

Чугуевский В. С.<sup>1</sup>, Максимов Н. А.<sup>1</sup>, Ступицкий В. П.<sup>1</sup> Степанов А. Д.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

*Аннотация.* В статье говорится о необходимости использования AR для обслуживания контактной сети железных дорог, интегрируя компьютеризированную информацию и визуальные эффекты в реальную среду. В целях удовлетворения потребностей, связанных с разработкой систем перевозки грузов и обеспечения безопасности труда, ниже приводятся примеры их использования. Помощь AR может быть фактором, уменьшающим ошибки, с которыми персонал может столкнуться. Кроме того, для укрепления позиций этой технологии в Российских железных дорогах, АО должна соответствовать множеству требований.

*Ключевые слова* - Контактная сеть, AR, Дополненная реальность, обслуживание.

## THE AUGMENTED REALITY USE IN THE MAINTENANCE OF THE OVERHEAD RAILWAY LINE

Chuguevsky V. S.<sup>1</sup>, Maximov N. A.<sup>1</sup>, Stupitsky V. P.<sup>1</sup> Stepanov A. D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Transport University, Irkutsk

*Abstract.* The paper says the need in AR use in the maintenance of the overhead railway line integrating the computer-generated information and visuals into the real-world environment. To meet demands on the development in freight processing and work safety, the examples of use are shown down below. The AR help may be the decreasing factor to the mistakes people are able to face. Moreover, crucial requirements are to be corresponded by AR to enhance the standing of this technology.

*Key words:* Overhead railway line, AR, Augmented reality, maintenance.

### Введение

В рамках индустрии 4.0 на железных дорогах, можно применять дополненную реальность (AR), что сможет оптимизировать и улучшить процесс обслуживания как сложных, так и простых технических систем. AR-приложения могут помочь работнику с помощью визуальных инструкций, повышая при этом качество выполнения поставленных задач. Отдельная роль AR может раскрываться при обучении новых специалистов, а также мониторинге состояния контактной сети в реальном времени, чтобы обеспечить безопасность выполнения работ по ремонту и диагностике с соблюдением правил охраны труда.

Полученная информация о текущем состоянии системы, аналитические данные и предупреждения о возможных ошибках также снижают риск персоналу допускать ошибки при работе.

Сегодня внедрение технологии AR имеет необходимость не только для обеспечения высокой производительности труда и улучшения процесса обслуживания, а также для сокращения временных и финансовых издержек на обучение персонала из-за того, что в AR можно создать виртуальные тренировки для освоения навыков и получения опыта работы с различными системами в учебном центре [1-7].

### Примеры использования в обслуживании контактной сети

Для использования AR достаточно обычного смартфона или планшета, также подойдут шлемы дополненной реальности, с помощью которых можно обслуживать контактную сеть. С помощью приложения, персонал может получать дополнительную информацию о состоянии системы, визуализировать ее компоненты, а также отслеживать работы по ремонту и получать инструкции по работам в режиме реального времени.

Актуальные способы применения AR, с соблюдением действующих нормативных актов раскрываются в следующих ситуациях:

- получение подсказок по поиску мест отказов и визуализация примеров отказов, а с комбинацией использования инфракрасных или УФ-датчиков совместно с AR появляется возможность выявлять неисправные элементы;
- получение дополнительных инструкций, при работе на высоте;
- при работах под напряжением для исключения совершения ошибок;
- при работах со снятием напряжения получение информации о местах необходимых для заземления и визуализация токоведущих частей, находящихся под напряжением, основанной на анализе действий и приказов диспетчера;
- визуализация опасных мест и при связи с поездным диспетчером информация о расстоянии до приближающихся поездов.

Для обучения персонала можно создавать тренировки в AR, которые помогут сотрудникам в изучении различных элементов контактной сети, а также в их обслуживании и монтаже. Тренажеры, которые моделируют аварийные ситуации позволят персоналу отработать навыки без выхода на реальный полигон. Обучение в интерактивной среде, проведение виртуального обслуживания при получении наглядных инструкций способствует более эффективному и быстрому освоению навыков безопасного и качественного выполнения работ на контактной сети.



**Рисунок 1 - концепт AR-интерфейса при обслуживании**

### **Требования к устройствам с AR**

Важным аспектом при выполнении работ на железной дороге является охрана труда, [1-7] нарушение требований которой может привести к трагическим последствиям, поэтому устройства дополненной реальности должны учитывать следующие моменты:

- Концентрация внимания - AR приложения не должны отвлекать персонал от выполнения работ. Интерфейс должен быть минималистичным, с понятными и легко доступными функциями. Например, виртуальные инструкции не должны мешать обзору реального оборудования.
- Обучение и адаптация - важно обучить персонал правильному использованию AR-технологий, что включает в себя обучение безопасности, навыкам навигации в AR-интерфейсе и реакции на различные внештатные ситуации.
- Защита данных - AR-приложения могут работать с конфиденциальными данными, такими как схемы контактной сети или технические характеристики устройств. Защита данных и предотвращение несанкционированного доступа к ним — это обязательное требование.

- Соблюдение норм и стандартов - AR-оборудование должно соответствовать нормам и стандартам безопасности, установленным к работам на железной дороге, что включает в себя электробезопасность, защиту от пожара и другие аспекты.

### **Возможные сложности при использовании AR**

Организационные и технические проблемы неизбежны в процессе внедрения и эксплуатации AR. Данные проблемы тяжело спрогнозировать, однако можно предположить ряд таких, которые будут негативно сказываться при эксплуатации:

- На данный момент на железной дороге существует множество цифровых разработок, которые были разработаны разными людьми и поэтому возможность коммунцирования между системами практически отсутствует или достаточно затруднительна. Это может иметь место, при связи AR приложений с системами, которые могут автоматизировать заполнение новых данных.

- Плохое качество интернет-соединения также негативно влияет на работу AR приложений, поскольку для оптимизации приложений необходимо постоянно получать данные об ошибках и сбоях, возникающих в процессе приработки технологии.

- Опасности при работе, которые могут возникать вследствие неправильного использования AR устройств. Так, может упасть сосредоточенность и травматизм, наоборот, повысится

- Разработка правил по использованию устройств AR занимает время и дополнительное время на обучение пользованию устройств.

- Необходимость в постоянном техническом развитии устройств и улучшении их программного обеспечения. Тщательной анализ данных, получаемых от устройств, и обратная связь от персонала, в перспективе, влечет средства, позволяющие сократить множество затрат.

### **Заключение**

Используя технологические новинки в процессе обслуживания железных дорог, таких как AR, можно достигнуть уровня, при котором расходы и время на обслуживание снижаются до минимума, обеспечивая эффективное развитие не только обслуживающего персонала, но и железных дорог в целом. Тенденция к внедрению цифровых технологий в рамках индустрии 4.0 и соблюдение принципов цифрового бизнеса позволят эффективно использовать ресурсы, сохраняя при этом низкий травматизм.

На сегодняшний день требуется проведение исследований по внедрению технологий AR в рабочий процесс и разработка многофункционального программного обеспечения.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Статья с сайта RZDdigital AR/VR - <https://rzddigital.ru/technology/ar-vr/>
2. Сайт [www.gudok.ru](http://www.gudok.ru) - <https://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1557493>
3. Пузина Е.Ю., Перельгин В.М. Усиление системы тягового электроснабжения участка Якурим-Звездная ВСЖД. Транспорт-2013: труды международной научно-практической конференции. 2013. - С. 176-178.
4. Лундалин А.А., Пузина Е.Ю., Худоногов И.А. Направления развития релейной защиты и автоматики в Российских электрических сетях. Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2019. № 2 (62). - С.77-85.
5. Пузина Е.Ю., Алексеенко В.А. Анализ времени наработки до отказа измерительных трансформаторов // Транспорт-2010. Ч. 2. 2010. С. 307-309.
6. Алексеенко В.А., Пузина Е.Ю. Анализ повреждений измерительных трансформаторов на тяговых подстанциях ВСЖД//Транспортная инфраструктура Сибирского региона. Иркутск. Т. 2. 2009. С. 4-9.
7. Пузина Е.Ю., Алексеенко В.А. Регрессионный анализ повреждаемости измерительных трансформаторов // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири. Иркутск, 2010. С. 421-423.

## REFERENCES

1. Article from the RZDdigital AR/VR website. - <https://rzddigital.ru/technology/ar-vr/>
2. Website www.gudok.ru -<https://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1557493>
3. Puzina E.Yu., Perelygin V.M. Strengthening of the traction power supply system of the Yakurim-Zvezdnaya VSZHD section. Transport-2013: proceedings of the international scientific and practical conference. 2013. - pp. 176-178.
4. Lundalin A.A., Puzina E.Yu., Khudonogov I.A. Directions of development of relay protection and automation in Russian electric networks. Modern technologies. System analysis. Modeling. 2019. No. 2 (62). - pp.77-85.
5. Puzina E.Yu., Alekseenko V.A. Analysis of operating time to failure of measuring transformers // Transport-2010. Part 2. 2010. pp. 307-309.
6. Alekseenko V.A., Puzina E.Yu. Analysis of damage to measuring transformers at traction substations of VSZHD//The transport infrastructure of the Siberian region. Irkutsk. Vol. 2. 2009. pp. 4-9.
7. Puzina E.Yu., Alekseenko V.A. Regression analysis of the damage of measuring transformers // Improving the efficiency of energy production and use in Siberia. Irkutsk, 2010. pp. 421-423.

## Информация об авторах

*Чугуевский Вячеслав Сергеевич* – студент кафедры «Электроэнергетика транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [chuguevsky@yandex.ru](mailto:chuguevsky@yandex.ru)

*Максимов Никита Алексеевич* – студент кафедры «Электроэнергетика транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [yennymelonie@gmail.com](mailto:yennymelonie@gmail.com)

*Ступицкий Валерий Петрович* – к.т.н., доцент кафедры «Электроэнергетика транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [dokasvp@mail.ru](mailto:dokasvp@mail.ru)

*Степанов Андрей Дмитриевич* – к. т. н., доцент кафедры Электроэнергетика транспорта, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, к. т. н., доцент кафедры электроснабжения и электротехники, Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, e-mail: [stepanov\\_ad@irgups.ru](mailto:stepanov_ad@irgups.ru)

## Authors

Chuguevskiy Vyacheslav Sergeevich – student of the department «Electrical Power Industry of Transport», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [chuguevsky@yandex.ru](mailto:chuguevsky@yandex.ru)

Maximov Nikita Alexeevich – student of the department «Electrical Power Industry of Transport», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [yennymelonie@gmail.com](mailto:yennymelonie@gmail.com)

Valerii Petrovich Stupitskiy – Ph. D. in Engineering, Associate Professor of the department «Electrical Power Industry of Transport», Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [dokasvp@mail.ru](mailto:dokasvp@mail.ru)

Stepanov Andrei Dmitrievich – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof. at the Subdepartment of Electric Power Industry of Transport, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof. at the Subdepartment of Power Supply and Electrical Engineering, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: [stepanov\\_ad@irgups.ru](mailto:stepanov_ad@irgups.ru)