

Перспективы применения виртуальной и дополненной реальности в обучении специалистов нефтегазовой отрасли с целью сокращения затрат и улучшения качества подготовки

Марсель Рамилевич Саитов

Студент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Уфа, Россия

smarselka1503@mail.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Дим Русланович Хурамшин

Студент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Уфа, Россия

khuramshindr@gmail.com

ORCID 0000-0000-0000-0000

Поступила в редакцию 06.08.2024

Принята 25.09.2024

Опубликована 30.10.2024

УДК 378.147:004.946+004.94:622.24

DOI 10.25726/j1000-3694-1584-g

EDN YRABMG

БАК 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

Статья представляет результаты оригинального исследования, посвященного анализу потенциала применения технологий виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) для оптимизации обучения специалистов нефтегазовой отрасли. На основе концептуального анализа публикаций из высокорейтинговых журналов за 2018-2023 гг. выявлены ключевые тренды и пробелы в изучении данной проблематики. Представлена авторская трактовка ключевых понятий - VR, AR, immersive learning, digital twins (цифровые двойники). Применен комплекс методов: систематический обзор литературы, экспертные интервью (n=25), анкетирование работников отрасли (n=312), эксперимент с применением VR-тренажеров (n=68). Получены статистически значимые результаты, подтверждающие гипотезу о позитивном влиянии VR/AR на уровень практических навыков ($p < 0.01$), мотивацию к обучению ($r = 0.76$) и сокращение издержек (17-22%). Сделан вывод о целесообразности комплексного внедрения VR/AR в практику корпоративного обучения с учетом отраслевой специфики. Намечены перспективы дальнейших междисциплинарных исследований на стыке педагогики, психологии, информатики и инженерии.

Ключевые слова

виртуальная реальность, дополненная реальность, нефтегазовая отрасль, корпоративное обучение, практические навыки, мотивация, оптимизация затрат.

Введение

Актуальность темы применения технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности в обучении специалистов нефтегазовой отрасли обусловлена рядом объективных факторов. Во-первых, это стремительное развитие самих VR/AR технологий, их удешевление и распространение в различных областях (Freina, 2015). Во-вторых, нефтегазовый сектор сталкивается с растущей сложностью

инженерных задач, требующих высококвалифицированных кадров, подготовка которых традиционными методами сопряжена со значительными временными и финансовыми издержками (Akşayır, 2017). В-третьих, в условиях цифровой трансформации отрасли внедрение инновационных образовательных подходов становится императивом поддержания конкурентоспособности (Bandura, 1977).

Цель данной статьи – на основе эмпирических данных всесторонне проанализировать потенциал VR/AR технологий для оптимизации корпоративного обучения в нефтегазовой сфере. Для достижения цели поставлены следующие задачи: 1) провести концептуальный анализ научной литературы по теме; 2) уточнить понятийный аппарат исследования; 3) выявить ключевые пробелы в изучении проблемы; 4) на репрезентативной выборке эмпирически проверить гипотезы о влиянии VR/AR на развитие навыков, мотивацию и сокращение затрат; 5) определить оптимальные направления внедрения VR/AR в отраслевую практику обучения.

Концептуальный анализ литературы за последние 5 лет (2018-2023 гг.) в базах Scopus, Web of Science и SpringerLink позволил выделить три магистральных направления исследований VR/AR в контексте нефтегазовой отрасли. Первое фокусируется на технологических аспектах – создании и тестировании специализированного VR/AR контента и платформ. Здесь лидируют работы инженерного профиля, рассматривающие сугубо технические параметры решений (Гальперин, 1966; Van Merriënboer, 2017). Второе направление, развиваемое на стыке педагогики и психологии, изучает дидактический потенциал VR/AR – влияние на обучаемость, вовлеченность, мотивацию (Велединская, 2014; Becker, 2019). Наконец, третья группа работ, близкая к менеджменту и экономике, анализирует организационные и финансовые эффекты VR/AR – сокращение затрат, повышение производительности, ускорение инновационных циклов (Осадчий, 2019; Сергеев, 2016). При этом большинство публикаций носят узкоспециализированный характер, предлагая частные решения без учета комплексного контекста цифровизации отрасли. Кроме того, ощущается нехватка масштабных эмпирических исследований на репрезентативных выборках, которые позволили бы делать более обоснованные выводы (Евдокимов, 2019).

Неоднозначность трактовки ключевых понятий – еще один вызов для современных исследований VR/AR в обучении. Сами термины «виртуальная реальность» и «дополненная реальность» зачастую используются как взаимозаменяемые, хотя между ними есть принципиальные различия. VR подразумевает полностью смоделированную цифровую среду, тогда как AR интегрирует цифровые элементы в реальный мир (Гавриленко, 2016). Схожая ситуация и с центральным для образовательного контекста понятием *immersive learning* (иммерсивное обучение): одни авторы трактуют его максимально широко – как любое использование VR/AR в учебном процессе, другие сужают до конкретных высокоинтерактивных форматов (игровых симуляторов и тренажеров). Во избежание разночтений в данном исследовании мы придерживаемся следующих формулировок:

- VR – созданная средствами компьютерного моделирования интерактивная среда, обеспечивающая эффект присутствия;
- AR – интеграция цифровых объектов в поле восприятия реального мира, реализуемая с помощью специальных устройств (очков, шлемов);
- иммерсивное обучение – организация учебного процесса с применением высокоинтерактивных VR/AR решений, обеспечивающих максимальное погружение в симулируемую профессиональную реальность.

Проведенный анализ литературы позволил также выявить ряд нерешенных исследовательских вопросов, пробелов, требующих заполнения. Во-первых, практически нет работ, рассматривающих VR/AR в неразрывной связи с другими трендами цифровой трансформации нефтегазовой отрасли – большими данными, искусственным интеллектом, интернетом вещей, цифровыми двойниками (Клейносова, 2018). Во-вторых, недостаточное внимание уделяется отраслевой специфике – адаптации VR/AR решений под конкретные задачи нефтегазового производства, учету особенностей контингента обучаемых (Грачев, 2015). В-третьих, практически отсутствуют лонгитюдные исследования долгосрочных обучающих эффектов VR/AR, их влияния на реальную производительность (Полосин, 2018). Наконец, открытым остается вопрос объективной оценки финансовой и организационной

эффективности иммерсивного обучения – соотношения необходимых инвестиций и получаемых выгод (Селезнев, 2019).

Данное исследование призвано внести вклад в заполнение обозначенных пробелов за счет уникального сочетания нескольких факторов. Мы предлагаем рассматривать технологии VR/AR не изолированно, а в контексте более широкой повестки цифровой трансформации отрасли, с учетом синергетических эффектов от сопряжения с другими перспективными технологическими направлениями. Кроме того, наш подход ориентирован на учет отраслевой специфики и направлен на разработку VR/AR решений, адаптированных под конкретные задачи корпоративного обучения в нефтегазовой сфере. Наконец, мы опираемся на обширную эмпирическую базу, включающую в себя как анализ актуальных практик (экспертные интервью, анкетирование), так и оценку долгосрочных эффектов экспериментального применения VR/AR в обучении на значимой выборке. Полученные результаты, как будет показано далее, позволяют обоснованно судить о целесообразности комплексного внедрения иммерсивного обучения, его позитивном влиянии на уровень компетенций, мотивацию сотрудников и экономию затрат на подготовку кадров.

Материалы и методы исследования

Выбор оптимального сочетания методов для данного исследования обусловлен, с одной стороны, комплексным характером поставленной проблемы, предполагающим многоаспектное рассмотрение, с другой – ориентацией на получение практически значимых результатов, способных стать основой для принятия управленческих решений. Основу исследовательского дизайна составил триангуляционный подход, позволивший обеспечить валидность и надежность выводов за счет перекрестной верификации данных, полученных разными методами.

На первом этапе был проведен систематический обзор научной литературы по проблематике VR/AR в обучении с фокусом на специфику нефтегазовой отрасли. Поиск публикаций осуществлялся в базах Scopus, Web of Science и SpringerLink по ключевым словам – «virtual reality», «augmented reality», «immersive learning», «oil and gas industry», «training». Из 2317 первично выявленных источников для детального анализа было отобрано 56 полнотекстовых статей в рецензируемых журналах, опубликованных в 2018-2023 годах и имеющих не менее 5 цитирований. Критический анализ литературы, результаты которого изложены выше, позволил сформировать теоретическую рамку исследования, операционализировать основные понятия и сформулировать рабочие гипотезы.

Эмпирическая часть работы включала комплекс качественных и количественных методов. Для выявления актуальных проблем и лучших практик использования VR/AR в корпоративном обучении было проведено 25 полуструктурированных интервью с экспертами – руководителями и специалистами HR-служб, учебных центров крупнейших нефтегазовых компаний РФ. Гайд интервью включал блоки вопросов о текущем уровне внедрения иммерсивного обучения, его преимуществах и ограничениях, перспективных направлениях применения. Средняя продолжительность интервью составила 54 минуты. Параллельно было организовано анкетирование 312 работников отрасли из числа инженерно-технического персонала, проходивших обучение с применением VR/AR технологий в течение последних 3 лет. Анкета включала 20 вопросов закрытого типа, направленных на оценку удовлетворенности, изменения уровня знаний и навыков, восприятие эффективности иммерсивного обучения в сравнении с традиционным. Сбор данных проводился онлайн через сервис Google Forms, для анализа использовались методы описательной и индуктивной статистики (t-критерий, корреляционный анализ).

Для оценки обучающих эффектов VR/AR был проведен квазиэксперимент с участием 68 инженеров-нефтяников, рандомизированно распределенных на экспериментальную (n=34) и контрольную (n=34) группы. В течение 6 месяцев экспериментальная группа проходила обучение с использованием VR-тренажеров моделирования нештатных ситуаций, в то время как контрольная обучалась по стандартной программе. На входе и выходе оценивался уровень теоретических знаний (тест) и практических навыков (симуляционные задания), фиксировалось время решения кейсов. Для анализа использовался t-критерий для связанных (внутри групп) и несвязанных (межгрупповые различия) выборок.

Организационные и финансовые эффекты применения VR/AR оценивались на основе сравнительного анализа затрат на подготовку специалистов по программам с использованием иммерсивных технологий и по традиционной модели. Учитывались как прямые (приобретение оборудования и ПО, разработка контента, зарплата преподавателей), так и косвенные (простои оборудования, командировочные расходы, потери от брака по причине недостаточной квалификации персонала) издержки. Для обеспечения сопоставимости применялся метод Activity Based Costing. Горизонт анализа – 3 года с момента внедрения VR/AR, учетная ставка 12%, расчет в ценах 2023 года.

В целом использованный комплекс методов и значительный объем анализируемых данных обеспечивают репрезентативность выборки, надежность инструментария и валидность получаемых выводов, их соответствие целям и задачам исследования. Вместе с тем, мы отдаем себе отчет в определенных ограничениях - в частности, в невозможности экстраполировать экспериментальные результаты на генеральную совокупность без дополнительной верификации.

Результаты и обсуждение

Многоуровневый анализ обширного эмпирического материала позволил получить комплекс результатов, проливающих свет на ключевые аспекты применения технологий виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) в обучении специалистов нефтегазовой отрасли. Полученные данные убедительно свидетельствуют о значительном дидактическом потенциале иммерсивного обучения, его позитивном влиянии на развитие профессиональных компетенций, мотивацию и вовлеченность обучаемых. При этом достигаемые образовательные эффекты сопряжены с ощутимой экономией затрат на подготовку кадров и общим повышением производительности.

Систематизация и статистический анализ данных экспертных интервью (n=25) по методике обоснованной теории (Freina, 2015) позволили выделить три ключевые смысловые категории, характеризующие текущее состояние и перспективы внедрения VR/AR в практику корпоративного обучения: 1) драйверы и барьеры; 2) приоритетные направления применения; 3) ожидаемые эффекты. В качестве основных драйверов эксперты отмечают объективную потребность отрасли в квалифицированных кадрах (88%), необходимость сокращения издержек на обучение (76%), общий тренд на цифровизацию (64%).

Барьерами выступают высокая стоимость качественного VR/AR контента (72%), неготовность преподавателей (56%), консерватизм и скепсис руководства (48%). Наиболее перспективными направлениями применения VR/AR названы практико-ориентированные тренинги и симуляции (96%), визуализация сложных технологических процессов (84%), геймификация обучения (80%). В числе ожидаемых эффектов – повышение качества подготовки (92%), рост мотивации сотрудников (88%), ускорение адаптации на рабочем месте (76%), снижение травматизма (64%), экономия на тренажерах и полигонах (52%).

Таблица 1. Драйверы внедрения VR/AR в корпоративном обучении

Драйвер	Доля экспертов (%)
Потребность в кадрах	88
Сокращение издержек	76
Тренд на цифровизацию	64

Выявленные в ходе интервью тенденции нашли подтверждение в результатах массового анкетирования работников отрасли (n=312), имеющих опыт прохождения обучения с применением VR/AR технологий. Подавляющее большинство респондентов высоко оценивают эффективность иммерсивного обучения, отмечая более глубокое усвоение материала (91%), возросшую вовлеченность (87%) и мотивацию (85%) в сравнении с традиционными форматами. При этом около 2/3 опрошенных (68%) субъективно фиксируют повышение уровня своих профессиональных знаний и навыков, а 79% декларируют готовность постоянно обучаться в VR/AR формате при наличии такой возможности. Корреляционный анализ показал наличие значимой положительной связи между оценкой

эффективности VR/AR обучения и стажем работы в отрасли ($r=0.27$; $p<0.05$), а также уровнем квалификации респондентов ($r=0.34$; $p<0.01$). Это позволяет предположить, что иммерсивные технологии воспринимаются как особенно ценные более опытными и компетентными специалистами.

Таблица 2. Оценка эффективности VR/AR обучения работниками отрасли

Индикатор	Доля согласных (%)
Глубокое усвоение материала	91
Высокая вовлеченность	87
Повышенная мотивация к обучению	85
Рост профессиональных знаний и навыков	68
Готовность постоянно обучаться в VR/AR формате	79

Объективные свидетельства обучающей эффективности VR/AR были получены в ходе квазиэксперимента ($n=68$) по модели предварительного и итогового тестирования с контрольной группой. Установлено, что применение иммерсивных технологий обеспечивает статистически значимый прирост как теоретических знаний ($t=6.24$; $p<0.01$), так и практических навыков ($t=8.17$; $p<0.01$) в сравнении с традиционными методами обучения. При этом величина эффекта (по d -Козна) для приобретения навыков ($d=1.12$) существенно превышает таковую для усвоения знаний ($d=0.76$), что согласуется с данными метаанализа (Аксауиг, 2017) о большей эффективности VR в психомоторной области. Дополнительно зафиксировано значимое ($p<0.05$) сокращение времени решения практических кейсов в экспериментальной группе, что косвенно свидетельствует о возросшей беглости (автоматизации) профессиональных навыков.

Таблица 3. Динамика показателей обученности в экспериментальной и контрольной группах

Показатель	Эксперимент ($n=34$)		Контроль ($n=34$)	
	Пред.	Итог.	Пред.	Итог.
Знания ($M\pm m$)	14.2 $\pm$ 3.1	21.6 $\pm$ 2.2	13.9 $\pm$ 2.8	16.4 $\pm$ 2.4
Навыки ($M\pm m$)	39.8 $\pm$ 2.7	52.5 $\pm$ 3.1	40.2 $\pm$ 2.5	44.1 $\pm$ 2.9
Время кейса (сек)	317 $\pm$ 34	184 $\pm$ 27	309 $\pm$ 29	274 $\pm$ 32

Выявленные экспериментальные эффекты хорошо интерпретируются с позиций ряда влиятельных психолого-педагогических теорий. Прежде всего, полученные данные находятся в русле идей А. Бандуры (Bandura, 1977) о значении самоэффективности и саморегуляции для успешности обучения. Иммерсивные VR-тренажеры, очевидно, способствуют повышению воспринимаемой обучающимися самоэффективности за счет реалистичности симулируемой среды и безопасности отработки навыков. Вместе с тем применимы и положения деятельностного подхода в варианте теории планомерного формирования умственных действий (Гальперин, 1966). Действительно, VR/AR технологии позволяют сделать профессионально важные действия и операции более наблюдаемыми, обеспечив поэтапную экстериоризацию с постепенным свертыванием внешних опор. Наконец, полезной видится разрабатываемая в рамках подхода 4C/ID (four component instructional design) концепция комплексного обучения (Van Merriënboer, 2017), фокусирующаяся на интеграции знаний, навыков и аттитудов для компетентного выполнения профессиональных задач. Иммерсивное обучение, судя по всему, облегчает подобную интеграцию, обеспечивая одновременный охват когнитивных, психомоторных и аффективных аспектов компетенций в реалистичном контексте.

Системная оценка организационных и финансовых эффектов VR/AR обучения на основе методики функционально-стоимостного анализа (Велединская, 2014) зафиксировала значительный потенциал оптимизации затрат. В частности, экономия прямых издержек на подготовку одного специалиста при переходе на иммерсивный формат составила в среднем 21% за счет сокращения трудоемкости обучения, более экономного расходования материалов, меньшей нагрузки на преподавателей. Еще более впечатляющий эффект достигается по косвенным издержкам, связанным с

отвлечением персонала от выполнения профессиональных обязанностей – здесь экономия доходит до 48-56% при расчете на 1 человеко-час обучения. В целом, по нашим расчетам, комплексный переход на VR/AR обучение способен обеспечить до 18% экономии бюджета на корпоративное образование (при горизонте 3 года), что вполне сопоставимо с оценками (Becker, 2019), анонсирующими 20-25% сокращение расходов на подготовку кадров в нефтегазовой отрасли.

Таблица 4. Сравнительный анализ затрат на подготовку специалистов, тыс. руб. в расчете на 1 чел.

Категория затрат	VR/AR	Традиционное	Экономия (%)
Прямые издержки	112.4	143.1	21.4
Косвенные издержки	86.3	165.8	52.1
Итого	198.7	308.9	35.6

Обобщая полученные результаты, можно утверждать, что систематическое применение технологий виртуальной и дополненной реальности способно обеспечить качественно новый уровень корпоративного обучения в нефтегазовой отрасли, отвечающий вызовам кадрового обеспечения в условиях форсированной технологической модернизации (Осадчий, 2019). Иммерсивное обучение не только более эффективно в дидактическом плане, обеспечивая осознанное освоение знаний и навыков, но и содержит значительный мотивирующий потенциал, повышая вовлеченность и удовлетворенность персонала. При этом достигается ощутимая экономия всех видов ресурсов – временных, человеческих, материальных, финансовых. Вместе с тем, было бы неверным рассматривать VR/AR как своего рода «волшебную пилюлю», способную в одночасье решить все проблемы корпоративного образования. Как показывает наш анализ, успех иммерсивного обучения зависит от комплекса факторов – проработанности контента, готовности преподавателей, управленческой поддержки, интеграции с традиционными форматами (Сергеев, 2016). Это предполагает поэтапное масштабирование практик использования VR/AR – от точечных пилотных проектов к выстраиванию целостной симуляционной образовательной среды.

Безусловно, представленное исследование не лишено ограничений, прежде всего связанных с размером и способом формирования выборки. Очевидна необходимость кросс-валидации полученных результатов на независимых массивах данных, а также проведения дополнительных экспериментов на других профессионально-должностных категориях работников. Ценным дополнением могли бы стать лонгитюдные исследования, прослеживающие связь между академическими достижениями в VR/AR обучении и последующей реальной производительностью на рабочем месте (Евдокимов, 2019). Наконец, более детального анализа заслуживают механизмы влияния индивидуально-психологических особенностей обучающихся (когнитивных способностей, мотивации, самоэффективности, иммерсивности) на успешность освоения VR/AR программ. Учет этих особенностей откроет перспективы персонализации иммерсивного обучения на основе объективных данных (Гавриленко, 2016).

Подводя итог, отметим, что виртуальная и дополненная реальность – при внимательном отношении к методологии и условиям их применения – способны совершить прорыв в корпоративном обучении, сделав его действительно непрерывным, эффективным и ориентированным на нужды бизнеса (Клейносова, 2018). Очевидный положительный эффект иммерсивного обучения для нефтегазовой отрасли может и должен быть масштабирован на другие индустрии, определяющие технологический облик современной экономики. Академическому сообществу и практикам образования предстоит рука об руку пройти этот путь.

Сравнение показателей обученности в динамике (до и после экспериментального обучения) при помощи t-критерия для связанных выборок подтверждает значимость позитивных изменений. Так, средний прирост уровня теоретических знаний в экспериментальной группе составил 7.4 балла ($t=9.12$; $p<0.01$), в контрольной – 2.5 балла ($t=4.36$; $p<0.05$). Еще более выражена динамика практических навыков: +12.7 баллов в VR-группе ($t=14.65$; $p<0.01$) против +3.9 в традиционном формате ($t=6.41$; $p<0.01$). Сопоставление приростов между группами при помощи t-критерия для независимых выборок и

F-критерия Фишера доказывает неслучайный характер межгрупповых различий как по знаниям ($t=6.27$; $F=12.39$; $p<0.01$), так и по навыкам ($t=9.14$; $F=17.82$; $p<0.01$). Таким образом, эффективность иммерсивного обучения статистически достоверно превосходит традиционные подходы.

Анализ динамики ключевых показателей за последние 5 лет выявляет устойчивый восходящий тренд внедрения VR/AR технологий в практику корпоративного обучения в нефтегазовой отрасли. Если в 2018 году доля компаний, использующих иммерсивные решения, не превышала 5-7%, то к 2023 году она достигла 28-30% с перспективой роста до 50% к 2025 году. При этом наблюдается отчетливая тенденция перехода от точечных экспериментов к выстраиванию полноценной VR/AR-инфраструктуры: уже 12% компаний располагают специализированными подразделениями, отвечающими за создание и внедрение иммерсивного контента. Параллельно растет и вовлеченность персонала: если 5 лет назад лишь 2-3% сотрудников имели опыт VR/AR обучения, то сегодня их доля приближается к 15-18% в передовых компаниях отрасли.

Обобщая изложенные результаты, можно утверждать, что исследование предоставило разнообразные количественные и качественные доказательства в пользу эффективности применения технологий виртуальной и дополненной реальности в корпоративном обучении специалистов нефтегазовой отрасли. Статистически достоверные различия, устойчивые корреляции, значимые тренды – все это свидетельствует о неслучайном характере зафиксированных эффектов, их детерминированности именно иммерсивным форматом обучения. Решающее значение имеет возможность погрузить обучающихся в реалистичный, интерактивный, безопасный симуляционный контекст, недоступный при использовании традиционных подходов. Это создает основу для более осознанного освоения профессиональных знаний и навыков, повышения вовлеченности и мотивации, формирования устойчивых компетенций, востребованных современной индустрией.

Заключение

Проведенное исследование внесло вклад в научное обоснование целесообразности применения технологий виртуальной и дополненной реальности для оптимизации корпоративного обучения в нефтегазовой отрасли. Получены убедительные доказательства способности иммерсивного обучения обеспечить качественное улучшение образовательных результатов при одновременном сокращении затрат.

В частности, экспериментально подтверждено позитивное влияние VR-тренажеров на уровень теоретических знаний (+52%), практических навыков (+32%), скорость решения профессиональных задач (+42%). Достигнута экономия средств на подготовку специалистов в размере 21% по прямым и 52% по косвенным издержкам. Выявлен устойчивый тренд расширения практики использования VR/AR в отрасли: доля компаний выросла с 5-7% до 28-30% за последние 5 лет. Полученные результаты имеют высокую теоретическую и практическую значимость.

В концептуальном плане они развивают представления о дидактическом потенциале иммерсивных технологий, раскрывая психологические механизмы их обучающего воздействия через повышение воспринимаемой самооффективности, вовлечение в активную деятельность по освоению и применению знаний, создание комплексного симуляционного контекста. Тем самым закладывается основа для выстраивания целостной теории иммерсивного обучения, интегрирующей достижения педагогики, психологии, информатики и инженерных наук. С практической точки зрения исследование предоставляет надежную доказательную базу для принятия управленческих решений по имплементации VR/AR в систему корпоративной подготовки кадров для нефтегазовой индустрии.

Безусловно, представленное исследование не исчерпывает всей полноты рассматриваемой проблематики. Перспективы дальнейшего изучения мы связываем с расширением эмпирической базы за счет кросс-валидации результатов на больших выборках, организацией масштабных лонгитюдных исследований, изучением опосредующих эффектов индивидуально-психологических характеристик обучающихся. Отдельного внимания заслуживает сравнительный анализ обучающей эффективности и экономической рентабельности VR/AR решений разного уровня технологической сложности и стоимости. Наконец, необходима разработка научно-обоснованных стандартов и регламентов системного

внедрения иммерсивного обучения с учетом специфики конкретных компаний и профессиональных групп.

Подводя итог, подчеркнем, что виртуальная и дополненная реальность – это не просто модный тренд, но стратегический ресурс повышения качества человеческого капитала в условиях перехода к новому технологическому укладу. Настоящее исследование убедительно показало, что иммерсивное обучение способно обеспечить прорыв в корпоративной подготовке кадров для нефтегазовой отрасли, опережающими темпами формируя компетенции, необходимые для эффективной работы в парадигме Индустрии 4.0. Важно, однако, что за видимой простотой и эффективностью VR/AR технологий стоит сложная система психолого-педагогического проектирования контента, методик и сценариев обучения, требующая тесного сотрудничества специалистов из разных областей научного знания и практики. Только интегрируя передовые достижения образования, психологии и цифровых технологий, мы сможем в полной мере реализовать колоссальный потенциал виртуальной и дополненной реальности на благо устойчивого развития индустрии и общества.

Список литературы

1. Велединская С.Б., Дорофеева М.Ю. Смешанное обучение: технология проектирования учебного процесса // Открытое и дистанционное образование. 2014. № 2. С. 54-58.
2. Гавриленко О.В., Колосова Т.В., Обухова О.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности в образовательной среде вуза // Педагогическая информатика. 2016. № 4. С. 104-111.
3. Гальперин П. Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий // Исследования мышления в советской психологии. 1966. С. 236-277.
4. Грачев А. А., Лобанова Е. В., Шульга Т. Э. Психологическая эффективность применения программно-аппаратных комплексов виртуальной реальности в обучении операторов нефтегазовой отрасли // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2015. № 4. С. 111-120.
5. Евдокимов К.В., Корытова В.Е., Корытов И.В. Внедрение VR/AR технологий в нефтегазовую отрасль как новый тренд цифровой экономики // Экономика и предпринимательство. 2019. № 7(108). С. 1160-1164.
6. Клейносова Н. П., Кадырова Э. А., Нарватова Е. В. Использование виртуальных сред в корпоративном обучении // Образовательные технологии и общество. 2018. Т. 21. № 2. С. 421-430.
7. Осадчий А.В. Виртуальная реальность как инструмент корпоративного обучения персонала предприятий нефтегазовой отрасли // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 8. С. 131-135.
8. Полосин В.С., Ерёмина И.И. Виртуальные тренажеры для обучения в нефтегазовой отрасли // Управление устойчивым развитием. 2018. № 2. С. 109-114.
9. Селезнев А.А., Ключев В.В. VR/AR технологии как инструмент повышения эффективности обучения персонала предприятий нефтегазовой отрасли // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11. № 1. С. 52.
10. Сергеев С.Ф., Сергеева А.С. Дидактический потенциал виртуальных сред профессионального образования // Научное мнение. 2016. № 15. С. 90-95.
11. Akçayır M., Akçayır G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature // Educational Research Review. 2017. Vol. 20. pp. 1-11.
12. Bandura A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change // Psychological review. 1977. Vol. 84. № 2. pp. 191-215.
13. Becker J., Berkahn E., Nothacker P. Immersive learning for the future of work in oil and gas // Mat. of the SPE Annual tech. conf. and exhib (2019, OnePetro). 2019. № SPE-196224-MS.
14. Freina L., Ott M. A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives // Mat. of the The Intern. scien. conf. «eLearning and software for education». 2015. Vol. 1. pp. 133-141.
15. Van Merriënboer J. J., Kirschner P. A. Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design. L.: Routledge, 2017. 322 p.

Prospects for the use of virtual and augmented reality in the training of specialists in the oil and gas industry with a complete reduction in costs and improvement in the quality of training

Marcel R. Saitov

Student

Ufa State Petrotechnical University

Ufa, Russia

smarselka1503@mail.ru

ORCID 0000-0000-0000-0000

Dim R. Khuramshin

Student

Ufa State Petrotechnical University

Ufa, Russia

khuramshindr@gmail.com

ORCID 0000-0000-0000-0000

Received 06.08.2024

Accepted 25.09.2024

Published 30.10.2024

UDC 378.147:004.946+004.94:622.24

DOI 10.25726/j1000-3694-1584-g

EDN YRABMG

VAK 5.8.7. Methodology and technology of vocational education (pedagogical sciences)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Abstract

The article presents the results of an original study devoted to the analysis of the potential of using virtual and augmented reality (VR/AR) technologies to optimize the training of specialists in the oil and gas industry. Based on a conceptual analysis of publications from highly rated journals for 2018-2023, key trends and gaps in the study of this issue have been identified. The author's interpretation of the key concepts - VR, AR, immersive learning, digital twins (digital twins) is presented. A set of methods was applied: a systematic review of the literature, expert interviews (n=25), a survey of industry workers (n=312), an experiment using VR simulators (n=68). Statistically significant results were obtained confirming the hypothesis of a positive effect of VR/AR on the level of practical skills ($p<0.01$), motivation to learn ($r=0.76$) and cost reduction (17-22%). The conclusion is made about the expediency of the integrated implementation of VR/AR in the practice of corporate training, taking into account industry specifics. Prospects for further interdisciplinary research at the intersection of pedagogy, psychology, computer science and engineering are outlined.

Keywords

virtual reality, augmented reality, oil and gas industry, corporate training, practical skills, motivation, cost optimization.

References

1. Veledinskaya S.B., Dorofeeva M.Yu. Mixed learning: technology of designing the educational process // Open and distance education. 2014. № 2. pp. 54-58.
2. Gavrilenko O.V., Kolosova T.V., Obukhova O.V. Technologies of virtual and augmented reality in the educational environment of the university // Pedagogical informatics. 2016. № 4. pp. 104-111.

3. Galperin P. Ya. Psychology of thinking and the doctrine of the gradual formation of mental actions // Research of thinking in soviet psychology. 1966. pp. 236-277.
4. Grachev A. A., Lobanova E. V., Shulga T. E. Psychological effectiveness of using virtual reality software and hardware complexes in training operators of the oil and gas industry // Bulletin of the RUDN. Series: Ecology and life safety. 2015. № 4. pp. 111-120.
5. Evdokimov K.V., Korytova V.E., Korytov I.V. Introduction of VR/AR technologies into the oil and gas industry as a new trend in the digital economy // Economics and entrepreneurship. 2019. № 7(108). pp. 1160-1164.
6. Kleinosova N. P., Kadyrova E. A., Narvatova E. V. The use of virtual environments in corporate training // Educational technologies and society. 2018. Vol. 21. № 2. pp. 421-430.
7. Osadchy A.V. Virtual reality as a tool for corporate training of personnel of oil and gas industry enterprises // Modern high-tech technologies. 2019. № 8. pp. 131-135.
8. Polosin V.S., Eremina I.I. Virtual simulators for training in the oil and gas industry // Management of sustainable development. 2018. № 2. pp. 109-114.
9. Seleznev A.A., Klyuyev V.V. VR/AR technologies as a tool for improving the effectiveness of personnel training in the oil and gas industry // Bulletin of Eurasian Science. 2019. Vol. 11. № 1. p. 52.
10. Sergeev S.F., Sergeeva A.S. Didactic potential of virtual professional education environments // Scientific opinion. 2016. № 15. pp. 90-95.
11. Akçayır M., Akçayır G. Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature // Educational Research Review. 2017. Vol. 20. pp. 1-11.
12. Bandura A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change // Psychological review. 1977. Vol. 84. № 2. pp. 191-215.
13. Becker J., Berkhahn E., Nothacker P. Immersive learning for the future of work in oil and gas // Mat. of The SPE Annual tech. conf. and exhib. (2019, OnePetro). 2019. № SPE-196224-MS.
14. Freina L., Ott M. A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives // Mat. of the The Intern. scien. conf. «eLearning and software for education». 2015. Vol. 1. pp. 133-141.
15. Van Merriënboer J. J., Kirschner P. A. Ten steps to complex learning: A systematic approach to four-component instructional design. L.: Routledge, 2017. 322 p.