Рукопись] : отчет о НИР (промежуточный) / СГУГиТ ; рук. Я.Г. Пошивайло; исполн. О.В. Федорова. – Новосибирск, 2024. – 73 с.

9. Ховрина, А. Е. 3D-модель для пространственного планирования города / А. Е. Ховрина, А. В. Наволоцкая // Ноэма (Архитектура. Урбанистика. Искусство). – 2021. – № 1(6). – С. 185–195.

10. Перспективы применения технологии дополненной реальности / А. А. Бритина, В. С. Петров, М. А. Бритина, Т. В. Кудряшова // Донецкие чтения 2020: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы V Международной научной конференции, Донецк, 17–18 ноября 2020 года.

11. ООО «ИндорСофт» [сайт]. – URL: <https://www.indorsoft.ru/products/map/> - (дата обращения 20.01.2024) – Режим доступа : общий доступ. – Текст : электронный. Официальный сайт города Новосибирск. [Электронный ресурс] – URL: <https://novo-sibirsk.ru/dep/construction/plan/> – (дата обращения : 24.01.2024) – Режим доступа : Загл. с экрана.

12. Пошивайло, Я. Г. Картографирование народных художественных промыслов Российской Федерации с применением технологий дополненной реальности / Я. Г. Пошивайло, А. В. Яковлева // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2023. – Т. 1, № 2. – С. 168–173. – DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-2-168-173.

13. 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.

14. Батырова, К. С. Разработка картографического AR-приложения: основные этапы и возникающие проблемы / К. С. Батырова, Я. Г. Пошивайло // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2023. – Т. 1, № 2. – С. 111–116. – DOI 10.33764/2618-981X-2023-1-2-111-116.

15. Ажилай, А. А. Обзор состояния технологии дополненной реальности в туристской картографии / А. А. Ажилай, Е. В. Комиссарова, А. А. Колесников // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2022. – Т. 1. – С. 169–179. – DOI 10.33764/2618-981X2022-1-169-179.

16. Официальный сайт Quantum GIS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://qgis.org/ru/site/>

17. Официальный сайт Vuforia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.vuforia.com/vui/auth/login?url=node%2F4815019>

18. Официальный сайт Unity [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://id.unity.com/ru/conversations/00a08144-4e9d-489d-a7ae-1e697f6e9061008f>

19. Xiao, J., Li, Q., Ma, L., & Zhang, F. Augmented reality applications for geospatial data visualization and analysis // In 2018, the 9th International Workshop on Computer Science and Engineering (WCSE) – 2018.

20. Huang W., Xiang H., Li Sh. The application of augmented reality and unity 3D in interaction with intangible cultural heritage // Evolutionary Intelligence. – (2019). – № 17. – P. 1-9.

© К. С. Батырова, О. В. Федорова, 2024