Технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальности в высшем образовании: оценка применимости

Мартынов Виктор Георгиевич – д-р эконом. наук, проф., академик РАО, ректор ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина» (Москва, Россия); martynov.v@gubkin.ru

Калашников Павел Кириллович – канд. техн. наук, доцент, ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина» (Москва, Россия); kpk@gubkin.pro

Жедяевский Дмитрий Николаевич – канд. техн. наук, доцент, ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина» (Москва, Россия); jedyaevsky.d@gubkin.ru

Самарин Илья Вадимович – д-р техн. наук, доцент, ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина» (Москва, Россия); atp@gubkin.ru

Строгонов Андрей Юрьевич – ст. преп., ФГАОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина» (Москва, Россия); strogonov.a@gubkin.ru

Аннотация. *В статье представлены результаты лонгитюдного исследования, посвященного оценке применимости технологий расширенной реальности в системе высшего образования России. На основе анализа динамики поисковых запросов, обзора международных исследований и данных оригинального социологического опроса, проведенного в 2024–25 гг. среди российских вузов, выявлены ключевые тенденции, преимущества и барьеры внедрения XR. Исследование фиксирует значительный рост технической оснащенности и кадрового потенциала в области XR, а также повышение интереса к разработке и коммерциализации собственных образовательных продуктов. В качестве основных проблем выделяются высокая стоимость решений, недостаток качественного контента и квалифицированных кадров, технические ограничения. Предложены меры по развитию направления, среди которых – создание государственных программ поддержки, разработка образовательных стандартов и развитие отечественных платформ.*

Ключевые слова. *Расширенная реальность, высшее образование, иммерсивные технологии, виртуальная реальность, дополненная реальность, социологическое исследование, образовательные инновации, цифровая трансформация, импортозамещение, барьеры внедрения.*

С 2023 г. коллективом отделения профессионального образования РАО совместно с сотрудниками РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина ведется аналитическая работа по мониторингу актуальных образовательных технологий и дидактических решений в условиях цифровой трансформации образования. Ее цель – фиксация и научное обоснование основных трендов развития инструментов виртуальной, дополненной и смешанной реальностей с учетом активной модернизации технических, аппаратных и программных средств, восприятия этих изменений и механизмов практического применения в высшей технической школе [1; 2]. Совокупность названных реальностей рассматривается как расширенная реальность (XR – Extended Reality), XR-технологии и как средство взаимодействия человека с цифровым воплощением реальности.

Сегодня наблюдается смещение акцента с определения широты использования XR-технологий в образовательных организациях, общей готовности профессорско-преподавательского состава на создание на их базе образовательных программ и детализацию опыта их применения (в том числе в научной деятельности), на психолого-педагогические основы. Это потребовало применения лонгитюдного метода, а также выделения ядра образовательных организаций, имеющих опыт использования иммерсивных технологий[1] в образовательном процессе в течение определенного времени.

Говоря о цифровой трансформации образования, нельзя не учитывать видение текущего периода футурологами, которые говорят об изменении динамики роста научно-технического прогресса, его неоднородности, необходимости разделять технический прогресс и научный, роль человека в каждом из них.

Так, С.Б.Переслегин утверждает, что в настоящее время общество проходит критическую фазу индустриального развития и находится в конце индустриальной волны, то есть периода, когда технологии уже не приносят качественного скачка и начинается фаза трансформаций, где старые модели перестают работать [3]. Описывая деградацию технического прогресса как проявление глобального фазового кризиса, ученый показывает, что фазовый барьер сначала проявляется в простом торможении развития, но затем приводит к накоплению катастроф, старых механизмов и снижению социальной стабильности.

П.Тиль констатирует замедление прогресса и приводит в пример то, что «…скорость нашего передвижения перестала расти. Многовековая история появления все более быстрых видов транспорта, начавшаяся с парусников в XVI–XVIII веках, продолжившаяся развитием железных дорог в XIX веке и появлением автомобилей и авиации в XX веке, обратилась вспять, когда в 2003 году списали “Конкорд”, последний сверхзвуковой пассажирский самолет» [4].

Данные точки зрения подтверждают мысль о том, что в эпоху мощного влияния на все сферы общества цифровых технологий, являющихся продуктом четвертой промышленной революции (индустрии 4.0), мы несколько задержались с серьезным анализом возможностей, результатов и объемов их внедрения в образовательный процесс. Это предположение подтверждается растущей динамикой количества и доли запросов по таким ключевым словам, как «VR-симулятор», «VR-тренажер» (VR-виртуальная реальность), выявленной с помощью Яндекс Вордстат[2]. Так, в период с января 2021 г. по январь 2025 г. произошел рост числа и доли запросов по заданным ключевым словам примерно с 575 тысяч (в начале рассматриваемого периода) до более чем 958 тысяч (в конце), достигая существенных пиков – 1 миллиона 341 тысячи. Динамика свидетельствует о постоянно растущем, но волатильном (неустойчивом) интересе к тематике VR-симуляторов и VR-тренажеров на протяжении нескольких лет. Данный тренд сохраняется и при большем объеме ключевых слов и усреднении абсолютных и относительных показателей поискового спроса.

Приведем результаты некоторых *зарубежных аналитических исследований-об-*

[1] *Иммерсивные технологии* создают ощущение погружения в альтернативную реальность (виртуальную, дополнительную, смешанную) или присутствия в ней, позволяют пользователю, расширяя границы реальности, взаимодействовать с объектами и окружающей средой.

[2] *Яндекс Вордстат* – один из известных и доступных инструментов анализа поисковых запросов.

зоров, посвященных изучению опыта применения расширенной реальности в сфере образования в целом и в области высшего образования в частности.

В обзоре, проведенном H.Zekeik, M.Chahbi, S.M.Lamarti, I.Bakkali [5], обобщены 53 публикации в основных крупных международных базах данных научного цитирования (Scopus, Web of Science, ScienceDirect, ERIC, IEEE Xplore и ACM Digital Library) с репрезентативностью выборки исследований за последние десять лет (2014–24 гг.). Обращается внимание на факты повышения мотивации и вовлеченности обучающихся путем использования иммерсивной, эмоционально насыщенной среды и явную корреляцию с ростом учебных результатов. Представлены отсылки на возможное применение XR-технологий в развитии и когнитивных, и некогнитивных навыков: критического мышления, креативности, коммуникации. Необходимость проведения регулярного анализа внедрения и применения технологий в высшее образование подтверждается текущей интеграцией XR-технологий и генеративных мультимодальных моделей. В рассмотренных публикациях приведены примеры создания и использования динамических и адаптивных обучающих симуляций, подчеркивающие актуальность данной тенденции в цифровой трансформации образования. Однако авторы обзора отмечают и ряд негативных барьеров на пути более активного внедрения указанных технологий: высокую стоимость оборудования, необходимость нестандартной подготовки педагогов, методологические пробелы, влияние на здоровье, вопросы этики.

В обзоре (129 статей), сделанном B.Bermejo, C.Juiz, D.Cortes и др. [6], систематизирован опыт применения технологий дополненной и виртуальной реальности в образовательном процессе в вузах за период с 2012 по 2022 г. Причем более 62% исследований опубликованы с 2020 по 2022 г., что свидетельствует о нарастании в последние годы интереса к трансформациям в образовании. Авторы обзора отмечают рост вовлеченности в усвоение материала, а также повышение его качества за счет иммерсивности, выделяя преимущественные области применения: медицину (например, для анатомических и хирургических симуляций), инженерные и естественные науки. Большинство научных работ связаны с бакалавриатом, так как на этом образовательном уровне проще проводить массовые эксперименты по внедрению рассматриваемых технологий. В качестве инструментов оценки чаще всего использовались анкеты, опросы и эксперименты. Негативными факторами применения технологий являются зрительная усталость, умственное утомление от длительного использования, высокая когнитивная нагрузка. Выдвинут тезис о необходимости поиска подходов к стандартизации методик преподавания с применением XR.

Репрезентативным является обзор (D.Burke, H.Crompton, C.Nickel) опубликованных в 2020–24 гг. 295 работ из 48 стран об использовании XR-технологий в высшем образовании [7]. Он отражает глобальный характер интереса к XR, но с существенным доминированием США и КНР. Здесь, как и в предыдущем исследовании, подчеркивается наиболее активное использование технологий в бакалавриате (81% всех публикаций), но, кроме инженерных и естественных наук, выделена педагогика. Отмечается, что в педагогических направлениях подготовки XR-технологии применяются не только как технологический инструмент, но и как средство развития профессиональных и межличностных компетенций будущих учителей. Основной акцент делается на симуляциях реальных классов и моделировании ситуаций педагоги-

ческого взаимодействия, что позволяет обучающимся отрабатывать управленческие, коммуникативные и эмоциональные навыки в безопасной среде. XR-технологии рассматриваются в качестве новой формы профессиональной лаборатории, где можно не только осваивать теоретическую базу, но и моделировать поведение, анализировать ошибки и совершенствовать педагогическую практику.

Выделены три образовательных направления применения технологий: 1) для усвоения и закрепления знаний (это отмечено в 51% исследований); 2) для отработки практических и технических навыков (в 35%); 3) для повышения мотивации, развития эмпатии и вовлеченности обучающихся (в 14%).

К негативным факторам отнесены когнитивная перегрузка, эмоциональный дискомфорт, физические неудобства; недостаточная реалистичность, ограниченная передача эмоций; высокая стоимость и временные затраты; ограничения доступности устройств, слабая совместимость и быстрое устаревание технологий. 170 (58%) из 295 научных работ посвящены виртуальной реальности, что говорит о ее ведущей роли в группе технологий XR.

Несмотря на внедрение технологий расширенной реальности на все уровни российского образования, а также в деятельность предприятий и организаций, данный процесс носит довольно прагматичный, несистемный характер. Чаще всего это связано с реализацией дополнительных профессиональных программ с целью повышения эффективности выполнения задач, снижения затрат и будущей минимизации ошибок персонала [8–10].

В системе высшего образования иммерсивные технологии дополняют классические образовательные технологии, способствуя созданию эффективной виртуальной образовательной среды, формированию профессиональных знаний, умений и навыков, компетенций [11; 12]. Так, с целью трансформации цифровой научно-образовательной и организационной инфраструктуры в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М.Губкина развивается единое информационное пространство «Губкин Цифра» с элементами иммерсивной среды, интегрирующее сеть специализированных центров. Объединенный коллектив центров и кафедр разрабатывает компьютерные тренажерные комплексы, детализированное методическое сопровождение и обеспечивает их внедрение в образовательный процесс для создания полноценного импортонезависимого цифрового двойника топливно-энергетического комплекса (ТЭК), включающего 3D модели производственных объектов с паспортными характеристиками и технологическими и технико-экономическими данными, динамические математические модели технологических процессов и оборудования и т.д.

Специфика исследования, проводимого в университете, заключается в анализе результатов по единой для всех участвующих в анкетировании организаций методике. Такая методика позволяет зафиксировать потенциальные изменения, возникшие с течением времени, и установить этапы трансформации подходов в образовании, что является более строгим критерием отслеживания реальной динамики привыкания к технологиям. Необходимость исследования продиктована в том числе значимостью отхода в российской практике от доминирующего тренда потребительского использования технических инструментов в индустрии развлечений и от длительного анализа возможностей более глубокого вовлечения новых поколений молодежи в образовательный процесс [13].

Переходя к основным результатам исследования, подчеркнем: явным негативным эффектом для будущего является обилие рассуждений, публикаций, выступлений о трендах развития технологий

при достаточно слабом внимании к проблемам межличностного диалога преподавателя и обучающегося, от качества очного взаимодействия которых зависит ценность передачи накопленного опыта для возможной интерпретации при восприятии обучающимися. Технологии – лишь инструмент, меняющий форму с течением времени.

Вышесказанное существенным образом повлияло на новый исследовательский этап (с сентября 2024 г. по май 2025 г.): с целью охвата всех ключевых аспектов использования иммерсивных технологий в ВПО был использован социологический инструментарий (анкеты); осуществлены необходимые технические процедуры (создана электронная версия анкеты, актуализирована база данных образовательных учреждений, произведены массовая рассылка анкет и сбор результатов от респондентов). Итогом работы стал анализ полученных от 101 образовательной организации статистических данных, на основе которого сформулированы выводы о перспективах и ограничениях, связанных с применением XR-технологий в высшем образовании.

Структура обновленной *анкеты* с 27 разделенными на группы вопросами (с единственным и множественным выборами ответа) выглядит следующим образом: вводные вопросы (оценка информационной осведомленности); оценка инфраструктуры (технической готовности) для применения XR-технологий; фактический опыт их применения; партнерское взаимодействие; маркетинг; продвижение технологий; оценка научной составляющей; применение технологий искусственного интеллекта; заключение (вопросы о преимуществах и недостатках применения XR-технологий) и один открытый вопрос (предполагающий расширенный ответ) об ожиданиях и предложениях по использованию образовательных продуктов на основе технологий виртуальной и дополненной реальности.

Выделение ядра образовательных организаций и возможность определения ответственного лица позволили обеспечить более структурированный и адресный сбор данных. Кроме того, для повышения эффективности мониторинга введено отображение динамики прохождения анкетирования. Сама анкета стала более гибкой: изменена формулировка некоторых вопросов, добавлена возможность указать свой вариант ответа (заметно возросло количество развернутых, емких, аргументированных комментариев). Такой подход позволил получить более полную и разнообразную информацию, соответствующую реальным потребностям и особенностям респондентов.

Неизменными остались вопросы, связанные с интеграцией XR-технологий в образовательную и коммерческую среду, в том числе: формирование умений и навыков реализации типовых процедур внутри виртуальной и дополненной реальности, организация доступа к специализированному оборудованию, обучение сотрудников для эффективного применения этих технологий. Важными аспектами являются анализ внедренного контента в основные образовательные программы и оценка рыночного потенциала собственных XR-продуктов, продемонстрировавшие двукратный рост на втором этапе исследования, а также ожидания и планы по использования образовательных продуктов, созданных на основе XR-технологий.

Смещение фокуса на новые, более глубокие аспекты применения XR-технологий в образовании и науке, переход от простого анализа инфраструктуры к детализации реального опыта использования этих технологий позволили более корректно оценить влияние технологий на образовательный и научный процессы. Впервые были проанализированы состав и структура команд, занимающихся разработкой XR-продуктов,

опыт партнерства с внешними организациями; уделено внимание возможностям интеграции элементов технологии искусственного интеллекта в образовательный процесс. В целом вопросы анкеты сформированы с учетом перехода на лонгитюдный характер исследования. Такой подход обеспечивает сравнимость получаемых данных на протяжении нескольких лет; позволяет мониторить динамику изменений в восприятии, внедрении и использовании XR-технологий в системе высшего образования; фиксировать изменение самих технологий. Кроме того, выявление ключевых проблем и перспективных направлений (например, интеграция с технологиями ИИ, развитие отечественного программного обеспечения) корректнее рассматривать в длительной перспективе.

С полным содержанием разработанной анкеты можно ознакомиться на электронном ресурсе (https://xr.gubkin.ru/questions). Мы кратко представим ее структуру и описание разделов.

Анкета представляет собой инструмент социологического исследования, состоящий из семи взаимосвязанных разделов, которые последовательно раскрывают все аспекты внедрения и использования XR-технологий.

Первый раздел – вводный концептуальный блок, формирующий общее понимание отношения академического сообщества к XR-технологиям. Он включает анализ восприятия данных технологий как образовательного инструмента в горизонте от инновационного прорыва до временного тренда, исследование методологических подходов к формированию практических компетенций через тренажеры и симуляторы, оценку эффективности технологий для развития навыков командного взаимодействия, изучение потенциала удаленного сопровождения процессов и поддержки принятия решений.

Второй раздел – диагностика инфраструктурного и кадрового потенциала образовательных организаций высшего образования (ООВО). Данная диагностика направлена на оценку готовности организаций к внедрению XR-технологий через аудит оснащенности и уровня использования оборудования дополненной и смешанной реальности, программного обеспечения для разработки VR/AR-контента, оценку программных решений для 3D-моделирования, исследование условий доступа к XR-оборудованию. В разделе представлен блок вопросов, позволяющих произвести детальный анализ кадрового состава (от профильных подразделений до индивидуальных разработчиков), определение ключевых направлений разработки, а также оценку программ обучения сотрудников (как для использования готовых XR-решений, так и для самостоятельной разработки образовательного контента).

Третий раздел – анализ практического опыта внедрения и применения XR-технологий. Включает наличие и способы разработки образовательного контента, уровень коммерциализации собственных разработок, определение оптимальных параметров обучения (продолжительности сессий и эффективности, по сравнению с традиционными методами), а также классификацию типов практических задач, решаемых с помощью VR/AR-проектов.

Четвертый раздел – исследование аспектов внешнего взаимодействия и продвижения технологий. Содержит анализ отраслевых направлений партнерства, оценку программ академического обмена и эффективности различных каналов демонстрации XR-разработок целевой аудитории.

Пятый раздел – оценка научно-исследовательской деятельности в области XR-технологий: внутренние исследовательские инициативы, публикации

и представление результатов через научные конференции.

Шестой раздел – использование технологий искусственного интеллекта; анализ отношения к интеграции больших генеративных моделей в образовательный процесс, наличия соответствующих учебных программ в образовательной организации, участия в проектах по разработке ИИ-решений.

Седьмой раздел – итоговая оценка перспектив развития XR-технологий, систематизация ключевых преимуществ и барьеров внедрения, формирование прогнозных оценок и рекомендаций по дальнейшему развитию XR-технологий в области высшего образования в России.

Опрос показал, что большинство респондентов признают потенциал XR-технологий в образовательном процессе, но отмечают, что их влияние ограничено и зависит от различного рода факторов. Треть из них уверены, что XR-технологии действительно повышают качество обучения.

Установлено, что XR-технологии подходят для безопасного взаимодействия с объектами, при этом значительная часть респондентов поддерживает использование тренажеров, содержащих подсказки и моделирующих негативные последствия, – это создает возможности для улучшения командного взаимодействия. Вместе с тем, участники опроса подчеркивают, что использование XR может сократить рабочее время на обучение, объем наглядных пособий и оптимизировать организацию учебного процесса. Оба этапа исследования подтверждают необходимость документирования негативных факторов внедрения XR-продуктов.

Охарактеризуем *инфраструктуру (технической готовности) для применения XR-технологий*. Сравнительный анализ данных за 2024 и 2025 гг. демонстрирует ускоренное развитие в российской системе высшего образования технологий расширенной реальности, включая виртуальную, дополненную и смешанную реальности. Прогресс заметен практически на всех ключевых направлениях, начиная от базового оснащения вузов соответствующим оборудованием и заканчивая формированием специализированной кадровой инфраструктуры.

Существенный скачок наблюдается в использовании VR-гарнитур[3]: подавляющее большинство образовательных организаций в той или иной степени вовлечены в работу с виртуальной реальностью. Динамика внедрения AR/MR-гарнитур[4] демонстрирует еще более впечатляющие темпы роста. Доля организаций, активно или эпизодически применяющих AR/MR, выросла за один год практически вдвое – с 40% до 79%. Сценарии использования во многом повторяют тенденции VR: лидируют демонстрация (26,7%) и разработка (23,7%) XR-проектов. Регулярное применение AR/MR в учебном процессе пока не достигло массового характера, составляя 8,1%.

Анализ применяемого программного обеспечения для разработки XR-материалов и 3D-моделирования выявляет наметившуюся тенденцию к импортозамещению, хотя иностранное ПО по-прежнему занимает значительную долю. Аналогичная картина наблюдается и в сфере 3D-моделирования. Важно отметить, что доля вузов из числа респондентов, вообще не занимающихся XR-разработкой, сокра-

[3] *VR-гарнитура* (Virtual Reality headset) – устройство (очки, шлем), создающее среду виртуальной реальности для пользователя.

[4] *AR- и MR-гарнитуры* – устройства, которые используют технологии дополненной (AR) и смешанной (MR) реальности. AR накладывает цифровые объекты на реальный мир в режиме реального времени. MR сочетает возможности AR и виртуальной реальности.

тилась до 18%, а 3D-моделированием – до 19%, что свидетельствует о росте числа организаций, активно создающих собственный контент. Доступность специализированной XR-инфраструктуры также постепенно расширяется.

Отмечается существенный прогресс в оснащении оборудованием, вовлеченности в разработку обучающих материалов, формировании инфраструктуры и развитии кадрового потенциала. Несмотря на очевидные успехи, требуются дальнейшие усилия по более глубокой интеграции XR в образовательный процесс, по расширению использования отечественного программного обеспечения и сбалансированному развитию всех необходимых компетенций для обеспечения корректного и профессионального применения XR-технологий.

Рассмотрим *фактический опыт применения XR- технологий*. Проведенные исследования показывают рост зависимости образовательных организаций высшего образования (ООВО) от внешних источников контента, актуализируя необходимость создания собственных XR-продуктов. В 2023–24 г. более половины организаций не имели таких продуктов для внешнего рынка, однако к 2024–25 г. ситуация улучшилась: почти треть респондентов начала разрабатывать XR-продукты с рыночным потенциалом, а четверть имеет пилотные проекты, что, несмотря на медлительность изменений, свидетельствует о росте интереса к разработке и коммерциализации XR-продуктов в образовательном секторе.

Респонденты пришли к единому мнению, что оптимальное время для прохождения одного сценария тренажера составляет до 30 минут. Однако большинство участников опроса не проводят замеры и сравнения эффективности (при этом 27% из них обращают на это внимание). В основном они моделируют симуляции технологических процессов с идентификацией и настройкой систем, а также проверяют знания через тестовые задания в своих AR- и VR-проектах. Это указывает на тренд активного использования XR-технологий, но также и на необходимость более последовательного подхода к разработке и оценке эффективности программ.

В нашем исследовании 2023/24 г. не уделялось внимание *партнерскому взаимодействию, маркетингу, продвижению технологий*, но сейчас наблюдается рост динамики зарубежных публикаций на эти темы, поэтому такой раздел был добавлен на новом исследовательском этапе.

Взаимодействие ООВО с компаниями-работодателями дает возможность повысить качество образования, учебно-методических материалов, основанных на реальных производственных задачах, получить доступ к работе с современными технологиями, экспертную оценку и поддержку, финансирование научных исследований. Для работодателей такое общение способствует развитию инновационной среды, подготовке и привлечению талантливых специалистов, повышению конкурентоспособности. Программы обмена и сотрудничества между университетами позволяют делиться опытом друг с другом, разрабатывать совместные образовательные программы и курсы.

В ходе исследования было выявлено, что 25% всех опрошенных взаимодействуют чаще всего с компаниями в сфере образования. Машиностроение и энергетика примерно в равных долях интересны для взаимодействия, их выбрали порядка 20%.

Около 40% респондентов не имеют программ обмена и сотрудничества с другими университетами и компаниями; 25% – сотрудничают преимущественно с компаниями, столько же одновременно взаимодействуют с компаниями и другими университетами; 14% – взаи-

модействуют исключительно с другими университетами.

Наиболее популярными формами демонстрации и продвижения проектных разработок 17% опрошенных считают презентации на профессиональных форумах и конференциях, 15% – специализированные выставки, 15% – тестовые демонстрации для целевой аудитории.

Следует отметить, что научные исследования, посвященные анализу применимости XR-технологий в образовательном процессе ООВО, направлены на внедрение в образовательный процесс всех современных технологий для улучшения качества образования, интерактивности и соответствия актуальным трендам освоения знаний.

Участие представителей образовательных организаций в научных конференциях, связанных с областью применения XR-технологий, оказывает влияние на развитие научной и образовательной среды ООВО, позволяя решить сразу несколько вопросов: обмен контактами с другими образовательными учреждениями, использующими в своей деятельности цифровые технологии, обмен опытом, ресурсами и знаниями, получение актуальных рекомендаций для дальнейшего развития отдельных научных направлений.

Около 30% всех респондентов уже проводят научные исследования, посвященные анализу применения XR-технологий в образовательном процессе; планируется, что в следующем году этот показатель увеличится до 50%. Более половины опрошенных (57%), принимают участие в научных конференциях, связанных с областью применения XR-технологий, и 31% – это планируют.

В последние годы направление *развития технологий на основе искусственного интеллекта* (ИИ) становится одним из ключевых драйверов трансформации цифровой образовательной среды в системе высшего образования. Особенно заметен рост интереса к *большим мультимодальным генеративным ИИ-моделям* (БММ ИИ), которые способны анализировать, синтезировать и генерировать контент на основе различных типов данных (текст, изображения, аудио и видео). Эти технологии открывают новые горизонты для персонализации обучения, автоматизации рутинных задач, создания адаптивных образовательных материалов и интерактивных симуляций. Однако столь масштабные изменения сопровождаются не только ожиданиями, но и вызовами: необходимостью переосмысления педагогических подходов, подготовки кадров, гарантий этичности и прозрачности использования ИИ.

Вопросы данного блока, направленные на оценку готовности представителей системы ВО к интеграции БММ ИИ в образовательный процесс, были введены в анкету в 2024 г. Анализируются как субъективные установки, так и реальные практики внедрения и проектной деятельности.

К *внедрению генеративных ИИ-моделей в образование* большинство респондентов относятся положительно (44 человека) и скорее положительно (38); нейтрально – 16; скорее отрицательно – только 3, отрицательно – 0. Доминирование положительных оценок свидетельствует о высокой степени открытости образовательного сообщества к внедрению ИИ, при этом нейтральные и скептические ответы могут отражать, например, опасения потери контроля – часть опрошенных, вероятно, видят в ИИ угрозу традиционным методам преподавания. 86% ООВО уже включили ИИ-технологии в свои учебные планы, однако их распределение по уровням подготовки остается неравномерным.

Наибольшее количество ответов на вопрос «*Существуют ли в вашей образовательной организации программы или курсы, направленные на изучение и применение БММ генеративных ИИ-моделей?*» распределяется на уровнях бакалавриата и специ-

алитета (58), а также магистратуры (53); отсутствие таких программ отметили 28 респондентов.

Проекты, связанные с ИИ, в ООВО чаще всего реализуется малыми командами, крупные проекты пока единичны: в 25 организациях в них участвуют менее 5 человек, в 18 – от 5 до 10. Крупные коллективы (от 10 человек и более) встречаются значительно реже (14 организаций), что говорит о фрагментарном, экспериментальном характере таких инициатив.

Основными *преимуществами использования XR-технологий* респонденты в первую очередь считают интерактивную визуализацию данных (81 участник опроса); экономию средств при проведении дорогостоящих опытов и моделировании сложных ситуаций, а также удобство восприятия контента (по 69 ответов на каждое из направлений).

К *недостаткам XR-технологий* были отнесены высокая стоимость оборудования и программного обеспечения (77 респондентов); технические ограничениями существующих решений, такие как недостаточная функциональность оборудования и ПО (57); отсутствие квалифицированных методистов и педагогов (51).

На основе анализа ответов была проведена категоризация *ожиданий и предложений по использованию образовательных продуктов на основе XR-технологий*.

Общая оценка потенциала XR-технологий. Современное развитие цифровых образовательных средств демонстрирует возрастающий интерес к применению XR-технологий, которые, по мнению подавляющего большинства респондентов (свыше 80% опрошенных), обладают значительным потенциалом для трансформации образовательного процесса. Данные технологии рассматриваются как инструмент, способный повысить наглядность и вовлеченность учащихся, обеспечить безопасное моделирование сложных или потенциально опасных процессов, а также содействовать развитию практических навыков посредством симуляций. Также подобные решения позволяют персонализировать обучение и одновременно снижают затраты на оборудование и расходные материалы для лабораторных занятий, что делает их внедрение экономически целесообразным. Появляется возможность развивать практические навыки через симуляцию без риска для здоровья, дорогостоящего оборудования или окружающей среды.

Ключевые области применения XR-технологий в образовании. В естественных науках (физика, химия, биология) акцент сделан на использовании виртуальных лабораторий и экспериментов, обеспечивающих доступ к сложным и крупномасштабным процессам, которые невозможно реализовать в стандартных условиях. Для технических дисциплин приоритетным направлением является моделирование сложных систем и производственных процессов, которое способствует лучшему пониманию их функционирования, обеспечивая обучающимся практико-ориентированное понимание теоретических принципов. В медицине потенциал видится в разработке детализированных симуляторов хирургических операций и диагностики, необходимых для отработки практических компетенций, позволяющих формировать навыки без риска для пациента. Профессиональное образование ориентировано на создание тренажеров для подготовки специалистов к работе в опасных условиях (например, в энергетике или строительстве). В гуманитарных науках XR-технологии используются для визуализации исторических событий и культурных объектов, что обеспечивает более глубокое и эмоциональное восприятие учебного материала.

Основные барьеры и проблемы. Анализ ответов на завершающий открытый вопрос анкеты позволяет выделить не-

сколько основных ключевых барьеров, сдерживающих развитие и широкое внедрение XR-технологий в ООВО. Главными из них являются высокая стоимость оборудования и программного обеспечения, недостаток качественного образовательного контента, дефицит квалифицированных кадров, а также технические ограничения существующих решений. Дополнительным фактором риска является зависимость отечественного рынка от зарубежных технологий, которая делает образовательные учреждения уязвимыми к санкционным ограничениям и перебоям или невозможности поставок, что происходит последние годы.

Высокая стоимость оборудования остается одним из основных препятствий для массового внедрения данных технологий в ООВО. Даже при наличии заинтересованности со стороны педагогов и администрации, значительные финансовые издержки на закупку, обновление и обслуживание устройств существенно ограничивают возможности их использования. Не менее значимая проблема – недостаток качественного образовательного контента, адаптированного к учебным программам. Многие существующие XR-приложения разрабатываются для коммерческих целей и не отвечают педагогическим требованиям, что снижает их дидактическую эффективность. Серьезной проблемой также выступает отсутствие достаточного числа подготовленных специалистов, способных эффективно применять XR-технологии в образовательной практике. Большинство педагогов не имеют необходимых знаний и навыков для интеграции актуальных цифровых решений в учебный процесс, что создает разрыв между технологическими возможностями и методическим обеспечением. Кроме того, технические ограничения существующих решений (несовместимость программных платформ, нестабильность работы устройств, а также слабая интеграция с образовательным процессом) затрудняют их активное использование.

Предложения по развитию. Для преодоления указанных выше проблем представителями ООВО был разработан комплекс мер, которые можно разделить на несколько смысловых блоков.

На организационном уровне в качестве ключевой задачи выделяется создание государственных программ поддержки разработчиков отечественного XR-контента и платформ, что будет стимулировать рынок и постепенно снижать зависимость от импорта. Это должно сопровождаться активным развитием отечественного производства оборудования. Респонденты отмечают важность формирования центров компетенций, специализирующихся на особенностях применения иммерсивных технологий в образовательном процессе, которые могут стать опорными точками для аккумуляции знаний, тестирования, апробации решений, обучения педагогов и распространения передового опыта.

В методическом направлении отмечается необходимость разработки стандартов и методик использования XR-технологий в образовании, поскольку это обеспечит педагогическую обоснованность и эффективность внедряемых решений. Для систематизации и повышения доступности контента необходимо создание библиотек образовательного контента с верифицированными и апробированными XR-продуктами. Также в ответах можно выделить внимание к инициативе развития системы подготовки педагогов, включая их обучение не только работе с готовыми продуктами, но и освоению основ методического проектирования занятий в форматах XR.

В сфере технического обеспечения следует сосредоточиться на разработке специализированных образовательных платформ, которые могут быть гибко адаптированы под специфику образовательного процесса

и нужды преподавателей. Чтобы снизить зависимость от сторонних разработчиков, предлагается создать инструменты для самостоятельной разработки контента преподавателями с интуитивно понятным интерфейсом и достойным визуальным представлением учебных материалов. Также ключевым условием для бесшовной интеграции новых XR-решений называется обеспечение их совместимости с уже существующей информационно-коммуникационной инфраструктурой ООВО. Данный тезис имеет особое значение, поскольку от него напрямую зависит масштабируемость и эффективность внедрения новых технологий.

В продолжение ранее озвученной идеи о создании специализированных образовательных платформ стоит обратить внимание на существующие принципы систематизации накопленного опыта при разработке программных продуктов в области XR. Проблемы интеграции разрозненных решений в образовательную экосистему, их совместимости с существующей инфраструктурой ООВО, а также объективной оценки эффективности обучения решаются по-разному.

Одним из примеров является платформа D.I.V.E. (Deep Immersive Virtual Education), разработанная в Томском политехническом университете. Виртуальное пространство осуществляет первичное знакомство пользователей с VR и предоставляет единый доступ к тренажерам и симуляторам. Платформа предлагает встроенные механизмы аналитики, аутентификации, управления прогрессом и траекторией обучения, что делает ее не просто коллекцией приложений, а целостной образовательной средой [3]. Компания L-content транслирует базу готовых VR-курсов, использующих такие стандарты, как SCORM и Tin Can (xAPI). Все тренажеры и симуляторы имеют возможность интеграции в любую образовательную систему [14]. Компания Modumlab предлагает комплексный подход к стандартизации, представленный двумя продуктами, которые формируют полноценную экосистему для внедрения иммерсивных технологий в образовательный процесс. Программная среда «Сноровка» решает задачу содержательного и функционального единства образовательного XR-контента [15]. Продукт «Звено» – система централизованного контроля объединяет весь парк гарнитур и тренажеров в единый управляемый комплекс, стандартизирует инфраструктуру и операционное управление [16].

Ценность подобного опыта комплексного подхода к использованию XR-технологий в процессе обучения заключается в возможности для повышения качества и увеличения скорости усвоения новых знаний пошагового контроля за обучающимся: какие ошибки допустил, в какой последовательности действовал, сколько времени провел в определенной зоне виртуального пространства и т. д.

В качестве выводов можно отметить, что проведенное исследование позволило не только глубже осмыслить характер применения актуальных цифровых практик, но и сформировать предпосылки для дальнейшего отслеживания важнейших тенденций в исследуемом направлении. Эмпирический метод массового опроса, анкета с вопросами, разработанная с учетом предполагаемой разносторонней оценки трендов внедрения XR-технологий в высшем образовании, позволяют проследить и оценить не только преимущества использования технологий в процессе передачи знаний, но и негативные последствия срочного и отложенного характера. Также решена задача анализа ключевых аспектов сочетания современных подходов с классическими методами педагогической работы.

Безусловно, внимание и интерес в образовательной среде к различным цифровым инструментам, в том числе связанным

с технологиями в области XR, оправданы. Для повышения качества образования важно иметь актуальное, а порой и перспективные представление о возможностях технических средств, направленных на трансляцию и усвоение новой информации практического и теоретического характера. Однако важно понимать, что такие средства – лишь инструмент в руках человека, квалифицированного педагогического работника. Ключевой метрикой качества передачи знаний можно считать взаимововлеченное участие в образовательный процесс преподавателя и обучающихся. Несмотря на то, что в последние годы (в результате различных ограничений) очевидны попытки заменить очный диалог преподавателя и обучающегося моделью, алгоритмом, ИИ-ассистентом, адаптивной автоматизированной образовательной платформой, значимость именно этого диалога существенно возросла. Приоритет в ресурсообеспечении образовательного процесса не может быть смещен в сторону оборудования, программного обеспечения, модернизации инфраструктуры кампусов ООВО. Любые новые доступные сейчас и в будущем технические возможности носят исключительно вспомогательных характер, усиливающий и дополняющий основные методы преподавания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Калашников П.К., Строгонов А.Ю. , Жедяевский Д.Н. , Самарин И.В., Арнаутенко М.С., Беракчян А.Д. , Акилин А.А.* Технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальности в системе высшего и среднего профессионального образования (оценка применимости технологий): сб. трудов / Под общ. ред. В.Г.Мартынова, Н.Д.Подуфалова. М., 2024. 74 с.

2. Российская академия образования. Ученые обсудили иммерсивные технологии в высшем профессиональном образовании [Электронный ресурс]. Режим доступа: https:// rusacademedu.ru/ news/ 26052025-3.

3. Экосистема DIVE // D.I.V.E. платформа VR-образования [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://dive.tpu.ru/ru.

4. *Переслегин С.* Не исключено, что нас ждут новые «темные века», когда кризис превратится в норму существования // Опора России. – 12 января 2015 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://oporarb.ru/news/sergey-pereslegin-ne-isklyucheno-chto-nas-zhdut-novye-temnye-veka-kogda-krizis-prevratitsya-v-normu.

5. *Zekeik H., Chahbi M., Lamarti Sefian M., Bakkali I.* Augmented reality and virtual reality in education: A systematic narrative review on benefits, challenges, and applications // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 2025. Vol. 21 Issue 9. Available at: 10.29333/ejmste/16830.

6. *Bermejo B., Juiz C., Cortes D. et al.* AR/VR teaching-learning experiences in higher education institutions (HEI): A systematic literature review // Informatics. 2023. Vol. 10. No. 2 Available at: 10.3390/informatics10020045.

7. *Burke D., Crompton H., Nickel C.* The Use of Extended Reality (XR) in Higher Education: A Systematic Review // TechTrends. 2025. Vol. 69. P. 998–1011.

8. *Топольский Н.Г., Самарин И.В., Строгонов А.Ю., Кйеу Т.А.* Модель оценки влияния мероприятий пожарной безопасности на агрегатную цель для цифровых двойников объектов ТЭК // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safe. 2019. № 3. С. 50–58.

9. *Крылов Д.Е.* Виртуальная реальность в нефтегазовой отрасли // Вестник науки и творчества. 2024. №. 1. С. 5–9.

10. *Успаева М.Г., Исаев Х.А.* Перспективы применения виртуальной и дополненной реальности в обучении специалистов нефтегазовой отрасли с целью сокращения затрат и улучшения качества подготовки // Управление образованием: теория и практика. 2024. № 12-1. С. 226–234.

11. *Калашников П.К., Самарин И.В., Строгонов А.Ю.* Перспективы применения технологий виртуальной и дополненной реальности в образовательной среде высшего учебного заведения // Инновационные про-

цессы в высшем и среднем профессиональном образовании и профессиональном самоопределении: 80-летию Российской академии образования посвящается. М., 2022. С. 320–332.

12. *Добротин Д.Ю., Добротина И.Н.* Использование цифровых и нейросетевых инструментов в школьном образовании // Педагогика. 2024. № 11. С. 77–84.

13. *Алехина И.Г., Жедяевский Д.Н. , Калашников П.К. и др.* Развитие общей теории и дидактики высшего образования и формирование эффективной информационной образовательной среды // Педагогика. 2024. № 11. С. 5–15.

14. VR тренажеры Lcontent // LContent [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://lcontent.ru/o-kompanii.

15. Навыковые тренажеры // Сноровка PRO [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://snorovka.pro.

16. Звено – Система управления электронными тренажерами [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://modumlab.com/cms.

Дата поступления – 16.12.25

Virtual, augmented and mixed reality technologies in higher education: assessment of applicability

Viktor G. Martynov – Dr. Sci. (Economics), professor, Academician of the Russian Academy of Education, rector of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (Moscow, Russia); martynov.v@gubkin.ru

Pavel K. Kalashnikov – Cand. Sci. (Technical Sciences), associate professor, head of the Strategic Development Department, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (Moscow, Russia); kpk@gubkin.pro

Dmitry N. Zhedyayevsky – Cand. Sci. (Technical Sciences), associate professor, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (Moscow, Russia); jedyaevsky.d@gubkin.ru

Ilya V. Samarin– Dr. Sci. (Technical Sciences), associate professor, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (Moscow, Russia); atp@gubkin.ru

Andrey Yu. Strogonov – senior lecturer, Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University) (Moscow, Russia); strogonov.a@gubkin.ru

Abstract. *The article presents the results of a longitudinal study on assessing the applicability of extended reality technologies in the Russian higher education system. Based on the analysis of search query dynamics, review of international research, and data from an original sociological survey conducted in 2024-2025 among Russian universities, key trends, advantages and barriers to XR implementation are identified. The study records a significant increase in technical equipment and personnel potential in the XR field, as well as a growing interest in the development and commercialization of proprietary educational products. The main challenges highlighted are high cost of solutions, the lack of quality content and qualified personnel, and technical limitations. Measures for the development of field are proposed, including the creation of state support programs, development of educational standards and promotion of domestic platforms.*

Key words. *Extended reality, higher education, immersive technologies, virtual reality, augmented reality, sociological research, educational innovations, digital transformation, import substitution, implementation barriers.*

REFERENCES

1. *Kalashnikov P.K., Strogonov A.Yu. , Zhedyaevskij D.N. , Samarin I.V., Arnautenko M.S., Berakchyan A.D., Akilin A.A.* Texnologii virtual`noj, dopolnennoj i smeshannoj real`nosti v sisteme vy`sshego i srednego professional`nogo obrazovaniya (ocenka primenimosti texnologij): sb. trudov / Pod obshh. red. V.G.Marty`nova, N.D.Podufalova [Technologies of virtual, augmented and mixed reality in the system of higher and secondary vocational education (assessment of the applicability of technologies): proceedings / Under the general editorship of V.G.Martynov, N.D.Podufalov]. Moscow, 2024. 74 p.

2. Rossijskaya akademiya obrazovaniya. Ucheny`e obsudili immersivny`e texnologii v vy`sshem professional`nom obrazovanii [Russian Academy of Education. The scientists discussed immersive technologies in higher professional education]. Available at: https://rusacademedu.ru/ news/ 26052025-3.

3. E`kosistema DIVE [DIVE ecosystem]. *D.I.V.E. platforma VR-obrazovaniya* [D.I.V.E. VR education platform]. Available at: https://dive.tpu.ru/ru.

4. *Pereslegin S.* Ne isklyucheno, chto nas zhdut novy`e «tyomny`e veka», kogda krizis prevratitsya v normu sushhestvovaniya [It is possible that new "dark ages" await us, when the crisis will turn into the norm of existence]. *Opora Rossii. 12 yanvarya 2015 g.* [The pillar of Russia. January 12, 2015]. Available at: https://oporarb.ru/news/sergey-pereslegin-ne-isklyucheno-chto-nas-zhdut-novye-temnye-veka-kogda-krizis-prevratitsya-v-normu.

5. *Zekeik H., Chahbi M., Lamarti Sefian M., Bakkali I.* Augmented reality and virtual reality in education: A systematic narrative review on benefits, challenges, and applications // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2025. Vol. 21 Issue 9. Available at: 10.29333/ejmste/16830.

6. *Bermejo B., Juiz C., Cortes D. et al.* AR/VR teaching-learning experiences in higher education institutions (HEI): A systematic literature review // *Informatics*. 2023. Vol. 10. No. 2 Available at: 10.3390/informatics10020045.

7. *Burke D., Crompton H., Nickel C.* The Use of Extended Reality (XR) in Higher Education: A Systematic Review // *TechTrends*. 2025. Vol. 69. P. 998–1011.

8. *Topol`skij N.G., Samarin I.V., Strogonov A.Yu., Kjeu T.A.* Model` ocenki vliyaniya meropriyatij pozharnoj bezopasnosti na agregatnuyu cel` dlya cifrovy`x dvojnikov ob``ektov TE`K [A model for assessing the impact of fire safety measures on an aggregate target for digital counterparts of fuel and energy complex facilities]. *Pozharovzry`vobezopasnost`* [Fire and Explosion Safe]. 2019. No. 3. P. 50–58.

9. *Kry`lov D.E.* Virtual`naya real`nost` v neftegazovoj otrasli [Virtual reality in the oil and gas industry]. *Vestnik nauki i tvorchestva* [Bulletin of Science and Creativity]. 2024. No. 1. P. 5–9.

10. *Uspaeva M.G., Isaev X.A.* Perspektivy` primeneniya virtual`noj i dopolnennoj real`nosti v obuchenii specialistov neftegazovoj otrasli s cel`yu sokrashheniya zatrat i uluchsheniya kachestva podgotovki [Prospects for the use of virtual and augmented reality in the training of oil and gas industry specialists in order to reduce costs and improve the quality of training]. *Upravlenie obrazovaniem: teoriya i praktika* [Education management: theory and practic]. 2024. No. 12-1. P. 226–234.

11. *Kalashnikov P.K., Samarin I.V., Strogonov A.Yu.* Perspektivy` primeneniya texnologij virtual`noj i dopolnennoj real`nosti v obrazovatel`noj srede vy`sshego uchebnogo zavedeniya [Prospects of using virtual and augmented reality technologies in the educational environment of a higher educational institution]. *Innovacionny`e processy` v vy`sshem i srednem professional`nom obrazovanii i professional`nom samoopredelenii: 80-letiyu Rossijskoj akademii obrazovaniya posvyashhaetsya* [Innovative processes in higher and secondary vocational education and professional self-determination: dedicated to the 80th anniversary of the Russian Academy of Education]. Moscow, 2022. P. 320–332.

12. *Dobrotin D.Yu., Dobrotina I.N.* Ispol`zovanie cifrovy`x i nejrosetevy`x instrumentov v shkol`nom obrazovanii [The use of digital and neural network tools in school education]. *Pedagogika* [Pedagogy]. 2024. No.11. P. 77–84.

13. *Alexina I.G., Zhedyaevskij D.N., Kalashnikov P.K. i dr.* Razvitie obshhej teorii i didaktiki vy`sshego obrazovaniya i formirovanie e`ffektivnoj informacionnoj obrazovatel`noj sredy` [The development of the general theory and didactics of higher education and the formation of an effective information educational environment]. *Pedagogika* [Pedagogy]. 2024. No.11. P. 5–15.

14. VR trenazhery` Lcontent [VR simulators Lcontent]. *LContent*. Available at: https://lcontent.ru/o-kompanii.

15. Navy`kovy`e trenazhery` [Skill simulators]. *Snorovka PRO* [Dexterity PRO]. Available at: https://snorovka.pro.

16. Zveno – Cistema upravleniya e`lektronny`mi trenazherami [Link – Control system of electronic simulators]. Available at: https://modumlab.com/cms.

Submitted – 16.12.25