

ГИБРИДНЫЕ СТАЖИРОВКИ НА ОСНОВЕ VR/AR В ДУАЛЬНОМ ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

*Н.В.Хаджинова, А.А.Агель, М.В.Пашиковец
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники*

Современные технологии виртуальной и дополненной реальности VR/AR (Virtual Reality/Augmented Reality) активно внедряются в профессиональное обучение, демонстрируя высокую эффективность в отработке практических навыков без риска для людей и оборудования. Данные практики уже успешно применяются в военной сфере, например, при обучении пилотов беспилотников, а также в авиации, где тренажеры позволяют моделировать различные погодные условия и аварийные ситуации, значительно ускоряя подготовку новичков [1]. Аналогичный подход может быть перенесен и в промышленность, в частности, в текстильную отрасль, где работа с высокотехнологичным оборудованием требует от специалистов не только теоретических знаний, но и уверенных практических навыков.

Особую актуальность приобретает развитие передовых инженерных школ (ПИШ) – инновационного образовательного проекта, направленного на подготовку специалистов, способных обеспечить технологический суверенитет страны. ПИШ создаются в партнерстве с ведущими промышленными предприятиями, что позволяет адаптировать образовательные программы под реальные запросы рынка труда. Такой подход не только повышает квалификацию молодых специалистов, но и сокращает разрыв между академическим обучением и практическими требованиями производства [2]. Внедрение VR/AR-технологий в дуальную систему образования, где теория сочетается с практикой, способно сделать подготовку кадров более безопасной, экономически выгодной и

увлекательной для студентов. Научная новизна работы заключается в предложении модели гибридных стажировок, сочетающих виртуальное обучение с реальной практикой, что особенно актуально для стран с развивающейся текстильной промышленностью.

Целью данного исследования является анализ возможностей применения гибридных стажировок на базе VR/AR в текстильной промышленности, а также оценка перспектив международного сотрудничества между Беларусью и Узбекистаном в этой сфере. В работе рассматривается опыт Беларуси в разработке виртуальных тренажеров (включая атомную и авиационную отрасли) и возможность его адаптации для обучения специалистов хлопкоперерабатывающих предприятий.

Дуальная система обучения представляет собой эффективную модель профессиональной подготовки, при которой теоретическое обучение в учебном заведении сочетается с практической работой на производстве. Такой подход позволяет студентам сразу применять полученные знания в реальных условиях, что значительно повышает их квалификацию и адаптивность к требованиям рынка труда [3].

Однако традиционные формы дуального обучения сталкиваются с рядом проблем:

- высокие риски при работе с промышленным оборудованием, особенно для новичков;
- значительные затраты на эксплуатацию, обслуживание техники для учебных целей и обучение молодых специалистов;
- недостаточная вовлеченность студентов из-за ограниченного доступа к современным производственным линиям.

VR/AR-технологии способны решить эти проблемы, предлагая следующие преимущества:

- безопасность – виртуальные тренажеры позволяют отрабатывать сложные операции без риска повреждения оборудования или травм [1];
- экономическая эффективность – снижение затрат на закупку и обслуживание реальных станков, а также на организацию производственных практик [4];
- повышение мотивации – интерактивные VR-сценарии делают обучение более наглядным и увлекательным, что подтверждается исследованиями в области цифровой педагогики [1].

Беларусь уже имеет значительный опыт в разработке и применении VR-тренажеров для промышленности и образования. В частности:

- Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники с 2025 года реализует программу подготовки операторов беспилотных летательных аппаратов, где студенты отрабатывают управление дронами;

- на выставке научно-технических достижений: BELEXPO – была представлена детализированная VR-модель Белорусской АЭС, включающая производственные турбины и территорию станции. Это позволяет студентам

изучать оборудование и отрабатывать технологические процессы в безопасной виртуальной среде.

Данные решения демонстрируют, что VR-технологии эффективны не только в авиации или энергетике, но и могут быть адаптированы для текстильной промышленности.

Создание виртуальных аналогов оборудования хлопкоперерабатывающих заводов (чесальные машины, прядильные линии) позволит студентам изучать их устройство и принципы работы без доступа к реальным производственным мощностям.

Интеграция расчетных модулей даст возможность совмещать теорию с практикой – например, анализировать эффективность работы оборудования при разных параметрах сырья.

Тесное взаимодействие с предприятиями (например, «Узтекстильпром») обеспечит соответствие VR-заданий реальным производственным процессам.

Разработка VR-тренажеров для промышленного обучения действительно сопряжена со значительными первоначальными инвестициями. Основные сложности заключаются в необходимости детальной проработки 3D-моделей оборудования, что требует точного воспроизведения не только внешнего вида, но и технологических процессов. Кроме того, создание и тестирование полнофункциональных симуляторов отнимает значительные временные ресурсы разработчиков и преподавателей. Стоит отметить юридические аспекты, связанные с защитой коммерческой информации предприятий при цифровизации их производственных процессов.

Несмотря на эти трудности, инвестиции в VR-технологии для образования демонстрируют убедительную экономическую эффективность в долгосрочной перспективе. Внедрение виртуальных тренажеров позволяет существенно сократить расходы на организацию практической подготовки студентов, исключая затраты на транспорт, износ реального оборудования и страховые выплаты. Важно отметить, что качество подготовки специалистов значительно повышается – учащиеся приходят на реальное производство, уже обладая отработанными навыками работы с оборудованием в виртуальной среде.

Особую ценность представляет масштабируемость VR-решений. Один разработанный тренажер может одновременно использоваться сотнями учащихся в разных учебных заведениях без необходимости дополнительных инвестиций в оборудование. Это делает технологию особенно привлекательной для отраслевой подготовки кадров.

Международное сотрудничество между Беларусью и Узбекистаном в области VR/AR-технологий для текстильной промышленности открывает новые перспективы для обеих стран. Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Бухарский государственный технический университет, а также крупные IT-компании обладают

значительным опытом в разработке промышленных VR-тренажеров для энергетики и машиностроения, который может быть успешно адаптирован для нужд текстильной отрасли Узбекистана. Взаимовыгодное партнерство позволяет белорусским разработчикам получать доступ к реальным производственным процессам на предприятиях типа «Узтекстильпром» для создания точных цифровых двойков оборудования, в то время как узбекская сторона получает современные инструменты для подготовки кадров [4]. Это сотрудничество проявляется в создании специализированных VR-модулей, включающих 3D-модели технологических линий, интерактивные сценарии для отработки нештатных ситуаций и системы оценки компетенций.

Совместные инициативы стран предусматривают разработку транснациональных образовательных программ, сочетающих теоретическое обучение с использованием VR-тренажеров и практическую подготовку на производственных площадках Узбекистана [3].

Подобное партнерство соответствует глобальным тенденциям цифровой трансформации образования и промышленности, создавая общее образовательное пространство в сфере высоких технологий. Таки образом такие коллаборации способствуют не только обмену знаниями и технологиями, но и созданию новых высокотехнологичных рабочих мест.

Выводы: Проведенный анализ подтверждает, что внедрение VR/AR-технологий в систему профессионального образования открывает принципиально новые возможности для подготовки высококвалифицированных кадров. Особенно перспективным представляется применение этих решений в текстильной промышленности в рамках инновационных инженерных школ по аналогии с российским опытом «Алабуга Политех», где образовательный процесс интегрирован с реальным производством. Подобная модель, сочетающая VR-тренажеры с практической работой на предприятиях, не только устраняет традиционные риски обучения, но и обеспечивает принципиально иной уровень вовлеченности студентов, которые параллельно с учебой получают профессиональный опыт на рабочих должностях [5].

Международное сотрудничество Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники и Бухарского государственного технического университета в создании таких образовательных центров создает мощный синергетический эффект. Объединяя передовые IT-разработки белорусских специалистов с производственной базой узбекских текстильных предприятий, страны могут создать уникальную модель подготовки кадров. Этот подход, доказавший свою эффективность в российских инженерных школах, позволяет не только сформировать единое образовательное пространство, но и обеспечить прямой трансфер технологий и компетенций.

Развитие международного сотрудничества между Беларусью и Узбекистаном в рамках дуального образования открывает уникальные возможности для применения VR/AR-технологий. Белорусский

государственный университет информатики и радиоэлектроники может взять на себя разработку виртуальных тренажеров, которые будут ориентированы на специфику текстильного производства, включая реалистичные цифровые двойники оборудования. Эти тренажеры могут быть эффективно использованы на производственных площадках в Узбекистане, таких как предприятия Бухары, где они станут частью учебного процесса, интегрированного в реальные рабочие условия. Это сочетание виртуального обучения с практическими навыками обеспечит высокую квалификацию специалистов. Такой подход не только усиливает эффективность подготовки кадров, но и демонстрирует важность международного взаимодействия в области цифровой трансформации промышленности и образования, создавая устойчивую платформу для долгосрочного развития обеих стран.

Литература

1. The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences: Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context. Bailenson J., Yee N., Blascovich J., Beall A. *Journal of the Learning Sciences*. – 2008. – Vol. 17, № 1. – P. 102-141.
2. OECD (2023), *Building Future-Ready Vocational Education and Training Systems*, OECD Reviews of Vocational Education and Training, OECD Publishing, Paris. – P. 11-13.
3. Образовательный портал профессионального обучения "Razum.by" : [сайт]. – [Б. м.], 2024. – URL: <https://razum.by/edu-prof> (дата обращения: 19.09.2024).
4. Ponce, P., Anthony, B., Bradley, R., Maldonado-Romo, J., Méndez, J. I., Montesinos, L., & Molina, A. (2024). Developing a virtual reality and AI-based framework for advanced digital manufacturing and nearshoring opportunities in Mexico. *Scientific Reports*, 14, 11214.
5. Официальный сайт Политехнического колледжа Алабуги : [сайт]. – Алабуга, 2024. – URL: <https://polytech.alabuga.ru> (дата обращения: 19.09.2024).