

Роль иммерсивных технологий в повышении производительности труда на примере использования дополненной и виртуальной реальности

Мерзликин Никита Георгиевич

Аспирант

ORCID: 0009-0006-6399-6310, e-mail: NGMerzlikin@gmail.com

Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации, Москва, Россия

Аннотация

В статье анализируется роль иммерсивных технологий в повышении производительности труда на предприятиях. Рост экономики обуславливается не только производительными силами, но и рациональным использованием труда человека и достижениями научно-технологического прогресса. Автор рассмотрел опыт применения актуальных для рынка цифровых инструментов повышения производительности труда – виртуальной и дополненной реальности. Данные технологии оказывают значимое воздействие на производительность труда и способствуют улучшению показателей эффективности выполнения производственных операций. Мировая практика применения иммерсивных технологий на предприятиях демонстрирует широкий охват областей их использования. Так, технологии дополненной и виртуальной реальности востребованы в машиностроении, добыче энергии, логистике, в проектировании объектов и производственных линий. В сущности они расширяют границы возможностей человека во взаимодействии с виртуальным и дополненным пространствами, предоставляя уникальные управленческие инструменты для решения задач различной сложности, и имеют значительный потенциал в контексте повышения производительности труда. По результатам анализа определены ключевые функции технологий дополненной и виртуальной реальности в промышленности, разработана структура функционального использования иммерсивных технологий для повышения производительности труда.

Ключевые слова

Виртуальная реальность, дополненная реальность, производственный менеджмент, менеджмент инноваций, иммерсивные технологии, цифровые технологии, производительность труда

Для цитирования: Мерзликин Н.Г. Роль иммерсивных технологий в повышении производительности труда на примере использования дополненной и виртуальной реальности // Вестник университета. 2024. № 5. С. 78–85.



The role of immersive technologies in increasing labour productivity on the example of augmented and virtual reality

Nikita G. Merzlikin

Postgraduate Student

ORCID: 0009-0006-6399-6310, e-mail: NGMerzlikin@gmail.com

Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

Abstract

The article analyses the role of immersive technologies in increasing productivity in enterprises. Economic growth is determined not only by productive forces, but also by the rational use of human labour and achievements of scientific and technological progress. The author has examined the experience of using digital tools relevant to the market that improve productivity – virtual and augmented reality. These technologies have a significant impact on labour productivity and contribute to enhancing performance indicators of production operations. The global practice of applying immersive technologies in enterprises demonstrates a wide range of areas of their use. Thus, augmented and virtual reality are in demand in mechanical engineering, energy extraction, logistics, design of facilities and production lines. In essence, these technologies expand the boundaries of human capabilities in interaction with virtual and augmented spaces, providing unique management tools for solving tasks of varying complexity, and have significant potential in the context of better productivity. Based on the results of the analysis, the key functions of augmented and virtual reality in industry have been identified, and the structure of the functional usage of immersive technologies to increase productivity has been developed.

Keywords

Virtual reality, augmented reality, production management, innovation management, immersive technologies, digital technologies, labour productivity

For citation: Merzlikin N.G. (2024) The role of immersive technologies in increasing labour productivity on the example of augmented and virtual reality. *Vestnik universiteta*, no. 5, pp. 78–85.



ВВЕДЕНИЕ

Одним из фундаментальных показателей в экономике является производительность труда. Он характеризует в экономическом выражении эффективность труда на предприятии, качество административных и производственных операций, а также организацию труда. Одним из элементов производственных отношений выступает взаимодействие человека с инструментами труда и вспомогательными инструментами труда. Актуальные направления развития предприятий – цифровые технологии организации труда для повышения операционной эффективности, среди которых такие иммерсивные технологии, как дополненная (англ. augmented reality, далее – AR) и виртуальная (англ. virtual reality, далее – VR) реальность.

Данные технологии встраиваются в бизнес-процессы предприятия на разных уровнях:

- на уровне выполнения операционных задач рабочим: AR и VR способствуют процессу выполнения трудовой деятельности, выступая в качестве вспомогательного инструмента;
- на уровне обучения персонала: создание цифровых симуляций для отработки действий при чрезвычайных ситуациях, но в безопасных условиях для жизни человека и организации;
- на уровне проектирования инфраструктуры производственного потока (при планировании местоположения оборудования, плана движения материалов, места складирования и т.д.) и др.

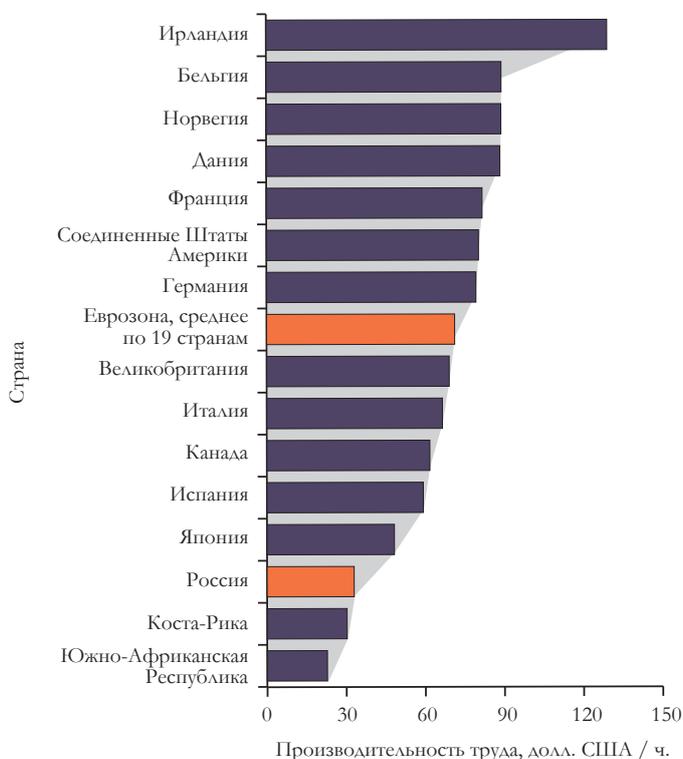
Целью данной статьи является анализ способов применения AR и VR. Задачи статьи:

- 1) определение роли и места цифровых технологий в повышении производительности труда в контексте российской экономики;
- 2) систематизация функций AR и VR в промышленности;
- 3) анализ мировых практик применения AR и VR в промышленном секторе экономики.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ

Важность повышения производительности труда отмечается на государственном уровне. Указом Президента Российской Федерации (далее – РФ, Россия) 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» было определено новое направление стратегического развития страны – повышение производительности труда¹. По состоянию на 2020 г. в России производительность труда отстает от показателей по странам Организации экономического сотрудничества и развития (далее – ОЭСР) (рис. 1). При ее оценке использовалась методика расчета экономических показателей ОЭСР – через отношение валового внутреннего продукта (далее – ВВП) по паритету покупательской способности к количеству отработанных часов всех занятых в производстве.

В 2018 г. производительность труда в России, по данным ОЭСР³, составляла 29,6 долл. США / ч., в 2019 г. – 31,1 долл. США / ч., в 2020 г. – 33,0 долл. США / ч. Лидерами по производительности труда являются скандинавские страны, США, Германия, Бельгия.



Составлено автором по материалам источника²

Рис. 1. Производительность труда по странам ОЭСР по данным 2020 г.

¹Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 (ред. от 21.07.2020 г.) «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297432/ (дата обращения: 12.03.2024).

² OECD.Stat. Level of GDP per capita and productivity: labour productivity levels – most recent year. Режим доступа: <https://stats.oecd.org/index.aspx?queryid=54563> (дата обращения: 14.03.2024).

³Там же.

В 2021 г. показатели производительности труда были следующими: Ирландия – 140,5 долл. США / ч., Германия – 81,0 долл. США / ч., США – 85,0 долл. США / ч., Япония – 49,1 долл. США / ч.

По состоянию на 2022 г. показатели производительности труда в странах ОЭСР выросли и составили: в Ирландии – 154,1 долл. США / ч., в Германии – 100,1 долл. США / ч., США – 89,8 долл. США / ч., Япония – 49,1 долл. США / ч. Следовательно, можно заметить следующую динамику: каждая страна наращивает уровень производительности труда, применяя доступный арсенал экономических и организационных методов.

Следует отметить, что в настоящий момент оценка производительности труда в долл. США / ч. отработанного времени в России не производится с 2021 г., а используется индекс производительности труда, рассчитываемый Федеральной службой государственной статистики (далее – Росстат)⁴. Индекс рассчитывается через отношение индекса физического объема ВВП периода t к периоду $t-1$ к индексу совокупных затрат труда периода t к периоду $t-1$ в процентном отношении. Показатель демонстрирует изменение производительности труда во времени. По расчетам Росстата, индекс производительности труда в 2019 г. составлял 102,4 %, в 2020 г. – 99,6 %, в 2021 г. – 103,7 %, в 2022 г. – 96,4 %. Это свидетельствует о нестабильности роста производительности труда в РФ.

Во исполнение Указа Президента РФ был разработан национальный проект «Производительность труда и поддержка занятости», цель которого – обеспечение роста производительности труда на средних и крупных предприятиях базовых несырьевых отраслей экономики⁵. Национальный проект направлен на повышение производительности труда в базовых несырьевых отраслях за счет комплексного развития предприятия.

Повышение производительности труда и уровень производительности – это индикаторы уровня экономического и технического развития страны, а следовательно, и конкурентоспособности экономики. Однако повышение производительности труда на предприятиях является сложным процессом, так как производство включает множество операций, действий персонала, преобразование сырья.

Вместе с тем производственные процессы могут быть неэффективны и содержать в себе те действия, которые не приносят ценности и считаются потерями. Потери, по Т. Оно, потребляют трудовые, временные и экономические ресурсы предприятия [1]. Для их преодоления и повышения эффективности производственной деятельности применяются новые управленческие решения по организации процессов производства, в деятельность организации интегрируются новые принципы организации труда, а также развиваются цифровые технологии в промышленности.

В докладе «Факторы роста производительности труда на предприятиях несырьевых секторов российской экономики» Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»⁶ сообщается о том, что для роста производительности труда необходимо внедрять цифровые технологии, такие как технологические инновации, совершенствовать систему управления предприятием и бизнес-процессами. В рамках доклада эксперты и предприятия отмечали роль цифровой трансформации как фактора роста производительности труда, а активное использование инструментов цифровой трансформации сопровождает рост производительности.

Исследователями было выявлено, что многие российские предприятия испытывают нехватку инновационных и технологических методов организации трудовых процессов, однако признают значимость применения достижений Индустрии 4.0 в промышленности. Так, около 45 % опрошенных представителей компаний отметили данный пункт. Указывалось и то, что наибольшей привлекательностью для компаний обладают направления организационных и технологических инноваций в операционной деятельности. При проведении опроса представители отраслей промышленности отмечали значимость цифровой трансформации для организаций всех отраслей экономики. Таким образом, авторы исследования пришли к выводам, что основными направлениями оптимизации для промышленных предприятий России являются области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также технологических и управленческих инноваций в бизнес-процессах.

⁴Приказ Федеральной службы государственной статистики от 28.04.2018 г. № 274 «Об утверждении Методики расчета показателя «Индекс производительности труда». Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297811/aca8d603f85ebc457493bf31c9205700a90d340a/ (дата обращения: 15.03.2024).

⁵Паспорт национального проекта (программы) «Производительность труда и поддержка занятости» (утв. президентом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 г. № 16). Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319210/ (дата обращения: 15.03.2024).

⁶Симачев Ю.В., Кузык М.Г., Федюнина А.А., Юревич М.А., Зайцев А.А. Факторы роста производительности труда на предприятиях несырьевых секторов российской экономики: доклад к XXI Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества. Режим доступа: <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/399050628.pdf> (дата обращения: 17.03.2024).

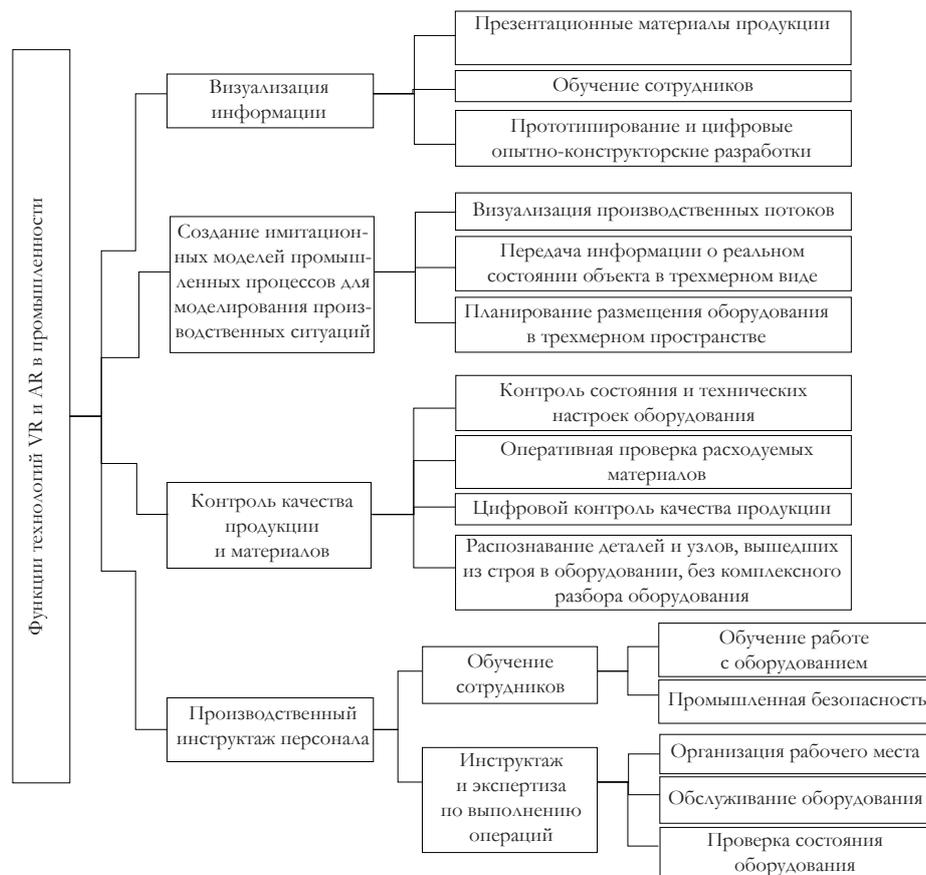
Подводя итоги вышеизложенного, можно констатировать, что цифровые технологии выступают одним из самых актуальных направлений для исследований. В них лежит резерв производительности труда, но только грамотное их применение позволит организациям раскрыть данные резервы производительности. Далее будут рассмотрены функции цифровых технологий VR и AR в повышении производительности труда.

ФУНКЦИИ И РОЛЬ ТЕХНОЛОГИЙ AR И VR В ПОВЫШЕНИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Одним из инструментов повышения производительности труда и нового механизма взаимодействия человека с оборудованием являются иммерсивные технологии графического представления и передачи информации на специальное устройство – AR и VR. Иммерсивными технологиями называются технологии, которые обладают свойством симулировать, эмулировать реальный мир, но в цифровом пространстве [2]. Особенностью этих технологий является то, что окружение человека дополняется интерактивными виртуальными объектами. Данные среды отличны от реальной среды тем, что виртуальные и цифровые объекты интегрируются в рабочие места:

- AR представляет собой вывод изображения, информации, видео, текста и др. при считывании необходимых цифровых меток устройством с графическим отображением;
- VR – цифровой, смоделированный виртуальный мир, созданный с помощью программного обеспечения, комплекса устройств воспроизведения информации (в том числе очки VR), а также получения информации через органы чувств [2; 3].

Поскольку виртуальный мир может быть смоделирован под любые цели и задачи, предприятия получают технологию, которая значительно расширяет человеческий и производственный потенциал. За счет погружения в виртуальную среду появляется возможность создать имитацию любого окружения, производственного процесса, критической ситуации, визуализировать процесс поэлементной сборки изделия и т.д.



Технология AR и VR может выступать в качестве вспомогательного инструмента для обеспечения операционной эффективности предприятия, а именно применяться в производственном инструктаже персонала, при моделировании процессов, контроле качества, при экспертной поддержке и визуализации информации, а также в качестве основного инструмента, например, при проектировании зданий, где AR и VR позволяют работать в трехмерной среде с объектами. Декомпозиция функций иммерсивных технологий AR и VR представлена на рис. 2.

Функции AR- и VR-технологий в промышленности декомпозированы по области управления бизнес-процессами предприятия с учетом специфики вспомогательных и основных производственных процессов с позиции

Составлено автором по материалам исследования

Рис. 2. Функции технологий VR и AR в промышленности

менеджера, а именно по областям визуализации информации, производственного планирования и моделирования, контроля качества и производственного инструктажа. Представленная на рис. 2 система функциональных сценариев распределена по уровням операционного управления и показывает возможные способы применения иммерсивных технологий.

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ AR И VR В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА

Функции, описанные на рис. 2, распределены по принципу возможных сценариев их применения в бизнес-процессах организации по ключевым элементам функциональных областей менеджмента. Как было указано ранее, одной из таких областей применения является сфера обучения персонала предприятия. AR и VR используются для того, чтобы реализовать подфункции обучения на производстве – обучение персонала непосредственному выполнению трудовых операций и промышленной безопасности через разработку ситуационных воспроизводимых сценариев обучения. Объективным преимуществом данного метода является то, что компании получают возможность экономии на проведении тренингов с внешними консультантами, а также повторения тренинга и использования максимально доступных средств передачи информации: обучение действием, аудио- и видеоматериалы, подсказки и всплывающие инструкции.

В качестве примера сценария применения данной функции следует привести опыт использования VR как тренажеров работы с комплексными распределительными устройствами на предприятии Ленинградская АЭС-2, Сосновый Бор, Россия⁷. На виртуальном тренажере инженеры и технические специалисты имитируют последовательность действий оператора за распределительными устройствами без угрозы для жизни человека и работы систем электростанции. Кроме того, данный тренажер позволяет многократно, что немаловажно для отработки соответствующих навыков, воспроизвести критические ситуации и отработать действия каждого человека при чрезвычайных ситуациях.

Значимость обучения с использованием VR и AR отмечали в Университете Мэриленда, США. Исследователи Э. Крокос, П. Катрин и В. Амитах пришли к выводам, что данные технологии повышают уровень запоминаемости материала на 8,8 %, а результаты аттестационного тестирования сотрудников, прошедших обучение в цифровой среде, выше на 10 %, чем у сотрудников, прошедших традиционное обучение [1].

В то же время в работе экспертов А. Найка, А. Патнаик, И. Сатпати, Б.К.М. Патнаика, С. Гупты отмечается, что иммерсивные технологии визуализации информации для сотрудников увеличивают скорость освоения инструкционного материала по выполнению операций, и в целом они обучаются на 39 % быстрее, а количество выпускаемой бракованной продукции уменьшилось на 14,7 % после прохождения тренинга (при условии выборки для анализа по заводам автомобильной промышленности) [4].

Другой областью применения AR- и VR-технологий является организация рабочего места сотрудника и повышение качества выполняемой им работы. В процессе первичного инструктажа с помощью VR и AR (например, посредством VR-очков, планшетов, считывающих QR-коды (англ. quick response – быстрый отклик) и метки и др.) рабочий может увидеть то, как должно выглядеть подготовленное рабочее место, в какой последовательности выбирать инструменты труда, какие действия необходимо выполнять. В качестве примера можно обратиться к опыту предприятий автомобилестроительной промышленности. McLaren, Ford, Porsche используют очки VR и AR для размещения визуальных инструкций (технологические карты, части корпуса, порядок сборки частей) по сборке автомобиля и правильной последовательности операций, сокращая время на работу с бумажной документацией⁸. В программные модули загружаются актуальные данные, графические файлы и документы, с которым работают сотрудники организации.

За счет оперативного доступа к рабочим документам с помощью цифровизации инструкций компании получают возможность сократить время поиска бумажной документации, увеличить скорость выполнения операций, устранить излишние перемещения персонала. Исследователи М.Х. Абиди, А. Аль-Ахмари, А. Ахмад, В. Амин и Х. Альхалефа в совместном исследовании, реализуемом Университетом короля Сауда, Саудовская Аравия, и Университетом штата Луизиана, США, выявили, что при

⁷ Новости энергетики. На Ленинградской АЭС внедрили тренажер виртуальной реальности, не имеющий аналогов в России. Режим доступа: <https://www.atomic-energy.ru/news/2021/12/22/120524> (дата обращения: 18.03.2024).

⁸ Abbruzzese E. How augmented reality can be used in car manufacturing. Режим доступа: <https://www.abiresearch.com/blogs/2022/07/12/augmented-reality-car-manufacturing> (дата обращения: 18.03.2024).

применении иммерсивных технологий в промышленности рост производительности труда на операциях по сборке и подборке частей и узлов агрегатов составляет до 24 % в выражении добавленной стоимости на час отработанного времени (при рассмотрении автомобилестроительной отрасли), то есть одновременно увеличивается выработка и сокращается время производства изделия [5].

Также стоит отметить, что AR и VR могут использоваться в целях диагностики технического состояния оборудования. Любой процесс работы с оборудованием связан с его наладкой, пуско-наладочными работами, с подготовкой, заготовкой, обслуживанием и ремонтами. Во время работы с оборудованием наиболее важно контролировать его состояние для производства готовой продукции. Определенный элемент оборудования может выйти из строя, характеристики оборудования не дают произвести оперативный ремонт и диагностику, и необходимо проводить комплексный осмотр. Тогда нужно следовать традиционному способу обслуживания производственных линий: остановить все производство и методично проверять каждую единицу оборудования. В таких случаях технологии AR и VR позволяют с помощью интеграции промышленного интернета вещей и цифровых двойников вывести состояние станка графически на дисплей планшета, визуализировать точное место поломки, назвать деталь и рекомендовать действия по техническому обслуживанию и ремонту.

Помимо прочего, VR и AR могут работать с объемными трехмерными моделями, которые используются при проектировании и планировании производственного процесса. В трехмерной среде, создаваемой с помощью VR, сотрудники могут осуществить производственную планировку оборудования с учетом пространственных ограничений в реальных размерах. При этом персоналу не придется затрачивать время на монтаж и демонтаж оборудования при запуске производственной линии для его перемещения, и, самое главное, работники увидят то, как будет размещено оборудование в производственном цеху.

AR в данной ситуации может быть применена в тех случаях, когда сотруднику необходимо оперативно принять решение о размещении готовой продукции, сырья и материалов в ограниченном пространстве. Так, при наведении рабочим мультимедийного устройства на необходимый объект AR-система генерирует варианты размещения на складе, что позволяет минимизировать временные затраты на поиск подходящего места расположения. Например, в компании Generix сотрудникам склада выдаются очки AR, на которые проецируются задачи по комплектации заказа и информация о местонахождении товара на складе. В очки также встроен сканер штрихкодов, использующихся для считывания данных о содержимом паллета, закрытых коробок, о свободных ячейках для хранения и размещения продукции и др. [6].

Рост производительности труда обеспечивается за счет уменьшения времени на выполнение операций по поиску места размещения продукции на складе, по систематической проверке размещения, считыванию штрихкодов продукции и по комплектованию заказов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной статье были проанализированы примеры использования иммерсивных технологий (AR и VR) в целях повышения производительности труда. В настоящее время актуальным остается вопрос о поиске необходимых инструментов повышения производительности и рациональной адаптации цифровых технологий в деятельности организации, в материально-техническом обеспечении индустриальной цифровизации. Анализ мирового опыта применения данных технологий в сфере промышленности демонстрирует их потенциал и возможности для российских компаний. Потенциал внедрения AR и VR технологий многогранен: их можно использовать для визуализации информации (рабочие инструкции, части изделия, последовательности операций), для обучения сотрудников предприятия, мониторинга технического состояния оборудования.

Список литературы

1. Соколова А.Г. Теория и реалии разработки государственной политики по повышению производительности труда. Экономика труда. 2020;2(7):127–140. <http://doi.org/10.18334/et.7.2.100552>
2. Krokos E., Plaisant C., Varsbney A. Virtual memory palaces: immersion aids recall. Virtual Reality. 2019;23:1–15. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0346-3>
3. Wagner J. Exports and productivity: a survey of the evidence from firm-level data. The World Economy. 2007;1(30):60–82. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9701.2007.00872.x>

4. *Nayak A., Patnaik A., Satpathy I., Patnaik B.C.M., Gupta S.* Exploring the benefits of virtual reality (VR) in manufacturing training: a comprehensive overview. In: *Emerging technologies in digital manufacturing and smart factories*. Hershey: IGI Global; 2024. Pp. 205–222.
5. *Abidi M.H., Al-Abmari A., Ahmad A., Ameen W., Alkhalefah H.* Assessment of virtual reality-based manufacturing assembly training system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2019;105:3743–3759. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03801-3>
6. *Соснило А.И., Устюжанина М.Д.* Технологии виртуальной и дополненной реальности как факторы государственной экономической политики и роста конкурентоспособности бизнеса. *Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки*. 2019;2:204–219. <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2019.2.15>

References

1. *Sokolova L.G.* Theory and reality of state policy development to improve labour productivity. *Russian Journal of Labor Economics*. 2020;2(7):127–140. (In Russian). <http://doi.org/10.18334/et.7.2.100552>
2. *Krokos E., Plaisant C., Varshney A.* Virtual memory palaces: immersion aids recall. *Virtual Reality*. 2019;23:1–15. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0346-3>
3. *Wagner J.* Exports and productivity: a survey of the evidence from firm-level data. *The World Economy*. 2007;1(30):60–82. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9701.2007.00872.x>
4. *Nayak A., Patnaik A., Satpathy I., Patnaik B.C.M., Gupta S.* Exploring the benefits of virtual reality (VR) in manufacturing training: a comprehensive overview. In: *Emerging technologies in digital manufacturing and smart factories*. Hershey: IGI Global; 2024. Pp. 205–222.
5. *Abidi M.H., Al-Abmari A., Ahmad A., Ameen W., Alkhalefah H.* Assessment of virtual reality-based manufacturing assembly training system. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2019;105:3743–3759. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03801-3>
6. *Sosnilo A.I., Ustyuzhanina M.D.* Technology of virtual and augmented reality as factors of state economic policy and business competitiveness growth. *PNRPU Sociology and Economics Bulletin*. 2019;2:204–219. (In Russian). <https://doi.org/10.15593/2224-9354/2019.2.15>