

С.В. Киселев, доц., канд. техн. наук;
В. Т. Лукаш, доц., канд. техн. наук;
Н.О. Азовская, канд. с.-х. наук
(БГТУ, г. Минск)

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ VR-ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

В последнее десятилетие виртуальная реальность (*VR*) стала неотъемлемой частью информационных технологий и все шире применяется во многих сферах деятельности человека, включая производство и промышленную безопасность. Использование *VR* является частью концепции Индустрии 4.0 – качественного развития промышленности объединяющая автоматизацию, интернет вещей (*IoT*), искусственный интеллект (*AI*), цифровые двойники (*digital twin*) и цифровые технологии, для повышения эффективности производства [1].

Одним из направлений использования *VR*-технологий является обеспечение безопасности производственных процессов, что в первую связано с обучением и повышением квалификации работников, а именно моделировании опасных ситуаций дополнительного без риска для людей и оборудования.

Используя тренажеры виртуальной реальности, в которых загружена цифровая модель оборудования, цеха или даже предприятия, можно практиковаться в стрессовых условиях, приближенной к реальным производственным условиям находясь при этом в безопасной среде. Например, отрабатывать действия в чрезвычайных ситуациях с выбросом или утечки химически опасных веществ, при возгораниях и пожарах, аварийных отключениях на энергосистемах, обучению безопасным методам работы на высоте и работе на тяжелой технике, при работе с высокотемпературными материалами.

Важной особенностью технологии *VR* является возможность совместной работе в виртуальной среде, что способствует улучшению коммуникации и координации между различными структурными подразделениями предприятия.

Однако несмотря перечисленные выше перспективы использования, существуют и объективные сложности с массовым внедрением *VR*-технологии в промышленную безопасность.

Для внедрения данной технологии требуются значительные первоначальные затраты. Современные *VR*-устройства, требуют мощного аппаратного обеспечения для работы с высококачественной графикой и сложными симуляциями и поэтому такие компоненты как

шлемы, контроллеры и платформы, требуют значительных финансовых вложений. Но стоимость оборудования не является основной статьей расходов при внедрении технологии виртуальной реальности. Главной проблемой является разработки программного обеспечения – цифрового виртуального окружения, моделирование процессов, сценариев и пр.

Создание программного обеспечения для *VR*-систем на данном этапе требует очень больших финансовых и человеческих ресурсов. Основные проблемы включают в себя следующие аспекты.

Высокая сложность моделирования процессов. Для создания эффективных симуляций требуется учитывать множество переменных реальной физической среды, таких как физические свойства объектов, способы взаимодействия человека с оборудованием и поведение системы в различных условиях, что требует значительного времени и экспертного знания как в области моделирования так и в области производственных процессов. Отсюда возникает вторая проблема - недостаток квалифицированных специалистов, которые могут разрабатывать виртуальные сценарии, обеспечивать интеграцию *VR* с существующими системами, специалистов способных разрабатывать методологию обучения сотрудников работе с новой технологией. Параллельно возникает вопрос ответственности за возможные вероятные ошибки в случае несоответствия результатов симуляции реальным условиям.

Все большее применение цифровых систем в промышленности ставит еще один важный вопрос о безопасности от внешних угроз, таких как хакерские атаки, утечка данных и пр. Использование *VR* связано с обработкой больших объемов информации, включая данные о персонале и производственных процессах [2].

Необходимость регулярных обновлений и актуализации. Меняющиеся нормативные требования, модернизация технологий вызывают необходимость обновления программного обеспечения, а значит и наличие штата специалистов, решающих данную задачу.

Суммарно высокие затраты на внедрение данной технологии приводят к тому, что на сегодняшний день малые предприятия не могут позволить себе такие технологии, а внедряются они в первую очередь на крупных высокорентабельных предприятиях или предприятиях с высокой стоимостью ошибки, например, в медицине, предприятиях автомобилестроения, нефтегазовой, металлургической, химической, аэрокосмической промышленности.

Психофизиологические факторы и проблемы взаимодействия человека с виртуальным окружением. Для некоторых людей долгое

использование *VR* может вызывать головокружение, тошноту и другие неприятные симптомы, другие пользователи испытывают сложности с восприятием виртуальных объектов и их соотношения с реальным миром, что особенно характерно для людей старшего поколения.

Виртуальная реальность замещает для человека физическую реальность, но при этом человек продолжает взаимодействовать с физической реальностью. Чем меньше виртуальная реальность отличается от физических сигналов, получаемых телом, тем сильнее погружение и восприятие виртуальной реальности. Однако современные методы взаимодействия с виртуальной реальностью достаточно примитивны. Основным способом взаимодействия являются контроллеры, которых достаточно для перемещения объектов и некоторого взаимодействия с внутри виртуальной реальности, но в то же время контроллер не дает точного ощущения для виртуального инструмента. Проблему пытаются решать, создавая специализированные контроллеры, повторяющие форму инструмента, либо проводя модернизацию существующих контроллеров обеспечивающую необходимую обратную физическую связь. Все это удорожает и усложняет контроллеры, что также не способствует широкому распространению подобных устройств.

Использование *VR*-технологий в обеспечении безопасности производственных процессов обладает определенным потенциалом. В первую очередь она позволяет улучшить обучение сотрудников, а значит снизить риски аварий, повысить эффективность взаимодействия людей и оборудования. Успешное внедрение данной технологии требует преодоления ряда значительных технических проблем. Однако авторы считают, что с дальнейшим развитием технологий, *VR* станут частью современных производственных процессов, делая их более безопасными и эффективными.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum (2016). URL: [https:// law.unimelb.edu.au /data/ assets/ pdf_file/ 0005/ 3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf](https://law.unimelb.edu.au/data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf) (дата обращения: 10.01.2025).

2. Риски безопасности и конфиденциальности в виртуальной и дополненной реальности. — URL: <https://www.kaspersky.ru/resource-center/threats/security-and-privacy-risks-of-ar-and-vr> (дата обращения: 10.01.2025).