

УДК 621.31

**ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ
ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
РАБОТ НА ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ 0,4 кВ****В.В. Окунева, С.Н. Зубков***Тверской государственный технический университет (г. Тверь)*

© Окунева В.В., Зубков С.Н., 2025

Аннотация. В статье изложены инновационные подходы к обучению персонала, работающего с электроустановками. Данные методы основаны на использовании виртуальной реальности. Проанализированы различные методы обучения по охране труда и технике безопасности. Рассмотрено внедрение VR-технологий на практике, а также представлены их преимущества перед традиционными методами обучения. Отмечено, что массовое внедрение виртуальной и дополненной реальности в программы обучения по охране труда позволит повысить уровень знаний и навыков персонала, снизить затраты на обучение. Показано, что использование виртуальных симуляторов сокращает потребность в дорогостоящих натурных полигонах и уменьшает износ реального оборудования.

Ключевые слова: охрана труда, техника безопасности, VR-технологии, инновации, энергетика, тренажер.

DOI: 10.46573/2658-7459-2025-2-67-73**ВВЕДЕНИЕ**

Современные производственные процессы, особенно в энергетике, требуют высокого уровня подготовки персонала, работающего с электроустановками. Традиционные методы обучения, такие как лекции, инструктажи и натурные тренировки, уже не отвечают современным требованиям безопасности и эффективности. В условиях усложнения технологий и роста рисков, связанных с человеческим фактором, актуальными становятся инновационные подходы к обучению, основанные на использовании виртуальной реальности (VR). На российском рынке представлено множество отечественных универсальных VR-тренажеров для обучения по технике безопасности и охране труда в сфере энергетики. В настоящей статье будет рассмотрено, почему VR-технологии являются инновационными, как они внедряются на практике и какие преимущества предлагают по сравнению с традиционными методами обучения.

**ЭВОЛЮЦИЯ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ:
ОТ ПЛАКАТОВ К ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

Исторически обучение по технике безопасности и охране труда прошло долгий путь развития. В начале XX в. основными инструментами были плакаты, инструктажи и натурные тренировки. Однако с ростом сложности электроустановок и ужесточением требований к безопасности стала ощущаться нехватка новых методов. В 1970-х годах в США

и Европе начали внедрять первые симуляторы, которые позволяли отрабатывать навыки без риска для жизни и здоровья персонала.

Традиционные методы обучения (лекции, инструктажи и тренировки на полигонах, физических симуляторах) имеют ряд существенных недостатков. Во-первых, они часто не обеспечивают достаточного уровня практической подготовки. Сотрудники могут теоретически знать правила безопасности, но не иметь возможности отработать их в условиях, приближенных к реальным. Во-вторых, натурные тренировки сопряжены с риском травматизма, особенно при отработке опасных операций, таких как переключения на электроустановках. В-третьих, организация подобных тренировок требует значительных финансовых и временных затрат, включая аренду оборудования, подготовку полигонов и привлечение инструкторов. Кроме того, традиционные методы обучения не всегда учитывают индивидуальные особенности сотрудников. Например, новички и опытные работники могут нуждаться в разных подходах к обучению, но стандартные программы часто не предусматривают такой дифференциации. В результате эффективность обучения снижается, а риск допущения ошибок на производстве остается высоким [6, 12, 14].

С развитием компьютерных технологий в 1990-х годах появились цифровые тренажеры, ставшие основой для современных решений, поскольку в них используются виртуальная (VR) и дополненная (AR) реальности [1, 3, 5, 7, 16]. Технологии VR и AR не только повышают эффективность обучения, но и снижают затраты на организацию учебного процесса [7, 11].

ПРЕИМУЩЕСТВА VR-ТЕХНОЛОГИЙ КАК ИННОВАЦИОННОГО МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ

Виртуальная реальность предлагает принципиально новый подход к обучению, который устраняет многие недостатки традиционных методов.

Во-первых, VR-тренажеры позволяют создавать реалистичные симуляции рабочих процессов, включая аварийные ситуации. Это дает возможность сотрудникам отрабатывать навыки в безопасной среде, где ошибки не приводят к реальным последствиям. Например, работник может многократно выполнять операции по отключению и заземлению электроустановок, не рискуя получить травму.

Во-вторых, VR-технологии обеспечивают глубокое погружение в процесс обучения. Исследования показывают, что обучение в виртуальной среде способствует более устойчивому запоминанию информации, так как задействует не только зрительное, но и тактильное восприятие. Это особенно важно для отработки действий в стрессовых ситуациях, таких как аварии на электроустановках.

В-третьих, VR-тренажеры, как показано на рисунке, позволяют адаптировать обучение под индивидуальные потребности сотрудников. Например, система может автоматически настраивать уровень сложности заданий в зависимости от опыта и навыков обучаемого. Это делает процесс более эффективным и персонализированным [2, 4, 14, 22, 26–28].

Требования к работе тренажера

Ноутбук/
компьютерФайл
(с тренажером)

VR-очки

✓ Наше решение работает с любыми VR-шлемами любого производителя

✓ Проекты реализуются с помощью технологий с открытым исходным кодом (open-source), в том числе Unity, Unreal Engine

Поставка

1. Тренажер

Отгружаем исполняемый файл exe с лицензионным ключом в «облако», где его можно скачать. Техподдержка помогает установить и настроить тренажер.

2. Аппаратно-программный комплекс: тренажер + VR-шлем + ноутбук

Устанавливаем и настраиваем тренажер самостоятельно. Готовый к использованию аппаратно-программный комплекс направляем покупателю.

3. Аппаратно-программный комплекс: тренажер + VR-шлем

Отгружаем исполняемый файл exe с лицензионным ключом в «облако», где его можно скачать. VR-шлем направляем покупателю. Техподдержка помогает установить и настроить тренажер.

VR-тренажер «Обучение по охране труда»

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

Согласно данным Международной организации труда (МОТ), ежегодно в мире происходит около 2,93 млн смертей, связанных с несчастными случаями на производстве и профессиональными заболеваниями. Значительная часть этих случаев приходится на энергетический сектор, где работа с электроустановками сопряжена с повышенным риском. Основными причинами аварий и травматизма являются нарушения правил эксплуатации оборудования, использование устаревшей техники и недостаточный контроль за соблюдением норм безопасности [23, 24].

В развитых странах, таких как США, Германия и Япония, уровень смертельного травматизма значительно ниже, чем в странах развивающихся. Это связано с более строгими нормативными требованиями и использованием современных методов обучения. В России уровень смертельного травматизма составляет около 5 случаев на 100 000 работников, что выше, чем в развитых странах, но ниже, чем в развивающихся [18].

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР КАК КЛЮЧЕВОЙ ВЫЗОВ

Человеческий фактор остается одной из основных причин аварий на электроустановках. Согласно исследованиям, порядка 80 % несчастных случаев происходит из-за ошибок персонала, связанных с недостаточной подготовкой, усталостью, стрессом или невнимательностью. Это делает обучение по охране труда критически важным элементом обеспечения безопасности на производстве [19, 20].

Для улучшения ситуации необходимо разрабатывать программы обучения, которые не только охватывают технические аспекты, но и включают стратегии управления стрессом, распознавания опасностей и противодействия давлению со стороны. Особое внимание следует уделять командной работе и тренировкам для руководителей, чтобы они могли создавать условия для безопасного труда [25].

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ: РОССИЙСКИЙ И МИРОВОЙ ОПЫТ

В России активно внедряются инновационные методы обучения на основе технологий VR, AR и MR (смешанной реальности) в виде различных тренажеров и интерактивных стендов [8, 15, 17]. Одними из ключевых игроков на российском рынке VR-решений являются компании «ПРОМВИАР» и VR Pro, которые разрабатывают универсальные тренажеры для обучения по технике безопасности и охране труда. Продукты компаний активно внедряются в энергетике, нефтегазовой отрасли и строительстве, показывают высокую эффективность при подготовке персонала. Например, «ПРОМВИАР» разрабатывает универсальные VR-тренажеры, которые позволяют совершенствовать навыки работы на электроустановках 0,4 кВ в безопасной виртуальной среде. Эти тренажеры адаптированы под российские нормативные требования, такие как ПУЭ (Правила устройства электроустановок) и ПТЭЭП (Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей), что делает их особенно востребованными на рынке. Сотрудники выполняют типовые операции, такие как переключения и поиск неисправностей, в виртуальной среде. Это позволяет снизить риск допущения реальных ошибок и повысить уровень квалификации персонала. Результаты внедрения тренажеров на одном из предприятий показали снижение травматизма на 30 % за счет отработки опасных ситуаций в виртуальной среде. Существуют также успешные примеры использования тренажеров для обучения персонала работе с электрооборудованием на опасных производственных объектах. Сотрудники могут многократно выполнять сложные операции, такие как замена предохранителей и диагностика оборудования, что снижает вероятность допущения ошибок и повышает безопасность на производстве [25].

За рубежом (в США, Германии и Японии) VR и AR уже стали стандартом в области обучения по охране труда. Крупные компании, такие как General Electric, Siemens и ТЕРСО, активно используют VR-тренажеры для подготовки персонала. Эти технологии позволяют не только уменьшить количество несчастных случаев, но и повысить эффективность обучения [4, 22, 26–28].

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ

Массовое внедрение VR и AR в обучение по охране труда позволяет повысить уровень знаний и навыков персонала, а также снизить затраты на обучение. Использование виртуальных симуляторов сокращает потребность в дорогостоящих натурных полигонах и уменьшает износ реального оборудования. Кроме того, сокращение числа несчастных случаев и травм напрямую влияет на экономические показатели предприятия: уменьшаются затраты на лечение пострадавших, компенсации и штрафы. Социально-психологический эффект от внедрения инновационных методов обучения также значителен. VR и AR повышают мотивацию сотрудников к обучению, снижают уровень стресса при реальных чрезвычайных ситуациях и способствуют формированию культуры безопасного труда [8–10, 13, 16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В будущем развитие технологий, таких как искусственный интеллект (AI) и интернет вещей (IoT), сделает обучение по охране труда еще более эффективным. Внедрение в работу компаний AI позволит анализировать действия обучаемых и автоматически адаптировать сценарии к уровню их подготовки. Расширение библиотеки

сценариев и интеграция с IoT дадут возможность создавать более реалистичные симуляции и улучшать качество обучения [21, 29–31].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрушко Д.Ю. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательном процессе: проблемы и перспективы // *Научное обозрение. Педагогические науки*. 2018. № 6. С. 5–10.
2. Близнюк Е.Д. VR-технологии в процессе обучения по охране труда // *Задачи и возможности международного трансфера*. 2023. С. 75–78.
3. Бутусова А.Ю., Крюкова Ю.А., Попова А.Г., Тимофеев А.В. Анализ изменений подхода к управлению охраной труда за счет цифровизации. *Студент года: Сборник статей XXV Международного научно-исследовательского конкурса*. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. С. 51–54.
4. Буянова М.О. Понятие охраны труда в России и Германии: сравнительный аспект // *Право*. 2016. № 4. С. 198–204.
5. Владимирова Г.Е., Владимиров Н.В. Развитие правового регулирования охраны труда в Российской Федерации: история и современность // *Юридическая наука*. 2021. № 5. С. 4–8.
6. Волкова Е.Ю. Обучение по охране труда: проблемы и перспективы // *Интеллект. Инновации. Инвестиции*. 2012. Спецвыпуск № 1. С. 128–132.
7. Гонтаренко А.Ф., Кловач Е.В., Цирин И.В. Производственный травматизм и инновации в обучении по охране труда // *Безопасность труда в промышленности*. 2022. № 3. С. 84–92.
8. Елин А.М. Основные цели и задачи реформирования охраны труда в Российской Федерации // *Охрана и экономика труда*. 2013. № 3. С. 4–10.
9. Елин А.М., Анохин А.В. Современные принципы и подходы к обучению охране труда персонала организаций // *Охрана и экономика труда*. 2017. № 1. С. 88–98.
10. Елин А.М., Михина Т.В., Савосин А.В. Мониторинг передового опыта в области охраны труда // *Охрана и экономика труда*. 2015. № 2. С. 68–72.
11. Иванов Г.С. Охрана труда: от античности к современности // *Вестник Евразийской науки*. 2016. Т. 8. № 3 (34). С. 31–43.
12. Карауш С.А., Герасимова О.О. История охраны труда в России: учебное пособие. Томск: ТГАСУ, 2005. 122 с.
13. Кондаурова И.А. Влияние современных технологий на развитие сферы охраны труда: вероятные вызовы и возможности // *Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право*. 2021. № 2. С. 69–77.
14. Кулев И.Ю., Кожухова В.В. Эффективность использования инновационных технологий в обучении по охране труда. *Актуальные проблемы науки и техники. Инноватика: Сборник научных статей по материалам XII Международной научно-практической конференции: в 3 ч.* Уфа: НИЦ Вестник науки, 2023. Ч. 1. С. 130–133.
15. Славин О.А., Гринь Е.С. Обзор технологий виртуальной и дополненной реальности // *Труды Института системного анализа Российской академии наук*. 2019. № 3 (69). С. 42–54.
16. Трофимова Н.Н. Инновационные способы иммерсивного обучения работников предприятий с использованием технологий виртуальной реальности: зарубежный опыт // *Актуальные проблемы экономики и управления*. 2020. № 4. С. 143–147.

17. Шайхы Р.Т., Есбенбетова Ж.Х. Применение инновационных технологий в области охраны труда. *Правовая система России: история и современность: Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции*. Уфа: Агентство международных исследований, 2018. С. 92–95.
18. Casey T.W., Mason H.M., Huang J., Franklin R.C. Shaping Frontline Practices: A Scoping Review of Human Factors Implicated in Electrical Safety Incidents // *Safety*. 2021. Vol. 7. No. 4. P. 76–83.
19. Jamil S., Golding A., Floyd H.L., Capelli-Schellpfeffer M. Human Factors in Electrical Safety // *Record of Conference Papers – Annual Petroleum and Chemical Industry Conference*. 2007. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4365804?arnumber=4365804> (дата обращения: 06.10.2025).
20. Rosenstock L., Cullen M.R., Fingerhut M. Advancing Worker Health and Safety in the Developing World // *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2005. Vol. 47. No. 2. P. 132–136.
21. Shanu S., Narula D., Nayana, Pathak L.K., Mahato S. AR/VR Technology for Autonomous Vehicles and Knowledge-Based Risk Assessment // *Virtual and Augmented Reality for Automobile Industry: Innovation Vision and Applications*. 2022. Vol. 412. P. 87–109.
22. Stefan H., Mortimer M., Horan B., McMillan S. How Effective is Virtual Reality for Electrical Safety Training? Evaluating Trainees' Reactions, Learning, and Training Duration // *Journal of Safety Research*. 2024. Vol. 90. No. 2. P. 48–61.
23. Safety and Health at Work | International Labour Organization. URL: <https://www.ilo.org/topics-and-sectors/safety-and-health-work> (дата обращения: 06.12.2024).
24. Statistics on Safety and Health at Work – ILOSTAT. URL: <https://ilostat.ilo.org/topics/safety-and-health-at-work/> (дата обращения: 28.02.2025).
25. ПРОМВИАР – российский инновационный разработчик универсальных VR-тренажеров, входит в реестр Минцифры РФ. URL: <https://promvr.net/company/?yclid=m42dmkactw297011427> (дата обращения: 06.12.2024).
26. TEPCO and Pocket Queries to Collaborate on Mixed-reality Solution for Industrial Workplaces | TEPCO. URL: <https://www4.tepco.co.jp/en/hd/newsroom/press/archives/2018/180517-01-e.html> (дата обращения: 06.12.2024).
27. Virtual Training Solutions – Siemens Global. URL: <https://www.siemens.com/global/en/products/services/digital-enterprise-services/training-services/virtual-training-solutions.html> (дата обращения: 06.12.2024).
28. IEEE – The World's Largest Technical Professional Organization Dedicated to Advancing Technology for the Benefit of Humanity. URL: <https://www.ieee.org/> (дата обращения: 06.12.2024).
29. Advancedservices | HitachiEnergy. URL: <https://www.hitachienergy.com/products-and-solutions/facts/service/advanced-services> (дата обращения: 06.12.2024).
30. KOSHA | In Focus | What's New (VR to Provide Safety and Health Training). URL: <https://kosha.or.kr/english/news/whatsNew.do?mode=view&articleNo=55370&article.offset=190&articleLimit=10> (дата обращения: 06.12.2024).
31. Enhancing Education with Innovation: Workplace Training Goes Virtual | News & Stories | bp America. URL: https://www.bp.com/en_us/united-states/home/news/features-and-highlights/enhancing-education-with-innovation-workplace-training-goes-virtual.html (дата обращения: 06.12.2024).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ОКУНЕВА Виктория Валерьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и электротехники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: Bukashka_89@inbox.ru

ЗУБКОВ Сергей Николаевич – магистрант, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: sergei2076@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Окунева В.В., Зубков С.Н. Инновационные методы обучения по технике безопасности и охране труда при проведении работ на электроустановках потребителей 0,4 кВ // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2025. № 2 (26). С. 67–73.

**INNOVATIVE METHOD SOFSAFETY AND LABOR PROTECTION TRAINING
IN CARRYING OUT WORK ON ELECTRICAL INSTALLATIONS
OF CONSUMERS OF 0,4 kV****V.V. Okuneva, S.N. Zubkov***Tver State Technical University (Tver)*

Abstract. The article describes innovative approaches to the training of personnel working with electrical installations. These methods are based on the use of virtual reality. Various methods of occupational health and safety education are analyzed. The implementation of VR technologies in practice is considered, as well as their advantages over traditional teaching methods are presented. It was noted that the massive introduction of virtual and augmented reality into occupational safety training programs will increase the level of knowledge and skills of staff and reduce training costs. It is shown that the use of virtual simulators reduces the need for expensive full-scale landfills and reduces wear on real equipment.

Keywords: laborprotection, safety technology, VR technologies, innovations, energy, simulator.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

OKUNEVA Victoria Valerievna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Power Supply and Electrical Engineering, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: Bukashka_89@inbox.ru

ZUBKOV Sergey Nikolaevich – Master's Degree Student, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: sergei2076@mail.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Okuneva V.V., Zubkov S.N. Innovative method sofsafety and labor protection training in carrying out work on electrical installations of consumers of 0,4 kV // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2025. No. 2 (26), pp. 67–73.