

УДК 004.946

## Анализ виртуальных симуляторов, используемых для обучения машинистов электропоездов

- Ляпунов Владислав Евгеньевич** — магистр, аспирант кафедры «Информационные и вычислительные системы». Научные интересы: информационные системы, виртуальная реальность, дополненная реальность, иммерсивные технологии. E-mail: Blad11967@yandex.ru
- Гильванов Ринат Гафганович** — канд. воен. наук, доцент кафедры «Информационные и вычислительные системы». Научные интересы: информационные системы, виртуальная реальность, дополненная реальность, иммерсивные технологии. E-mail: gilvanov1950@mail.ru
- Давыдова Даяна** — магистр, ассистент кафедры «Информационные и вычислительные системы». Научные интересы: информационные системы, обработка больших данных. E-mail: dayana-0820@bk.ru
- Сергеева Дарья Владимировна** — ассистент, заведующий лабораторией кафедры «Информационные и вычислительные системы». Научные интересы: информационные системы, обработка больших данных, искусственный интеллект. E-mail: ssergeevadv@gmail.com

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, Россия, 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9

**Для цитирования:** Ляпунов В. Е., Гильванов Р. Г., Давыдова Д., Сергеева Д. В. Анализ виртуальных симуляторов, используемых для обучения машинистов электропоездов // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2025. № 1 (41). С. 65–73. DOI: 10.20295/2413-2527-2025-141-65-73

**Аннотация.** *Представлено исследование о разработке VR-симулятора для обучения машинистов электропоезда. Цель: повышение эффективности применения симуляторов для формирования профессиональных качеств машинистов электропоездов и увеличение уровня безопасности эксплуатации электропоездов. Методы: анализ применяемых на рынке современных виртуальных симуляторов для обучения машинистов электропоездов. Результаты: проанализированы такие виртуальные симуляторы, как REDS SA VR, TecknoSIM VR, симулятор электропоезда ЭД9М, «Кабина машиниста» United 3D Labs, VR-тренажеры ОАО «РЖД», VR-тренажер Simbott. Практическая значимость: VR-симуляторы, представленные на рынке, практически не уделяют внимание обучению машинистов электропоездов, связанному с чрезвычайными ситуациями на железной дороге, такими как наезд на пешехода или автомобиль, сход вагона с рельсов и прочее.*

**Ключевые слова:** виртуальные симуляторы, VR-технологии, обучение машинистов, железнодорожный транспорт, безопасность, эффективность обучения

2.3.5 — математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей (технические науки); 2.9.8 — интеллектуальные транспортные системы (технические науки)

## Введение

Согласно определению, данному в Большой российской энциклопедии, под железной дорогой понимается рельсовый путь, предназначенный для движения поездов [1]. Железнодорожный транспорт является составной частью единой транспортной системы государства, призванной во взаимодействии с организациями других видов транспорта своевременно и качественно обеспечить потребности физических лиц, юридических лиц и государства в перевозках железнодорожным транспортом, способствовать созданию условий для развития экономики и обеспечения единства экономического пространства на территории государства [2]. Для решения этих сложных стратегических задач необходима высокая профессиональная квалификация всех лиц, участвующих в обеспечении ее эксплуатации. Ввиду этого приказом Минтранса России от 23 июня 2022 № 250 утверждены «Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации», которые устанавливают систему организации движения поездов, требования к технической эксплуатации сооружений и устройств инфраструктуры железнодорожного транспорта и определяют обязанности работников железнодорожного транспорта. Исходя из этого корректируются федеральные государственные образовательные стандарты как высшего, так и среднего профессионального обу-

чения. Одним из таких стандартов является приказ Минобрнауки России от 2 августа 2013 г. № 703 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 190623.01 Машинист локомотива». Для обучения столь сложной профессии необходимо выбрать технологию, которая будет способствовать качественному обучению. При выборе той или иной технологии обучения мы должны руководствоваться статистическими данными об авариях на железной дороге. По данным о крупнейших железнодорожных катастрофах в стране и мире, представленным в работе [3], выяснили, что среди них лидирует именно столкновение поездов, что составляет 31,82 % от общего количества железнодорожных происшествий за период с 2002 по 2021 год. На рис. 1 представлены причины возникновения аварийных ситуаций на железной дороге.

Согласно сведениям Росстата, в 2023 году число происшествий с ж/д транспортом составило 12, погибших, по официальным данным, двое. При этом в предыдущие годы эти показатели были ниже. А в 2024 году статистика аварийности на железнодорожном транспорте также показала рост [4]. За период с января по апрель число происшествий по сравнению с аналогичным периодом прошлого года выросло вдвое — до четырех.

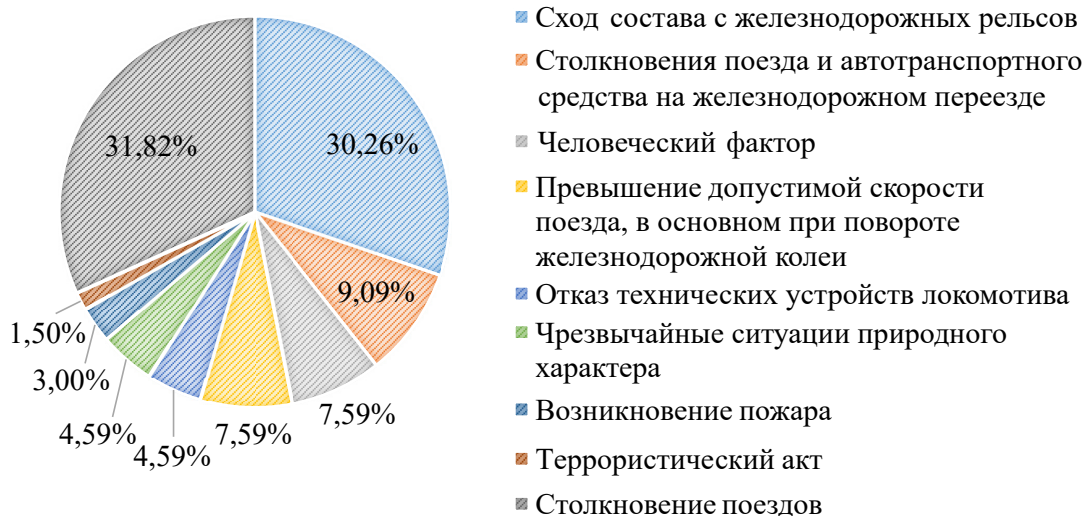


Рис. 1. Причины аварийных ситуаций на железной дороге

Особую категорию составляют ДТП на железнодорожных переездах. Так, за первые полгода 2024 года произошло 96 аварий на переездах. В этом случае подавляющее большинство ДТП (90 %) случилось по вине водителей автомобилей, выезжавших на переезд при запрещающем сигнале светофора.

Важным направлением обеспечения безопасности эксплуатации железнодорожного транспорта является организация взаимодействия всех категорий работников, связанных с движением поездов при возникновении аварийных и нестандартных ситуаций на путях общего пользования инфраструктуры ОАО «РЖД» [5].

Наиболее перспективным направлением создания симуляторов явилась технология виртуальной реальности (Virtual Reality, VR), которая произвела революцию в методологиях обучения в различных отраслях, включая железнодорожный сектор. Известно, что симуляторы виртуальной реальности обеспечивают безопасную и экономически эффективную среду для обучения машинистов электропоездов. В статье анализируются виртуальные симуляторы, используемые для этой цели, выделяются их особенности, преимущества и эффективность.

### **Виртуальные симуляторы**

Виртуальная реальность — это передовая система моделирования, объединяющая компьютерные технологии, сенсорные технологии и технологии взаимодействия человека и компьютера. Она позволяет пользователям почувствовать, что они находятся в реальном или вымышленном мире, создавая трехмерную интерактивную виртуальную среду. Эта среда может быть полностью сгенерирована компьютером или являться цифровым воспроизведением реального мира.

Технология VR создает эффект погружения, имитируя многочисленные органы чувств, такие как зрение, слух и осязание. Пользователи надевают очки или шлемы виртуальной реальности и взаимодействуют с виртуальной средой с помощью движений головы и отслеживания движения глаз для достижения эффекта погружения. Кроме

того, некоторые продвинутые VR-системы оснащены такими устройствами, как перчатки и треке-ры тела, чтобы обеспечить более полный интерактивный опыт.

Симуляторы, или эмуляторы, — это программные или аппаратные устройства, которые имитируют работу реальной среды или системы. Эта технология находит широкое применение в различных областях, включая, в частности, авиацию, видеоигры, научные исследования и автомобильную промышленность. Имитируя реальные ситуации, симуляторы обеспечивают эффективную и безопасную платформу для тестирования, обучения, проверки и оптимизации. Например, в авиации авиасимуляторы широко используются для обучения пилотов и позволяют моделировать различные погодные и летные условия, чтобы помочь пилотам улучшить свои навыки пилотирования. Виртуальные тренажеры используют на железной дороге для [6]:

1. Проектирования линии пути. Процесс проектирования высокоскоростных железнодорожных путей может быть смоделирован с помощью технологии виртуальной реальности. Проектный план представлен таким образом, чтобы дизайнеры могли более интуитивно понимать направление линии и радиус кривой, а также другие параметры для более точного проектирования. Благодаря технологии виртуальной реальности дизайнеры могут вносить коррективы в режиме реального времени. Конструкция схемы позволяет избежать многочисленных модификаций традиционным способом и значительно повышает эффективность проектирования.

2. Обучения операторов сортировочных горок. В VR-симуляторе пользователю необходимо следить за приходящими на станцию составами, останавливать их и собирать новые составы.

3. Обучения электротехнического персонала. В нем обучающийся отрабатывает навык замены электропривода стрелочного перевода на станции.

4. Обучения специалистов Центральной дирекции по ремонту пути. В VR-симуляторе отрабатываются такие навыки, как замена железобетонных шпал, восстановление рельсового пути, строительство железных дорог и прочее.

5. Подготовка специалистов службы путей и сооружений. VR-модуль позволяет отработать замену железобетонной шпалы, восстановление рельсовой плети и прочее.

Эффективность виртуальных тренажеров в промышленности заключается в их способности обеспечивать обучение без необходимости непосредственного доступа к дорогостоящему оборудованию. Они создают безопасные условия для обучения и позволяют проводить тренировки с имитацией сложных и потенциально опасных ситуаций. Это способствует повышению уровня подготовки сотрудников и снижению рисков, связанных с обучением на реальных устройствах.

Все вышеперечисленное делает VR-симуляторы эффективным инструментом для обучения и подготовки персонала, способствует повышению производительности труда и соблюдению условий безопасности на рабочем месте.

Существует множество видов виртуальных симуляторов:

1. Медицинские симуляторы. VR-технологии также демонстрируют большой потенциал в медицинском образовании и подготовке хирургов. Благодаря моделированию хирургического процесса студенты-медики и врачи могут выполнять сложные хирургические операции в условиях отсутствия риска. Это моделирование не только обеспечивает реалистичное визуальное восприятие, высоко реалистичную анатомическую структуру, позволяет пользователям практиковаться в разрезании, сшивании и других навыках, но также имитирует тактильную обратную связь, чтобы сделать обучение более реалистичным, повысить качество медицинского образования и снизить риски при реальной операции.

2. Симуляторы космических полетов. В аэрокосмической области VR-симуляторы используются для моделирования космических полетов и обучения астронавтов. Это включает в себя управление космическим кораблем, тренировки в условиях микрогравитации и даже имитацию выхода в открытый космос. Астронавты могут отрабатывать операции и реагировать на чрезвычайные ситуации в моделируемой космической среде, что помогает снизить риски в реальных миссиях.

3. Морские симуляторы. В области морского дела виртуальные симуляторы используются для моделирования навигации и морских операций. Члены экипажа и специалисты морского дела могут практиковать навыки навигации, меры реагирования на чрезвычайные ситуации и другие связанные с ними задачи в виртуальной среде, чтобы улучшить свои профессиональные навыки, умения справляться с трудностями и осведомленность о безопасности.

4. Сельскохозяйственные симуляторы. В области сельского хозяйства VR-симуляторы могут использоваться для моделирования окружающей среды фермы, операций по выращиванию сельскохозяйственных культур и животноводства, чтобы помочь специалистам-аграриям понять и применить новейшие сельскохозяйственные технологии, разобраться в выращивании сельскохозяйственных культур, борьбе с болезнями и вредителями, оптимизировать управление фермой и повысить эффективность производства.

Все виртуальные симуляторы обеспечивают безопасное и эффективное обучение персонала, улучшая их навыки и подготавливая к реальным рабочим сценариям в рабочем процессе.

К преимуществам использования виртуальных симуляторов относятся:

1. Безопасность обучения. Виртуальные тренажеры позволяют обучаться в безопасной среде, что особенно важно в областях с высоким риском, таких как медицина и промышленность. Это исключает возможность травм и ошибок, которые могут произойти при обучении на реальном оборудовании.

2. Экономия ресурсов. Виртуальные тренажеры позволяют избежать затрат на дорогостоящее оборудование и материалы, так как обучение может проводиться в виртуальной среде. Это делает процесс обучения более доступным и экономически эффективным.

3. Гибкость и доступность. Обучение с использованием виртуальных тренажеров может проводиться в любое время и в любом месте, что позволяет адаптировать процесс обучения под индивидуальные потребности и графики обучающихся.

4. Имитация сложных ситуаций. Виртуальные тренажеры способны моделировать сложные и опасные сценарии, что позволяет пользователям отрабатывать навыки в условиях, приближенных к реальным, без риска для здоровья и безопасности.

5. Интерактивность и вовлеченность. Виртуальные тренажеры предлагают интерактивные элементы, которые делают процесс обучения более увлекательным и мотивирующим, что способствует лучшему усвоению материала.

Виртуальные симуляторы являются эффективными инструментами для обучения и тренировки в различных областях. Они снижают производственные затраты, сводят к минимуму последующие риски в работе персонала.

Ключевые виртуальные симуляторы для обучения машинистов электропоездов представлены в табл. 1.

### Недостатки симуляторов машинистов электропоездов

Представленные выше симуляторы хороши для обучения начальным навыкам машиниста электропоезда, однако у них **есть ряд недостатков:**

1. Ограниченное количество сценариев. Большинство симуляторов ориентированы на штатные ситуации и не включают достаточное количество сценариев для отработки чрезвычайных ситуаций (например, сход с рельсов, пожары, столкновения). Например, в симуляторе REDS SA VR отсутствуют модули для отработки аварийных ситуаций.

2. Упрощенная физика и поведение поезда. В чрезвычайных ситуациях поведение поезда может значительно отличаться от штатного режима, но симуляторы часто не учитывают эти нюансы. Так, в TecknoSIM VR физика движения поезда упрощена, что делает его непригодным для моделирования аварий.

3. Недостаточная детализация внешней среды. В чрезвычайных ситуациях важна реалистичность внешней среды (например, поведение других участников движения, состояние путей), но симуляторы часто ограничены в этой области (например, в VR-тренажере электропоезда ЭД9М

внешняя среда недостаточно детализирована для отработки аварийных сценариев).

4. Отсутствие стрессовых факторов. В реальных чрезвычайных ситуациях машинист испытывает стресс, что влияет на его реакцию и принятие решений. Симуляторы не могут воспроизвести этот фактор. В симуляторах ОАО «РЖД», например, отсутствуют модули, имитирующие психологическое давление.

5. Ограниченная подготовка к взаимодействию с другими службами. В чрезвычайных ситуациях машинист должен взаимодействовать с диспетчерами, аварийными службами и пассажирами, но симуляторы редко включают такие сценарии. В Simbott, например, отсутствуют модули для отработки взаимодействия с аварийными службами.

6. Недостаточная гибкость. Многие симуляторы не позволяют создавать пользовательские сценарии, что ограничивает их применение для обучения в нестандартных ситуациях. Так, в VR-тренажере «Кабина машиниста» United 3D Labs отсутствует возможность добавления новых сценариев.

Из вышеперечисленных недостатков можно сделать вывод, что данные симуляторы не учитывают отработку ситуаций, связанных с чрезвычайными происшествиями на железной дороге. Отработка навыков при нестандартных ситуациях важна. Так, по данным за 2024 год, на железнодорожных переездах было зарегистрировано 196 дорожно-транспортных происшествий. Одним из наиболее значительных инцидентов стало происшествие в Волгоградской области, в результате которого произошел сход с рельсов восьми вагонов пассажирского поезда [13].

Согласно данным за 2024 год, на железнодорожных путях в результате нарушения правил безопасности и неосторожного поведения травмы различной степени тяжести получили 1677 человек. Из них 1180 случаев закончились летальным исходом, включая гибель 87 несовершеннолетних. Указанная информация подтверждается официальными источниками [14].

Важным документом, которым руководствуются все работники, связанные с организацией дви-

Таблица 1

## Ключевые виртуальные симуляторы для обучения машинистов электропоездов

Наименование симулятора	Характеристики	Преимущества	Особенности
<b>Симулятор поезда REDS SA VR</b>	Реалистичная физика поезда и изменения сценариев в реальном времени, такие как изменение погоды и времени суток. Создан с использованием Unity для оптимальной производительности. Высокая производительность без сообщений о проблемах с тошнотой или усталостью у тестируемых пользователей. Масштабное создание виртуального мира, представленное на выставке InnoTrans в Ганновере	Многопользовательская игра и подробные сценарии обучения повышают навыки совместной работы и обеспечивают тщательную подготовку к реальным операциям [7]	В симуляторе игроки могут сесть за пульт управления классического русского электровоза и испытать себя в роли машиниста. Игрокам предстоит справиться с дикими зверями, злодеями, суровыми морозами и постоянно ломающимся оборудованием во время управления поездом. Помимо симуляторов управления поездом, существуют также игры-стратегии, где игроки могут проектировать, строить и автоматизировать железнодорожные сети
<b>Симулятор вождения TecknoSIM VR</b>	Симулятор вождения виртуальной реальности TecknoSIM, который совместим со всеми ведущими гарнитурами виртуальной реальности и предназначен для множества приложений, включая обучение и тестирование	Высокий уровень детализации и реалистичности помогает обучаемым получить глубокое представление об органах управления поездом и операциях с ним, повышая их готовность к реальному вождению [8]	Реалистичная обстановка в салоне со всеми необходимыми элементами управления. Использование передовых технологий, таких как лазерное сканирование и визуализация с высокой детализацией
<b>VR-тренажер электропоезда ЭД9М</b>	Виртуальный симулятор поддерживает многопользовательский режим, позволяя тренироваться в команде и улучшая навыки общения между членами поездной бригады	Многопользовательская игра и подробные сценарии обучения повышают навыки совместной работы и обеспечивают тщательную подготовку к реальным операциям [9]	Комплексное обучение от приема поезда до прибытия на конечную станцию. Два режима: обучение и экзамен с сопровождающими аудио- и визуальными подсказками
<b>VR-тренажер «Кабина машиниста» United 3D Labs</b>	Симулятор оснащен всеми атрибутами кабины настоящего машиниста, включая комфортабельные кресла и ручки контроля. Позволяет посетителям ощутить себя в роли машиниста современного поезда «Иволга»	Высокий уровень детализации и реалистичности помогает обучаемым получить глубокое представление об органах управления поездом и операциях с ним, повышая их готовность к реальному вождению [10]	Реалистичная обстановка в салоне со всеми необходимыми элементами управления. Использование передовых технологий, таких как лазерное сканирование и визуализация с высокой детализацией
<b>VR-тренажеры ОАО «РЖД»</b>	VR-тренажер для обучения по охране труда электромонтеров контактной сети	Эти симуляторы помогают снизить риски и улучшить сохранение навыков, делая их эффективными как для новых, так и для опытных сотрудников [11]	Обучение в контролируемой среде для отработки различных сценариев и действий
<b>Многофункциональный VR-тренажер Simbott</b>	Обучающие модули виртуальной реальности для различных профессий, в том числе для железнодорожных перевозок	Гибкость и захватывающий опыт, предоставляемые виртуальными симуляторами Simbott, обеспечивают всестороннее развитие навыков в различных отраслях, включая железные дороги [12]	Экономичные и временные решения для обучения. Настраиваемые модули для удовлетворения конкретных потребностей в обучении

жения поездов, является регламент [5], который устанавливает:

- положения и требования, предъявляемые к организации и выполнению мероприятий работниками ОАО «РЖД», связанных с движением поездов и выполнением маневровой работы при воз-

никновении аварийных и нестандартных ситуаций на инфраструктуре ОАО «РЖД»;

- перечень нормативных документов ОАО «РЖД», Минтранса России и МЧС России, определяющих основные направления организации по взаимодействию работников смежных служб в во-

просах обеспечения безопасности движения поездов;

- регламент взаимодействия между участниками перевозочного процесса при возникновении аварийных и нестандартных ситуаций.

Область применения регламента определена требованиями нормативных документов ОАО «РЖД», МПС России и Министерством транспорта Российской Федерации.

## Заключение

Виртуальные симуляторы предлагают преобразующий подход к обучению машинистов электропоездов, обеспечивая реалистичную, за-

хватывающую и безопасную среду для развития навыков. Проанализированные симуляторы, в том числе от REDS SA, Tecknotrove, United 3D Labs, ОАО «РЖД» и Simbott, демонстрируют эффективность технологии виртуальной реальности в повышении результатов обучения. Созданные виртуальные тренажеры дают возможность создавать различные ситуации, отрабатывать необходимые действия, имитировать аварийные условия работы, что невозможно в реальных условиях. Приобретенные в результате обучения знания и умения и полученные на тренажерных комплексах практические навыки позволяют лучше готовить машинистов электропоездов к полноценной работе.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Воробьев Э. В., Павлов В. Е., Соловьева А. М. Железная дорога // Большая российская энциклопедия. Электронная версия. URL: [http://old.bigenc.ru/domestic\\_history/text/3822668](http://old.bigenc.ru/domestic_history/text/3822668) (дата обращения: 02.02.2025).
2. ГОСТ 34530—2019. Транспорт железнодорожный. Основные понятия. Термины и определения = Railway transport. General. Terms and definitions: межгосударственный стандарт: введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 сентября 2019 г. № 748-ст: дата введения 2020-02-01. М.: Стандартинформ, 2019. 50 с.
3. Литвиненко Ю. Статистика показывает рост числа происшествий на железной дороге в РФ // Новые Известия on-line. 2024. 19 декабря. URL: <http://newizv.ru/news/2024-12-19/statistika-pokazyvaet-rost-chisla-proisshestviy-na-zheleznoy-doroge-v-rf> (дата обращения: 02.02.2025).
4. Карпович П. Аварийность на транспорте: статистика показывает снижение везде, кроме железной дороги // РЖД-Партнер.РУ. 2024. 05 июля. URL: <http://www.rzd-partner.ru/logistics/news/avariynost-na-transporte-statistika-pokazyvaet-snizhenie-vezde-krome-zheleznoy-dorogi> (дата обращения: 02.02.2025).
5. О вводе в действие Регламента взаимодействия работников, связанных с движением поездов, с работниками локомотивных бригад при возникновении аварийных и нестандартных ситуаций на путях общего пользования инфраструктуры ОАО «РЖД»: распоряжение ОАО «РЖД» от 12 декабря 2017 г. № 2580р.
6. VR-тренажеры уменьшают число ошибок машинистов и ремонтных бригад // РЖД Цифровой. 2022. 11 декабря. URL: <http://rzddigital.ru/projects/vr-trenazhery-umenshayut-chislo-oshibok-mashinistov-i-remontnykh-brigad/> (дата обращения: 02.02.2025).
7. Training & Simulation VR Train Simulator for REDS. URL: <http://immersiveform.com/index.php/case-study/training-simulation-vr-train-simulator-for-reds> (дата обращения: 02.02.2025).
8. Virtual Reality Training Simulator and Solutions. URL: <http://tecknotrove.com/virtual-reality-training-simulator-solutions> (дата обращения: 21.12.2024).
9. Research on the Effectiveness of Virtual Reality Technology for Locomotive Crew Driving and Emergency Skills Training / X. Gao, P. Zhou, Q. Xiao [et al.] // Applied Sciences. 2023. Vol. 13, Iss. 22. Art. No. 12452. 15 p. DOI: 10.3390/app132212452.
10. Разработка VR тренажера «Кабина машиниста». URL: <http://uni3dlabs.ru/portfolio/train-driver-simulator> (дата обращения: 21.12.2024).
11. Технологии AR/VR // РЖД Цифровой. 2022. 11 ноября. URL: <http://rzddigital.ru/technology/ar-vr/> (дата обращения: 21.12.2024).

12. Simbott — Advanced AR, VR, & MR Training Simulation Company. URL: <http://simbott.com> (дата обращения: 21.12.2024).

13. На железнодорожных переездах в 2024 году произошло 196 ДТП // Информационное агентство ТАСС. 2025. 31 января. URL: <http://tass.ru/ekonomika/23024489> (дата обращения: 02.02.2025).

14. На железной дороге в 2024 году из-за неосторожности погибли 1180 человек // Информационное агентство ТАСС. 2025. 27 января. URL: <http://tass.ru/proisshestiya/22984977> (дата обращения: 02.02.2025).

Дата поступления: 12.02.2025

Решение о публикации: 24.02.2025

## A Study on Virtual Simulator-Based Learning to Develop Electric Train Drivers' Skills

**Vladislav E. Lyapunov** — Master's Degree Student, Postgraduate Student, Information and Computing Systems Department. Research interests: information systems, virtual reality, augmented reality, immersive technologies. E-mail: [Bladl1967@yandex.ru](mailto:Bladl1967@yandex.ru)

**Rinat G. Gilvanov** — PhD in Military Sciences, Associate Professor, Information and Computing Systems Department. Research interests: information systems, virtual reality, augmented reality, immersive technologies. E-mail: [gilvanov1950@mail.ru](mailto:gilvanov1950@mail.ru)

**Dayana Davydova** — Master's Degree Student, Assistant Lecturer, Information and Computing Systems Department. Research interests: information systems, big data processing. E-mail: [dayana-0820@bk.ru](mailto:dayana-0820@bk.ru)

**Daria V. Sergeeva** — Assistant Lecturer, Head of the Laboratory of the Information and Computing Systems Department. Research interests: information systems, big data processing, artificial intelligence. E-mail: [ssergeevadv@gmail.com](mailto:ssergeevadv@gmail.com)

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, 9, Moskovsky ave., Saint Petersburg, 190031, Russia

**For citation:** Lyapunov V. E., Gilvanov R. G., Davydova D., Sergeeva D. V. A Study on Virtual Simulator-Based Learning to Develop Electric Train Drivers' Skills. *Intellectual Technologies on Transport*, 2025, No. 1 (41), pp. 65–73. DOI: 10.20295/2413-2527-2025-141-65-73. (In Russian)

**Abstract.** *A study on a VR simulator-based learning to develop electric train drivers' skills is presented. **Purpose:** to improve the simulator efficiency to develop the professional qualities of electric train drivers thus increasing the electric train operation safety. **Methods:** to conduct a study on virtual simulators available today for training electric train drivers. **Results:** such virtual simulators as REDS SA VR, TecknoSIM VR, ED9M electric train simulator, United 3D Labs Driver's Cabin, "Russian Railways" VR simulator, Simbott VR simulator are analyzed. **Practical significance:** VR simulators available today do not focus on electric train drivers' training related to railway accidents such as train-pedestrian or train-automobile collisions, derailment, and others.*

**Keywords:** *virtual simulators, VR technologies, driver training, railway transport, safety, training efficiency*

## REFERENCES

1. Vorobyev E. V., Pavlov V. E., Solovyeva A. M. Zheleznaya doroga [Railway], *Bolshaya rossiyanskaya entsiklopediya. Elektronnyaya versiya [Great Russian Encyclopedia. Electronic version]*. Available at: [http://old.bigenc.ru/domestic\\_history/text/3822668](http://old.bigenc.ru/domestic_history/text/3822668) (accessed: 02.02.2025). (In Russian)

2. GOST 34530—2019. Transport zheleznodorozhnyy. Osnovnye ponyatiya. Terminy i opredeleniya [GOST 34530—2019. Railway transport. General. Terms and definitions]. Effective from February 01, 2020. Moscow, StandartInform Publishing House, 2007, 50 p. (In Russian)



3. Litvinenko Yu. Statistika pokazyvaet rost chisla proisshestviy na zheleznoy doroge v RF [Statistics Show an Increase in the Number of Accidents on the Railway in the Russian Federation], *Novye izvestiya on-line*. Published online December 19, 2024. Available at: <http://newizv.ru/news/2024-12-19/statistika-pokazyvaet-rost-chisla-proisshestviy-na-zheleznoy-doroge-v-rf> (accessed: 02.02.2025). (In Russian)
4. Karpovich P. Avariynost na transporte: statistika pokazyvaet snizhenie vezde, krome zheleznoy dorogi [Accident Rate in Transport: Statistics Show a Decrease Everywhere Except the Railway], *RZhD-Partner.RU*. Published online July 05, 2024. Available at: <http://www.rzd-partner.ru/logistics/news/avariynost-na-transporte-statistika-pokazyvaet-snizhenie-vezde-krome-zheleznoy-dorogi> (accessed: 02.02.2025). (In Russian)
5. O vvode v deystvie Reglamenta vzaimodeystviya rabotnikov, svyazannykh s dvizheniem poezdov, s rabotnikami lokomotivnykh brigad pri vozniknovenii avariynykh i nestandartnykh situatsiy na putyakh obshchego polzovaniya infrastruktury OAO “RZhD” [On the Introduction of the Regulations on the Interaction of Employees Associated with Train Movement with Employees of Locomotive Crews in the Event of Emergency and Non-Standard Situations on Public Tracks of the Infrastructure of JSC Russian Railways]: Order of JSC Russian Railways dated December 12, 2017 No. 2580r. (In Russian)
6. VR-trenazhery umenshayut chislo oshibok mashinistov i remontnykh brigad [VR Simulators Reduce the Number of Errors by Drivers and Repair Crews], *RZhD Tsifrovoy [RZD.Digital]*. Published online December 11, 2022. Available at: <http://rzdigital.ru/projects/vr-trenazhery-umenshayut-chislo-oshibok-mashinistov-i-remontnykh-brigad/> (accessed: 02.02.2025). (In Russian)
7. Training & Simulation VR Train Simulator for REDS. Available at: <http://immersiveform.com/index.php/case-study/training-simulation-vr-train-simulator-for-reds> (accessed: 02.02.2025).
8. Virtual Reality Training Simulator and solutions. Available at: <http://tecknotrove.com/virtual-reality-training-simulator-solutions> (accessed: 21.12.2024).
9. Gao X., Zhou P., Xiao Q., et al. Research on the Effectiveness of Virtual Reality Technology for Locomotive Crew Driving and Emergency Skills Training, *Applied Sciences*, 2023, Vol. 13, Iss. 22, Art. No. 12452, 15 p. DOI: 10.3390/app132212452.
10. Razrabotka VR trenazhera “Kabina mashinista” [Development of the “Driver’s Cabin” VR simulator]. Available at: <http://uni3dlabs.ru/portfolio/train-driver-simulator> (accessed: 21.12.2024). (In Russian)
11. Tekhnologii AR/VR [AR/VR Technologies], *RZhD Tsifrovoy [RZD.Digital]*. Published online November 11, 2022. Available at: <http://rzdigital.ru/technology/ar-vr/> (accessed: 21.12.2024). (In Russian)
12. Simbott — Advanced AR, VR, & MR Training Simulation Company. Available at: <http://simbott.com> (accessed: 21.12.2024).
13. Na zheleznodorozhnykh pereezdakh v 2024 godu proizoshlo 196 DTP [In 2024 196 Accidents Occurred at Railway Crossings], *Informatsionnoe agentstvo TASS [TASS Russian News Agency]*. Published online at January 31, 2025. Available at: <http://tass.ru/ekonomika/23024489> (accessed: 02.02.2025). (In Russian)
14. Na zheleznoy doroge v 2024 godu iz-za neostorozhnosti pogibli 1180 chelovek [In 2024 1180 People Died on the Railway Due to Carelessness], *Informatsionnoe agentstvo TASS [TASS Russian News Agency]*. Published online at January 27, 2025. Available at: <http://tass.ru/proisshestviya/22984977> (accessed: 02.02.2025). (In Russian)

Received: 12.02.2025

Accepted: 24.02.2025