



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.925

## ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ И ДОПОЛНЕННАЯ РЕАЛЬНОСТЬ В ГЕОНАВИГАЦИИ

<sup>1</sup>Сафонова Т.В., <sup>2</sup>Мокряк А.В., <sup>3</sup>Вареник П.М., <sup>4</sup>Муленко М.Д., <sup>5</sup>Ведерникова С.Д.  
ФГБОУ ВО "РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" Санкт-Петербург, Россия (192007, город Санкт-Петербург, Воронежская ул., д. 79) e-mail: <sup>1</sup>tatyana.vsafonova@gmail.com, <sup>3</sup>pvarenik1810@gmail.com, <sup>4</sup>mariyamouse@mail.com, <sup>5</sup>vettrai@yandex.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ИМЕНИ ГЕРОЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ГЕНЕРАЛА АРМИИ Е.Н.ЗИНИЧЕВА", Санкт-Петербург, Россия (196105, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д.149), e-mail: mokryakanna@mail.ru

В данной статье изучаются технологии виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) и их применение в геонавигации. Рассматриваются базовые принципы работы этих технологий, их общие черты и отличия, а также примеры использования в таких областях, как транспорт, туризм и образование. Обсуждается, как образом VR и AR влияют на улучшение навигационных систем и пользовательского опыта. Также в работе рассматриваются перспективы развития этих технологий в контексте геонавигации.

Ключевые слова: Виртуальная реальность (VR), дополненная реальность (AR), геонавигация, иммерсивные технологии.

## VIRTUAL REALITY AND AUGMENTED REALITY IN GEOSTEERING

<sup>1</sup>Safonova T.V., <sup>2</sup>Mokryak A.V., <sup>3</sup>Varenik P.M., <sup>4</sup>Mulenko M.D., <sup>5</sup>Vedernikova S.D.  
RUSSIAN STATE HYDROMETEOROLOGICAL UNIVERSITY, St. Petersburg, Russia (192007, St. Petersburg, Voronezhskaya str., 79), e-mail: <sup>1</sup>tatyana.vsafonova@gmail.com, <sup>3</sup>pvarenik1810@gmail.com, <sup>4</sup>mariyamouse@mail.com, <sup>5</sup>vettrai@yandex.ru;

<sup>2</sup>ST. PETERSBURG UNIVERSITY OF THE STATE FIRE SERVICE OF THE MINISTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR CIVIL DEFENSE, EMERGENCIES AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTERS NAMED AFTER THE HERO OF THE RUSSIAN FEDERATION, GENERAL OF THE ARMY E.N. ZINICHEV, St. Petersburg, Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky prospekt, 149), e-mail: mokryakanna@mail.ru

This paper examines virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technologies and their application in geosteering. It discusses the basic principles of operation of these technologies, their similarities and differences, and examples of use in areas such as transportation, tourism, and education. It discusses how VR and AR affect the improvement of navigation systems and user experience. The paper also considers the prospects for the development of these technologies in the context of geosteering.

Keywords: Virtual reality (VR), augmented reality (AR), geonavigation, immersive technologies.

### Введение

Развитие технологий виртуальной реальности (VR) и дополненной реальности (AR) приносит значительные изменения в подходы к навигации и ориентации в пространстве. Геонавигация, основывающаяся на глобальных навигационных спутниковых системах (GNSS), таких как GPS, получает дополнительные возможности благодаря интеграции VR и AR. Данные технологии не только улучшают точность навигации, но и обогащают пользовательский опыт за счёт интерактивной визуализации информации. Целью данной статьи является исследование возможностей применения технологий виртуальной и дополненной реальности в геонавигации для повышения эффективности навигационных систем и улучшения пользовательского опыта.

Актуальность выбранной области исследования обусловлена возрастающим интересом к VR и AR в различных сферах жизнедеятельности. Согласно прогнозам аналитических компаний, в 2025 году рынок VR и AR технологий увеличится до 200 миллиардов долларов США, что открывает новые горизонты для их применения в таких областях, как транспорт, строительство, образование, медицина и туризм [1, 2]. В контексте геонавигации использование VR и AR может значительно повысить эффективность маршрутизации, уменьшить количество ошибок при ориентировании и улучшить взаимодействие пользователей с окружающей средой. Основные задачи данной статьи заключаются в изучении основных принципов работы технологий VR и AR, анализе текущего состояния применения VR и AR в геонавигации и оценке преимуществ и недостатков использования VR и AR в навигационных системах.

### **Принципы работы виртуальной и дополненной реальности**

Виртуальная реальность (VR) создает полностью погруженную среду, которая замещает физический мир компьютерным пространством. Для входа в VR пользователи нуждаются в специальных устройствах, таких как шлемы виртуальной реальности (например, Oculus Rift или HTC Vive). Данные устройства обеспечивают глубокое погружение, позволяя пользователям взаимодействовать с виртуальными объектами через контроллеры или жесты.

Дополненная реальность (AR) накладывает виртуальные объекты на реальный мир, давая пользователям возможность взаимодействовать с физическим окружением, получая дополнительную информацию. AR чаще всего реализуется через мобильные устройства или специализированные очки (например, Microsoft HoloLens или Google Glass). Данная технология позволяет пользователям видеть как реальные объекты, так и их цифровые дополнения одновременно. Рассмотрим более подробно примеры применения VR и AR в геонавигации [3].

- Туризм

В туристической сфере VR и AR широко используются для создания интерактивных карт и навигационных приложений. Путешественникам доступны AR-приложения, которые предоставляют информацию о достопримечательностях в режиме реального времени. Пользователи могут не только читать тексты, но и видеть трехмерные модели объектов.

- Транспорт

В автомобильной промышленности AR применяется для создания навигационных систем, которые проецируют маршруты на лобовое стекло автомобиля (Head-Up Display, HUD), что позволяет водителям следить за дорогой, не отвлекаясь от руля. Такие системы также могут предупреждать об опасных ситуациях на дорогах.

- **Образование**

В учебных заведениях VR активно внедряется для создания симуляторов, которые помогают студентам изучать географию и картографию. Учащиеся могут «посетить» различные уголки мира, исследуя их особенности в интерактивном формате, что делает обучение более интересным и результативным.

- **Экстренные службы**

VR-тренинги используются для подготовки сотрудников служб быстрого реагирования. Они позволяют моделировать сложные ситуации спасения людей в условиях плотной городской застройки, что улучшает подготовку специалистов к реальным вызовам.

- **Военные**

Вооруженные силы применяют VR для тренировок солдат в экстремальных условиях боя. Симуляторы позволяют отрабатывать тактические навыки без риска для жизни военнослужащих [4-7].

Таблица 1 - Отечественные и зарубежные проекты и практики применения AR и VR

Регион	Название проекта	Описание
Россия	Образовательная метавселенная НЕЙМАР	Платформа для обучения с использованием VR, позволяющая студентам погружаться в учебный процесс через интерактивные сценарии
	VR-проект «В трех измерениях: Гончарова и Малевич»	Проект Третьяковской галереи, создающий атмосферу мастерских художников, где зрители могут взаимодействовать с виртуальными объектами
	Платформа «Перспектива»	Помогает школьникам выбирать профессию через VR-тренажеры, позволяя попробовать себя в роли различных специалистов
	ATLAS VR	Проект, создающий виртуальный мир на основе космических снимков для моделирования сложных явлений и обучения основам безопасности
	Программа «VR Школа» в Нижнем Новгороде	Цифровой курс ОБЖ с использованием VR-тренажеров, отрабатывающих эвакуацию из зданий при пожаре и действия в экстренных ситуациях
	Дополненная реальность в образовании	Программный комплекс для создания сценариев учебных демонстраций с использованием AR-технологий, повышающий качество усвоения материала

Регион	Название проекта	Описание
За рубежом	Pilgrim — AR-парки Outdoor	Стартап, создавший парки дополненной реальности в Европе, позволяющий туристам видеть исторические памятники в их первоначальном виде
	Arcona	Глобальный проект по созданию слоя AR, охватывающего всю планету, позволяющий пользователям взаимодействовать с контентом через мобильные приложения
	Pokemon GO	Мобильное приложение, использующее AR для создания игрового опыта, где игроки ловят покемонов в реальном мире
	IKEA Place	Приложение от IKEA для визуализации мебели в доме с помощью AR-технологий перед покупкой
	Google Maps — Live View	Функция AR для отображения направлений на улицах города через камеру смартфона, упрощающая навигацию для пользователей

### Технология применения виртуальной и дополненной реальности в геонавигации

Процесс функционирования VR и AR в контексте геонавигации включает несколько этапов:

- Сбор данных

Первый шаг заключается в сборе необходимой информации, такой как геоданные, сенсорные данные, спутниковые снимки и другие источники, что может включать использование глобальных навигационных систем (GPS, GLONASS и др.), а также данные с датчиков и камер [6].

- Обработка данных

После сбора данные обрабатываются с использованием мощных вычислительных ресурсов и специализированного ПО. Данный этап включает в себя: обработку геоданных, а именно преобразование пространственных данных в удобные для использования формы, такие как карты и 3D-модели; моделирование, включая создание трёхмерных моделей местности или объектов, которые могут затем использоваться в виртуальных средах; анализ данных в реальном времени (обработка большого объёма информации в облачной инфраструктуре для обновления информации о положении объектов и их состоянии); визуализация данных (преобразование результатов обработки в форму, удобную для восприятия пользователем) [7]. VR создаёт иммерсивные 3D-среды, а дополненная реальность накладывает цифровые элементы на реальные объекты, что позволяет показать маршруты и подсказки прямо на лобовое стекло автомобиля или на экран мобильного устройства, создавать интерактивные карты (карты достопримечательностей, исторических мест и

природных объектов) в режиме реального времени и предоставлять дополнительную информацию.

- Интерактивность и управление

Виртуальные интерфейсы позволяют пользователям управлять навигационными системами с помощью жестов или голосовых команд [8].

VR моделирование используется для создания симуляторов, которые помогают обученным навыкам навигации и ориентирования, что особенно полезно для служб экстренной помощи или военных подразделений, где навыки ориентирования имеют решающую роль.

### Проектирование работы системы геонавигации по предоставлению данных в формате виртуальной и дополненной реальности

Для наглядного представления работы VR и AR в области геонавигации рассмотрим проекты функционирования геонавигационной системы посредством использования унифицированного языка моделирования UML. На Рисунке 1 представлена диаграмма последовательности, которая демонстрирует взаимодействие между пользователем, системой AR и VR, а также геонавигационными данными [9].

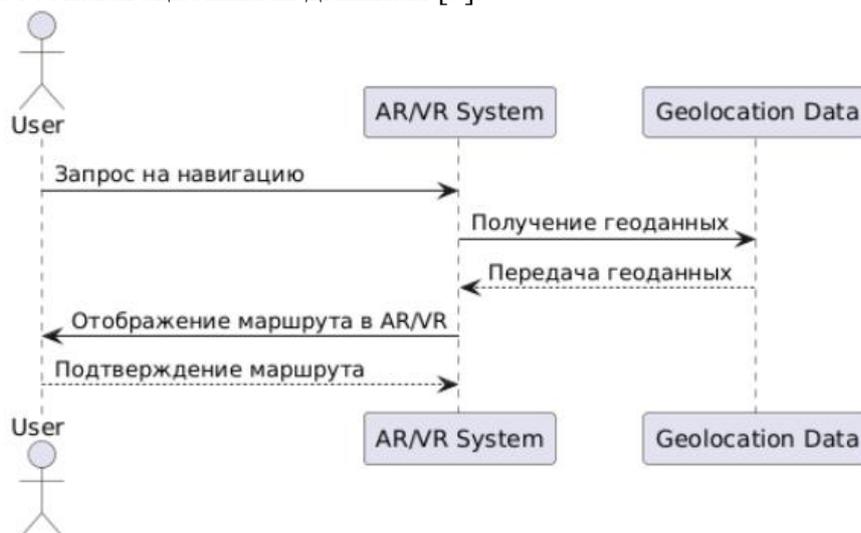


Рисунок 1 - Диаграмма последовательности

- Пользователь инициирует взаимодействие с системой AR/VR, например, через мобильное устройство или шлем виртуальной реальности.
- Система AR/VR собирает данные о местоположении пользователя, его действиях и окружающей среде.
- Геонавигационные данные поступают в систему AR/VR, включая информацию о карте, маршрутах, погодных условиях и т.д.
- Система AR/VR обрабатывает полученные данные и генерирует интерактивные карты, маршруты и подсказки для пользователя.
- Пользователь взаимодействует с системой AR/VR, выбирая маршруты, используя ее подсказки и навигационную поддержку [10-12].

На Рисунке 2 представлена диаграмма компонентов, которая демонстрирует структуру системы, включающей VR и AR, применяемую для целей геонавигации.

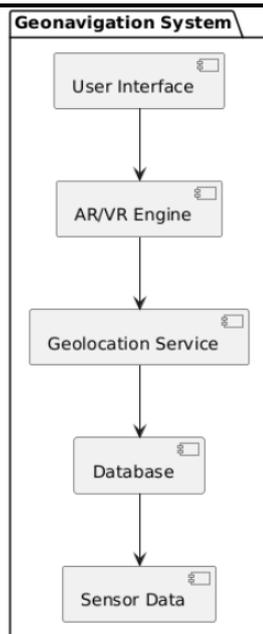


Рисунок 2 - Диаграмма компонентов

На Рисунке 3 диаграмма классов, которая описывает основные классы и их взаимосвязи в системе геонавигации с использованием VR и AR [13-17].

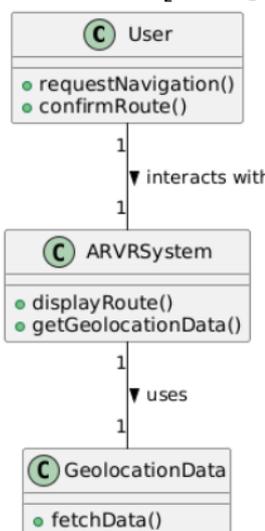


Рисунок 3 - Диаграмма классов

### Выводы

VR и AR представляют собой прорывные технологии, которые могут радикально изменить подходы к геонавигации и ориентированию в пространстве. Данные технологии не только улучшают точность навигационных систем, но и обогащают пользовательский опыт, предоставляя интерактивные и визуально привлекательные интерфейсы.

Преимущества применения VR и AR в геонавигации заключаются в повышении точности навигации, а именно: AR позволяет отображать маршруты и подсказки непосредственно на реальных объектах, что значительно снижает вероятность ошибок при

ориентировании. Например, автомобильные системы Head-Up Display (HUD) помогают водителям сохранять фокус на дороге, избегая отвлечения.

VR и AR создают иммерсивные среды, которые делают процесс навигации более увлекательным. Пользователи могут взаимодействовать с виртуальными объектами, что способствует лучшему запоминанию информации о маршрутах и достопримечательностях.

AR-технологии позволяют пользователям получать данные о реальном мире в режиме реального времени. Например, туристы могут направить устройство на исторический объект и получить подробную информацию о его происхождении, дате строительства и других аспектах.

VR используется для создания симуляторов, которые помогают обучаемым осваивать различные аспекты навигации и ориентирования, что особенно полезно для служб экстренного реагирования и армии, где от навыков ориентирования зависят жизнь и работа.

Учитывая прогнозируемый рост рынка VR и AR, можно ожидать дальнейшего распространения этих технологий в геонавигации. Повышение доступности оборудования (например, более доступные шлемы VR и AR-очки) может сделать технологии более популярными среди широких масс.

Интеграция искусственного интеллекта (AI) в системы VR и AR также имеет большой потенциал. AI может способствовать персонализации пользовательского опыта, адаптируя контент под индивидуальные предпочтения и поведение пользователей. Например, системы могут анализировать маршруты пользователя и предлагать оптимальные варианты на основе его привычек.

Несмотря на многочисленные преимущества, внедрение VR и AR сталкивается с некоторыми вызовами из-за высокой стоимости оборудования VR и AR и трудностей освоения новых технологий, что требует разработки интуитивно понятных интерфейсов. Также могут возникать проблемы с доступом к данным, так как требуется наличие высококачественных геоданных, что может стать препятствием в определенных регионах.

## Список литературы

1. Кичеев, В. Г., Макаренко, Н. Н. Геоинформационное пространство: реальный мир и дополненная реальность // Сибирский государственный университет геосистем и технологий. – 2020. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnoe-prostranstvo-realnyu-mir-i-dopolnennaya-realnost> (Дата обращения: 01.01.2025).
2. Виртуальная реальность: разбираемся в терминологии // Habr. – 2021. – URL: <https://habr.com/ru/companies/puzzleenglish/articles/370977/> (Дата обращения: 01.01.2025).
3. Виртуальная реальность (VR) // Sber Developer. – 2022. – URL: <https://developers.sber.ru/help/ar-vr/virtual-augmented-reality> (Дата обращения: 01.01.2025).
4. Дополненная реальность (AR) // Big dream lab. – 2023. – URL: <https://bigdreamlab.kz/blog/dopolnennaya-i-virtualnaya-realnosti> (Дата обращения: 02.01.2025).
5. Технологии виртуальной реальности // IT Week. – 2022. – URL: <https://www.itweek.ru/mobile/article/detail.php?ID=224416> (Дата обращения: 02.01.2025).
6. Google Maps Live View // Google Support. – 2023. – URL: <https://support.google.com/maps/answer/10000000?hl=ru> (Дата обращения: 06.01.2025).

7. Arcona — проект по созданию слоя дополненной реальности // Arcona. – 2023. – URL: <https://arcona.io/> (дата обращения: 06.01.2025).
8. Piligrim — AR-парки Outdoor // Piligrim. – 2023. – URL: <https://piligrim.app/> (Дата обращения: 06.01.2025).
9. Бошков, И. И., Крутикова, А. А. Системы дополненной реальности для морской навигации // СИМВОЛ НАУКИ, 2018, №8, С. 1-5.
10. Иванова, Н. А., Петрова, А. В. Виртуальная и дополненная реальность в образовании // Научный журнал «Образование и наука», 2019, №4, С. 23-30.
11. Сидоров, С. В. AR и VR в туризме // Туризм и отдых, 2020, Т.1(3), С. 45-50.
12. Демидова, Е. Н. Влияние технологий VR и AR на эффективность обучения в вузах // Высшее образование в России, 2019, №6, С. 67-75.
13. Кузнецов, А. В., Максимов, И. Н. Применение AR в навигационных системах // Научные исследования и разработки, 2019, Т.1(1), С. 12-18.
14. Муленко М.Д., Лескова Д.О., Сафонова Т.В., Мокряк А.В. Расширенная реальность // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. 2024. Т. 9. № 5 (43). С. 85-91.
15. Лескова Д.О., Сафонова Т.В., Муленко М.Д., Мокряк А.В. Геймификация в образовании: влияние на мотивацию и результаты обучающихся // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. 2024. Т. 9. № 7 (45). С. 187-194.
16. Ясников А.И., Сафонова Т.В., Рускин В.Д., Логинов И.С., Мошуров В.М. Использование технологий виртуальной реальности в обучении // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 1 (45). С. 60-69.
17. Субботина В.В., Назаренко М.Д., Сафонова Т.В., Мокряк А.В. Применение облачных технологий для цифровизации отраслей промышленности // Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 4 (48). С. 92-98.

## References

1. Kicheev, V. G., Makarenko, N. N. Geoinformation space: the real world and augmented reality // Siberian State University of Geosystems and Technologies. – 2020. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoinformatsionnoe-prostranstvo-realnyy-mir-i-dopolnennaya-realnost> (Date of access: 01.01.2025).
2. Virtual reality: understanding terminology // Habr. – 2021. – URL: <https://habr.com/ru/companies/puzzleenglish/articles/370977/> (Date of access: 01.01.2025).
3. Virtual Reality (VR) // Sber Developer. - 2022. – URL: <https://developers.sber.ru/help/ar-vr/virtual-augmented-reality> (Accessed: 01.01.2025).
4. Augmented Reality (AR) // Big dream lab. – 2023. – URL: <https://bigdreamlab.kz/blog/dopolnennaya-i-virtualnaya-realnosti> (Date of access: 02.01.2025).
5. Virtual reality technologies // IT Week. - 2022. – URL: <https://www.itweek.ru/mobile/article/detail.php?ID=224416> (Date of request: 02.01.2025).

6. Google Maps Live View // Google Support. – 2023. – URL: <https://support.google.com/maps/answer/10000000?hl=ru> (Accessed: 01/06/2025).
  7. Arcona — a project to create an augmented reality layer // Arcona. – 2023. – URL: <https://arcona.io/> (accessed: 01/06/2025).
  8. Pilgrim — AR-parks Outdoor // Pilgrim. – 2023. – URL: <https://pilgrim.app/> (Date of access: 01/06/2025).
  9. Boshkov, I. I., Krutikova, A. A. Augmented reality systems for marine navigation // SYMBOL OF SCIENCE, 2018, No. 8, pp. 1-5.
  10. Ivanova, N. A., Petrova, A.V. Virtual and augmented reality in education // Scientific journal "Education and Science", 2019, No. 4, pp. 23-30.
  11. Sidorov, S. V. AR and VR in tourism // Tourism and Recreation, 2020, Vol. I(3), pp. 45-50.
  12. Demidova, E. N. The impact of VR and AR technologies on the effectiveness of higher education // Higher Education in Russia, 2019, No. 6, pp. 67-75.
  13. Kuznetsov, A.V., Maksimov, I. N. Application of AR in navigation systems // Scientific Research and Development, 2019, Vol. I(1), pp. 12-18.
  14. Mulyenko M.D., Leskova D.O., Safonova T.V., Mokryak A.V. Augmented reality International Journal of Information Technology and Energy Efficiency. 2024. Vol. 9. No. 5 (43). pp. 85-91.
  15. Leskova D.O., Safonova T.V., Mulyenko M.D., Mokryak A.V. Gamification in education: influence on motivation and results of students International Journal of Information Technology and Energy Efficiency. 2024. Vol. 9. No. 7 (45). pp. 187-194.
  16. Yasnikov A.I., Safonova T.V., Ruskin V.D., Loginov I.S., Moshurov V.M. The use of virtual reality technologies in teaching Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 1 (45). pp. 60-69.
  17. Subbotina V.V., Nazarenko M.D., Safonova T.V., Mokryak A.V. Application of cloud technologies for the digitalization of industries Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 4 (48). pp. 92-98.
-