УДК 004

Сидоров М.И.
студент
4 курс, кафедра управления и информатики в технических системах
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»
Россия, г. Москва

ВЛИЯНИЕ VR-ТРЕНАЖЁРОВ НА КОГНИТИВНУЮ НАГРУЗКУ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСВОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ НАВЫКОВ

Аннотация: *В статье рассматривается влияние виртуальных тренажёров на процессы обучения персонала в промышленной сфере с акцентом на когнитивную нагрузку и качество усвоения навыков. На основе экспериментального исследования, проведённого с использованием разработанной VR-системы, сравниваются традиционные и иммерсивные методы обучения. Анализируются показатели времени освоения сценариев, количества допущенных ошибок, а также устойчивости запоминания информации. Статья содержит количественные данные, иллюстрирующие прирост показателей обучения, и делает выводы о целесообразности внедрения VR-технологий в производственную подготовку.*

Ключевые слова: *виртуальная реальность (VR), промышленное обучение, когнитивная нагрузка, VR-тренажёры, производственные навыки, иммерсивное обучение*

Annotation *This article examines the impact of virtual simulators on industrial personnel training, with a focus on cognitive load and the quality of skill acquisition. Based on an experimental study conducted using a custom-developed VR system, traditional and immersive training methods are compared. The analysis includes metrics such as scenario completion time, number of errors*

made, and information retention. The article presents quantitative data illustrating improvements in training outcomes and concludes with a discussion on the feasibility and benefits of implementing VR technologies in industrial training.

Key words: *virtual reality (VR), industrial training, cognitive load, VR simulators, production skills, immersive learning.*

Введение:

Современное промышленное производство предъявляет всё более высокие требования к квалификации персонала, скорости адаптации к новым технологическим процессам и соблюдению стандартов безопасности. В условиях высокой стоимости оборудования, ограниченного доступа к производственным мощностям и риска ошибок в реальной среде традиционные методы подготовки - теоретические инструкции, бумажные регламенты и очное наставничество - зачастую оказываются неэффективными. Особенно это актуально при обучении взаимодействию с технологически сложными или потенциально опасными установками.

Одним из перспективных направлений преодоления этих ограничений является применение технологий виртуальной реальности (VR), позволяющих создавать реалистичные симуляции производственных процессов. VR-тренажёры предоставляют возможность безопасного, интерактивного и адаптивного обучения в среде, максимально приближённой к реальным условиям, но при этом не сопряжённой с рисками для оборудования или персонала.

Цель данной статьи - на основе экспериментального исследования с участием двух контрольных групп (VR-обучение и традиционный подход) оценить влияние VR-тренажёров на следующие показатели:

- скорость освоения операций,
- количество допущенных ошибок,
- степень запоминания через несколько дней после тренировки,

- субъективную когнитивную нагрузку по результатам опроса.

Виртуальная реальность в обучении:

Полученные данные позволяют не только количественно подтвердить эффективность применения VR в промышленной подготовке, но и дать рекомендации по проектированию обучающих систем на основе иммерсивных технологий.

Виртуальная реальность как инструмент обучения производственным операциям получает всё большее распространение в силу своей способности формировать безопасную, интерактивную и наглядную среду. В рамках данной работы была разработана VR-система на основе компонентно-ориентированного подхода с применением игрового движка Unity и XR Interaction Toolkit. Система позволяет обучающимся взаимодействовать с точными 3D-моделями оборудования в режиме, максимально приближённом к реальным условиям. Каждый объект в системе реализуется как набор независимых компонентов, что обеспечивает гибкость при построении обучающих сценариев и адаптацию под конкретные задачи.

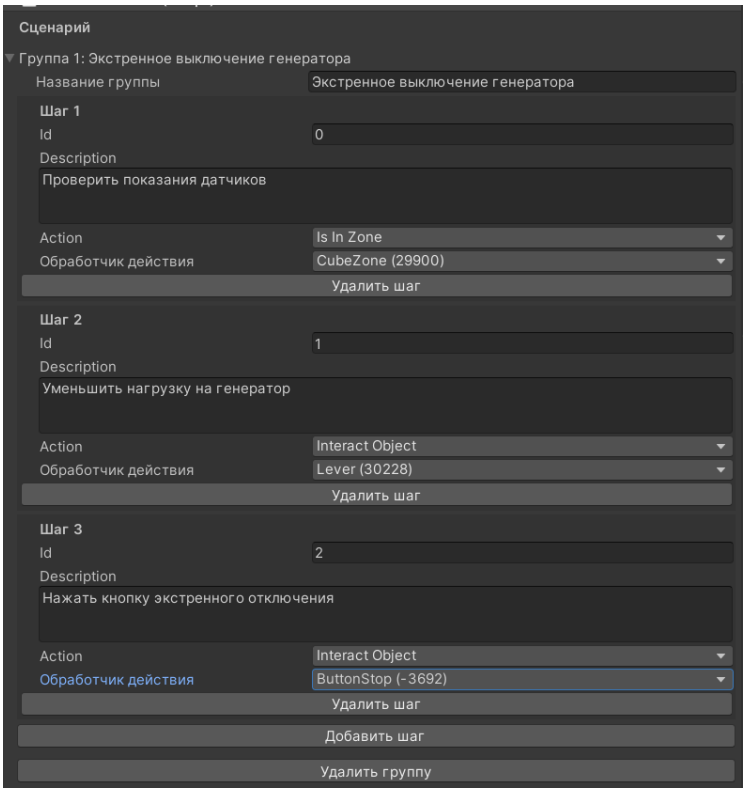

Рисунок 1. Пример реализованного сценария

Экспериментальное исследование:

Для оценки эффективности такого подхода было проведено экспериментальное исследование, в котором сравнивались традиционный метод обучения (по бумажным инструкциям) и обучение с использованием разработанного VR-тренажёра. Обучающимся предлагалось освоить сценарий, включающий восемь базовых действий, характерных для взаимодействия с производственным оборудованием: активация элементов управления, перемещение объектов, наблюдение за индикаторами, установка компонентов в заданные зоны и другие операции.

Таблица 1.

Анализ показателей эксперимента

Показатель	**Группа А (традиционная)**	**Группа В (VR)**
Среднее время прохождения (мин)	15	7
Среднее количество ошибок на участника	1,6	0,8
Процент участников, завершивших без ошибок	20%	60%
Процент участников, сохранивших навык через 5 дней	40%	80%
Средняя когнитивная нагрузка (0–10)	6,9	4,2

В исследовании участвовали две группы по пять человек, не имевшие предварительного опыта. Первая группа обучалась по классическим текстовым материалам, вторая - в виртуальной среде с пошаговыми

визуальными подсказками и подсветкой активных объектов. После этапа обучения обе группы выполняли те же действия без помощи и подсказок. Дополнительно через пять дней был проведён повторный тест на воспроизведение действий для оценки устойчивости усвоенного материала.

Результаты эксперимента показали значительное преимущество VR-метода. Среднее время выполнения сценария у участников, обученных в виртуальной среде, составило 7 минут, тогда как у группы с традиционным обучением - 15 минут. Количество ошибок в VR-группе было почти в два раза ниже. Особенно важно, что через несколько дней 80% участников VR-группы безошибочно воспроизвели весь сценарий, тогда как в контрольной группе этот показатель составил лишь 40%. Помимо объективных метрик, проводилась субъективная оценка когнитивной нагрузки: участники VR-группы отметили, что выполнять действия в визуальной среде с подсказками было значительно проще, чем следовать абстрактной инструкции.

Таким образом, VR не только сокращает время на обучение, но и делает процесс более наглядным, интуитивным и запоминающимся. Визуальные ориентиры, контекстная информация и немедленная обратная связь снижают ментальную нагрузку и позволяют быстрее сформировать устойчивые навыки.

Заключение:

Исследование подтвердило, что применение виртуальной реальности в производственном обучении даёт ощутимые преимущества по сравнению с традиционными методами. Обучающиеся, проходящие инструктаж в VR-среде, быстрее осваивают действия, совершают меньше ошибок и лучше запоминают последовательности операций. Снижение когнитивной нагрузки достигается за счёт визуальной ясности, иммерсивности и пошагового сопровождения.

Эти результаты делают VR-тренажёры особенно полезными в ситуациях, где обучение на реальном оборудовании затруднено или

сопряжено с рисками. Благодаря компонентной архитектуре разрабатываемая система легко адаптируется под различные производственные процессы и сценарии. Таким образом, VR может стать не просто дополнением, а полноценной альтернативой традиционным методам подготовки технического персонала, особенно в условиях цифровой трансформации промышленности.

Использованные источники:

1. Makransky, G., Lilleholt, L. A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education / G. Makransky, L. Lilleholt // Educational Technology Research and Development. – 2018. – Vol. 66, No. 5. – P. 1141–1164.
2. Jerald, J. The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality / J. Jerald. – New York: Morgan & Claypool, 2016. – 520 p.
3. Мещеряков, Б. Г. Психология и эргономика: взаимодействие человека с техническими системами / Б. Г. Мещеряков. – М.: КноРус, 2012. – 312 с.
4. Чернышёв, С. Ю. Оценка когнитивной нагрузки в процессе профессионального обучения с использованием VR / С. Ю. Чернышёв // Вестник Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333, № 4. – С. 85–92.
5. Bowman, D. A. 3D User Interfaces: Theory and Practice / D. A. Bowman, E. Kruijff, J. J. LaViola Jr., I. Poupyrev. – Boston: Addison-Wesley, 2004. – 512 p.
6. Герасимов, П. А. Технологии виртуальной реальности в инженерном образовании / П. А. Герасимов // Высшее образование в России. – 2020. – № 8–9. – С. 123–128.
7. Unity Technologies. XR Interaction Toolkit Documentation [Электронный ресурс]. – URL:

https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.xr.interaction.toolkit@latest (дата обращения: 25.07.2025).

Информация о себе: +7(937)-647-64-73, makar.sidorov@gmail.com