

Интегральный анализ влияния виртуализации обучения в университете

М.А. Коваленко, А.Ю. Ильин

Аннотация—Целью исследования является определение влияния виртуализации обучения на примере виртуальных лабораторий для проведения практических занятий на обучение в ВУЗах. В исследовании затрагивается вопрос и эмерджентность доверия к технологиям виртуального обучения, которая состоит из совокупности фактор на этапах разработки и сопровождения системы. Вопрос актуален в связи с необходимостью модернизации образовательных процессов в рамках программ цифровой трансформации. Авторы обращают внимание на то, что виртуальная среда обучения не должна обладать той же достоверностью, как в случае со стандартными образовательными практиками. Для достижения цели работы проведен интегральный анализ факторным методом влияния виртуализации обучения в институте на студентов. Рассмотрены две системы обучения, а также визуально отображены результаты исследования. По итогам анализа сделаны два вывода. Во-первых, использование виртуальных лабораторий с применением технологий цифровых двойников оказывает положительное влияние на эффективность обучения. Во-вторых, при создании виртуальных пространств для обучения необходимо уделить особое внимание к получению пользователей достоверной, актуальной и качественной информации. Результаты и анализ играет важную роль не только для образования, но и для любого бизнеса, который следует современным тенденциям и ставит перед собой задачу формирования доверия между участниками процесса.

Ключевые слова—обучение, качество образования, интегральный анализ, виртуальное обучение, цифровизация, эмерджентность доверия.

I. ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация является приоритетом для высших учебных заведений на сегодняшний день. Она поставила новые задачи и возможности перед обществом. Пока экономический сектор работает с внедрением технологий Индустрии 4.0, компаниям требуются компетентные сотрудники с современными профессиональными навыками. Образовательные технологии и интеллектуальное образование являются основными столпами технологического образования для подготовки студентов к решению актуальных проблем в возможностях цифровой трансформации [1, 2]. В технологическом университете большинство

преподаваемых предметов имеет множество практических применений, однако их содержание часто ограничивается теоретическими расчетами и компьютерным моделированием простых систем. Такой подход устарел, потому что большинство современных студентов [3] стремятся увидеть результат своих теоретических исследований на реальных объектах с реальными приложениями. Парадигмальные основания внедрения цифровых инноваций в современное образование отражают фундаментальные изменения во взглядах на процесс обучения и развития технологий [4].

Виртуальная лаборатория — это иммерсивный технологический опыт, основанный на парадигме конструктивизма, которая основывается на идее, что знания создаются и развиваются через активное взаимодействие учащихся с материалом и другими участниками образовательного процесса.

Оборудование в пространстве виртуальной лаборатории должно повторять реальные процессы работы с оборудованием и копировать его точный вид, что в своей совокупности является основополагающими компонентами цифрового двойника [5]. Виртуальная модель оборудования является ключом к дифференциации технологии цифровых двойников от других технологий, а также является основой для реализации виртуально-реального взаимодействия.

Конечные решения при проектировании алгоритмов работы виртуальных лабораторий принимают люди, и в этой ситуации многое определяет глубинное понимание вопроса, неявный интерес участников команды, недостаток информации, сомнения, эмоции, скрытые лакуны будущих неудобств [6]. К алгоритмам виртуального пространства необходимо доверие. В современной цифровизации образования эмерджентность доверия может являться важным фактором, который ведет к развитию доверия между всеми участниками образовательного процесса в условиях быстрого развития технологий и интеграции новых образовательных методов.

В итоге мы получаем инструмент, который предоставляет гибкий и удобный метод проведения экспериментов, основываясь на доверенных математических моделях поведения.

II. ЭМЕРДЖЕНТНОСТЬ ДОВЕРИЯ В ВИРТУАЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

В данном случае доверие помогает обучающимся полагаться на технологические инструменты, что особенно верно в отношении методов обучения, где существует множество заинтересованных сторон, которые должны поддерживать определенный уровень

Статья получена 13 апреля 2023.

М.А. Коваленко МИРЭА – Российский Технологический Университет (e-mail: kovalenko_m@mirea.ru)

А.Ю. Ильин МИРЭА – Российский Технологический Университет (e-mail: ilin_a@mirea.ru)

доверия к этим технологиям для реализации их эффективного и устойчивого использования [7]. Математическая модель поведения алгоритмов виртуальной лаборатории, визуально достоверные цифровые двойники в виртуальном пространстве, просчёт реальных ситуаций во время работы - все в совокупности влияет на опыт студентов в лаборатории виртуальной реальности и формирует эмерджентный показатель доверия [8] к дисциплине и полученным знаниям.

Эмерджентность доверия представляет собой конвергентный подход в образовании и отображает доверие к синергии различных дисциплин, методов и практик, направленных на создание доверия в образовательной среде. Конвергентный подход эмерджентности доверия учитывает сложность и взаимосвязь между социальными, технологическими, педагогическими и культурными аспектами образования [9].

Создание доверенной информации для систем с виртуальным погружением и обучением зависит от добровольного обмена создателями системы своими взглядами, творческими идеями и собственными знаниями, основанными на высоком доверии между участниками, создающими итоговый продукт для обучения. Важно отметить, что чем выше будет доверие пользователей к виртуальной среде, тем выше будет их уверенность в предмете изучения. В общем и целом, если у обучающегося в виртуальной среде есть доверие к самой среде, то у него сформируется и чувство принадлежности к предмету и работе, которую он проделывал в этой среде, что повлияет на осознание ценности знаний и целостности понимания предмета изучения [10].

III. ДОВЕРИЕ К ИНСТРУМЕНТАМ ЦИФРОВОГО ОБУЧЕНИЯ

Важным параметром в виртуальной лаборатории является её соответствие реальным процессам и существующим ситуациям, которые могут возникнуть во время работы на оборудовании и в лаборатории в целом. Поэтому точные копии процессов и оборудования, представляющего цифровые двойники, неотъемлемая часть для полного погружения в реалистичный процесс работы без работы с физическим оборудованием.

Впервые концепцию цифрового двойника можно встретить в отчете Мичиганского университета в 2002 году [11]. В 2010 году в отчёте NASA на тему моделирования и симуляции космического корабля во время строительства, испытаний и полётов [12]. Позже стали все чаще и чаще появляется упоминания о цифровых двойниках [11]. На данный момент цифровые двойники преобразились относительно своего первоначального вида и представляют из себя совокупность технологий моделей и методов в виртуальном пространстве. Если образовательные университеты хотят успевать вслед за цифровой трансформацией, то необходимо, чтобы они развивались интегрально. Раньше необходимость стремительного развития была более актуальна для организаций, которые постоянно пытаются обеспечить себе

конкурентное положение на мировом рынке, но сейчас такая же проблема становится актуальной и для университетов, поскольку конкуренция за отбор лучших студентов и исследователей растет [13].

На сегодняшний день наглядным представителем предиктивных цифровых двойников является среда AnyLogic, где можно воссоздать алгоритмически точные модели поведения объектов и взаимодействие их друг с другом [14]. Университеты и профессиональные училища тратят миллионы средств на учебное оборудование, для обучения и развития профессионалов. Благодаря виртуализации оборудования образовательные учреждения могут более продуктивно содействовать обучению студентов [15]. Цифровизация оборудования для медицины и химического образования является дешевой и доступной, что позволяет минимизировать расходы всей системы образования и увеличить охват студентов на аудиторных практических занятиях [16].

Несмотря на многочисленные преимущества, использование цифровых двойников в образовании также вызывает определенные опасения. Самой большой проблемой может быть неправильная интерпретация данных или использование недостаточно точных моделей, что может привести к ошибочным выводам.

Цифровой двойник, особенно в рамках обучения, должен учитывать следующие пять аспектов [17]: доверие сообщества, управление сообществом, мотивация сообщества, активность сообщества и информационная безопасность. Виртуальное пространство для обучения работы на цифровой копии оборудования предоставляет пользователям хорошую и безопасную возможность практики на оборудовании. Однако, чтобы доверие к цифровым двойникам в образовании было на высоком уровне, необходимо обеспечить не только качественную и достоверную информацию, но и установить систему контроля и защиты данных.

Определение эмерджентности доверия к цифровым двойникам в образовании необходимо в связи с широким применением технологий цифровизации. В частности, использования искусственного интеллекта совместно с цифровыми двойниками относятся к возникновению новых свойств и структур, а также к установлению доверительных отношений между участниками образовательного процесса. Поддача необходимых знаний и их проверка в виртуальном пространстве может эффективно предотвратить будущие ошибки в работе и положительно сказаться на обучении в целом. Авторы статьи о “Эмпирическом исследовании влияния факторов среды платформы на обмен знаниями в виртуальных сообществах” [5] считают, что доверие является предпосылкой и основой распространения и обмена знаниями в информационном поле. Делая вывод к вышесказанной информации, авторы утверждают, что эмерджентность доверия в совокупности использования технологий виртуальной реальности и цифровых двойников в образовании зависит от успешного внедрения технологий в систему образования и соответствующей работы с проверкой и модерации использованных данными.

IV. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологией исследования выбран интегральный анализ факторного метода с использованием смешанной модели, где имеется четыре переменные. Интегральный анализ влияния виртуализации обучения охватывает разнообразные аспекты образования, включая педагогические, технологические, социальные и экономические факторы. Данный метод позволяет оценить и изучить взаимодействие множества различных факторов в сложных системах и наглядно показывает работу процессов и то, каким образом их можно улучшить.

В данном анализе будут рассмотрены изменения главных факторов обучения относительно среднего показателя обучения с виртуальными цифровыми двойниками и без них.

Для сбора информации был использован метод, представленный в статье М. О'Коннора и Л. Рейнфорда [18], где были опрошены две группы обучающихся по разным системам: традиционной и традиционной с внедрением цифровых двойников. В текущей статье был использован аналогичный метод, однако опрашивалась только одна группа, которая имела опыт прохождения обучения обоими методами обучения.

В данной работе был проведен опрос 16 человек для оценки эффективности двух систем обучения в вузе: традиционной системы обучения и системы виртуализации обучения. Такой выборочный объем был выбран на основе рекомендаций, представленных в статье Чжао, Ши, & Чжан (2013) "Определение размера выборки для исследования эффективности образования на основе анализа данных оценки учебных достижений", опубликованной в журнале "Journal of Educational Technology Development and Exchange" [19]. Авторы статьи, используя метод, основанный на формуле Слейтера, предлагают определить оптимальный размер выборки для исследования эффективности образования.

Таблица 1. Результаты оценивания образования в традиционной системе обучения

Показатель	Усл. обозначение	Баз. знач.	Факт. знач.	Абс. изменение	Относ. изменение
Усваиваемость	У	5	3.1875	-1.8125	0.6375
Скорость	С	5	2.4375	-2.5625	0.4875
Ошибки	О	4	6.125	2.125	1.5313
Обучение без цифровых двойников и VR-технологией	ОбВр	100	47.5884	-52.4116	0.4759

Первым шагом является выбор модели. Для данного случая была выбрана модель по формуле 1:

$$ОбВр = У \cdot С \cdot О \quad (1)$$

Таким образом вычислим для начала изменение обучения без без цифровых двойников и VR-технологий за счет изменения усваиваемости по формуле 2:

$$ОбВр_U = 1/2 \Delta У (C_0 O_1 + C_1 O_0) + 1/3 \Delta У \Delta C \Delta O \quad (2)$$

Они провели исследование на основе данных оценок учебных достижений 300 студентов, чтобы проверить эффективность своего метода. Результаты исследования показали, что предложенный метод позволяет определить оптимальный размер выборки для достижения статистической значимости с минимальной погрешностью.

С учетом этих результатов можно сделать вывод, что выборочный объем в 16 человек может быть достаточным для оценки эффективности систем обучения в вузе.

Опрос был направлен на оценку обучения в вузе с традиционной системой обучения и с системой виртуализации обучения. Всего в опросе было 6 вопросов, где 3 относились к традиционной системе обучения и остальные 3 вопроса относились к системе обучения с внедренными цифровыми двойниками. Опрос состоял из таких вопросов:

1. Как бы вы оценили усваиваемость в традиционной системе обучения по 10 бальной шкале?
2. Как бы вы оценили скорость получения материала в традиционной системе обучения по 10 бальной шкале?
3. Как бы вы оценили получение ошибок при обучении в традиционной системе обучения по 10 бальной шкале, где 1 это не получал ошибок, а 10 это ошибки встречаются почти в каждом задании.
4. Как бы вы оценили усваиваемость в системе обучения с применением цифровых двойников по 10 бальной шкале?
5. Как бы вы оценили скорость получения материала в системе обучения с применением цифровых двойников по 10 бальной шкале?
6. Как бы вы оценили получение ошибок при обучении в системе обучения с применением цифровых двойников по 10 бальной шкале, где 1 это не получал ошибок, а 10 это ошибки встречаются почти в каждом задании.

$$ОбВр_U = (-1.8125)(5 \cdot 6.125 + 2.4375 \cdot 4) / 2 + (-1.8125) \cdot (-2.5625) \cdot 2.125 / 3 = -33.3$$

Далее вычислим изменение обучения без цифровых двойников и VR-технологий за счет изменения скорости по формуле 3:

$$ОбВр_C = 1/2 \Delta C (U_0 O_1 + U_1 O_0) + 1/3 \Delta U \Delta C \Delta O \quad (3)$$

$$ОбВр_C = (-2.5625)(5 \cdot 6.125 + 3.1875 \cdot 4) / 2 + (-1.8125) \cdot (-2.5625) \cdot 2.125 / 3 = -52.284$$

Последним шагом является измерить изменение обучения без цифровых двойников и VR-технологий за счет изменения ошибок по формуле 4:

$$ОбВр_о = 1/2 \Delta O(Y_0C_1 + Y_1C_0) + 1/3 \Delta Y \Delta C \Delta O \quad (4)$$

$$ОбВр_о = 2.125(5 \cdot 2.4375 + 3.1875 \cdot 5)/2 + (-1.8125) \cdot (-2.5625) \cdot 2.125/3 = 33.173$$

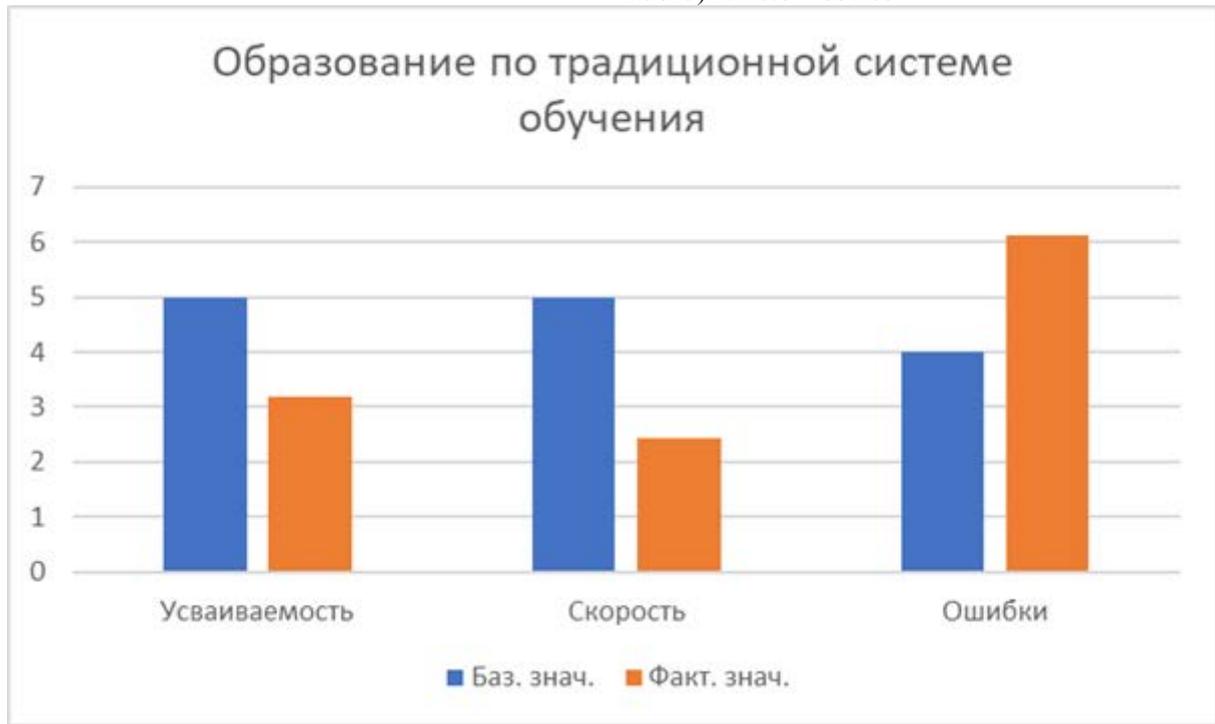


Рисунок 1 - Диаграмма сравнения показателей в традиционной системе обучения.

На рисунке 1 визуально представлены результаты опроса по части обучения без виртуализации обучения, где синим цветом показаны базовые значения, а оранжевым цветом представлены фактические значения,

выявленные в ходе опроса. Аналогично визуально представлена диаграмма с виртуализацией обучения.

Таблица 2. Результаты оценивания образования с внедрением цифровых двойников и VR-технологией

Показатель	Усл. обозначение	Баз. знач.	Факт. знач.	Абс. изменение	Относ. изменение
Усваиваемость	У	5	8.125	3.125	1.625
Скорость	С	5	8.25	3.25	1.65
Ошибки	О	4	3.875	-0.125	0.9688
Обучение с цифровыми двойниками и VR-технологией	ОсВр	100	259.7461	159.7461	2.5975

Для ситуации с обучением с цифровыми двойниками и VR-технологией будет использована аналогичная модель по формуле 5:

$$ОсВр = У \cdot С \cdot О \quad (5)$$

$$ОсВр_с = 1/2 \Delta C(Y_0O_1 + Y_1O_0) + 1/3 \Delta Y \Delta C \Delta O \quad (7)$$

$$ОсВр_с = 3.25(5 \cdot 3.875 + 8.125 \cdot 4)/2 + 3.125 \cdot 3.25 \cdot (-0.125)/3 = 83.874$$

Далее аналогично измерим изменение обучения с цифровыми двойниками и VR-технологией за счет изменения усваиваемости по формуле 6:

$$ОсВр_у = 1/2 \Delta Y(C_0O_1 + C_1O_0) + 1/3 \Delta Y \Delta C \Delta O \quad (6)$$

$$ОсВр_у = 3.125(5 \cdot 3.875 + 8.25 \cdot 4)/2 + 3.125 \cdot 3.25 \cdot (-0.125)/3 = 81.413$$

И последним шагом будет проанализировать изменение обучения с цифровыми двойниками и VR-технологией за счет изменения ошибок 8:

$$ОсВр_о = 1/2 \Delta O(Y_0C_1 + Y_1C_0) + 1/3 \Delta Y \Delta C \Delta O \quad (8)$$

$$ОсВр_о = (-0.125)(5 \cdot 8.25 + 8.125 \cdot 5)/2 + 3.125 \cdot 3.25 \cdot (-0.125)/3 = -5.54$$

После этого измерим изменение обучения с цифровыми двойниками и VR-технологией за счет изменения скорости по формуле 7:

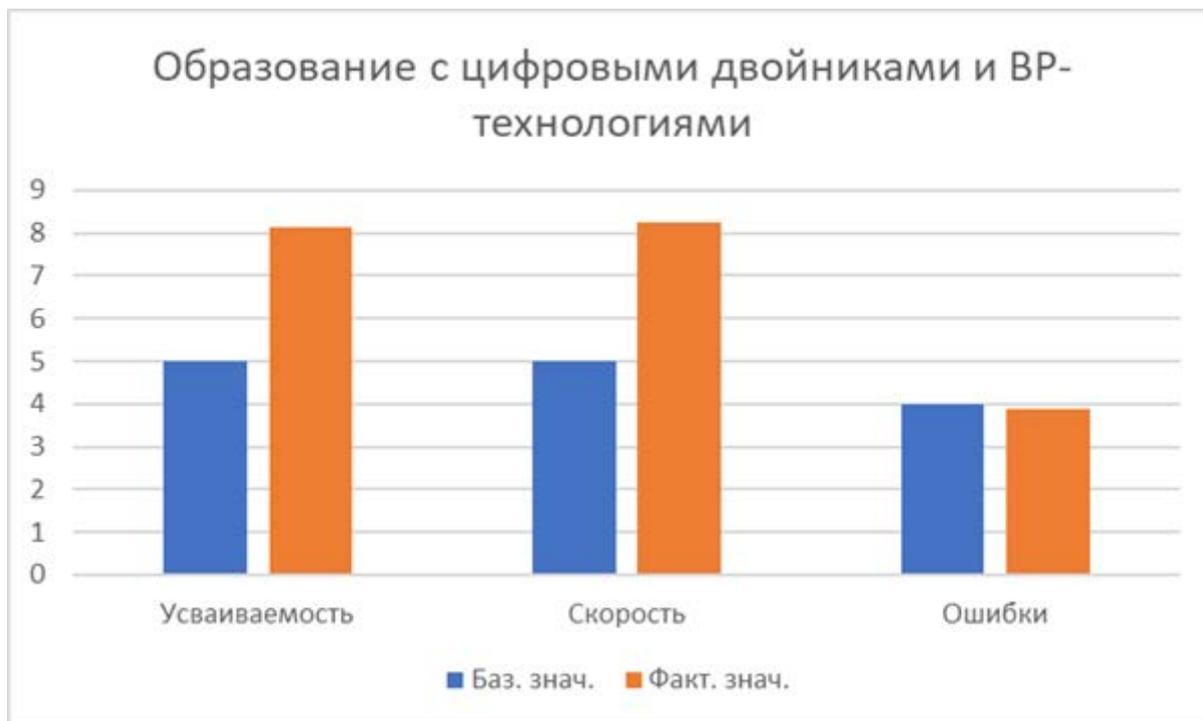


Рисунок 2 - Диаграмма сравнения показателей в системе обучения с цифровыми двойниками и VR-технологиями.

После проведенных расчетов при помощи интегрального анализа можно подвести предварительные итоги, что VR-технологии и цифровые двойники положительно влияют на основные параметры обучения в ВУЗе.

V. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

После проведенного опроса, вывода среднего значения и измерения интегральным анализом можно наблюдать тенденцию уменьшения рейтинга обучения без цифровых двойников и VR-технологий. Взяв, к примеру, из расчетов к 1 таблице отношение усваиваемости, при переходе от базового значения к фактическому, общий показатель обучения падает на 33.3 балла, что аналогично происходит и со скоростью получения информации, и в целом образования, где общий показатель падает на 52.284 балла. А вот относительный замер ошибок наоборот растет, и вырастает на 33 балла, что плохо влияет на общее образование студента и восприятие ВУЗов как компетентного места для получения знания и навыков владения тем или иным профилем специальности. Это означает, что при традиционной системе образования студент может встретиться со сложностями в обучении, а это негативно влияет на его восприятие о ВУЗе и уровень образования в целом.

В настоящей работе были произведены интегральные анализы результатов обучения студентов. В соответствии с данными, приведенными в таблице 2, наблюдается увеличение тенденции усваиваемости материала на 81.413 баллов по сравнению со средним баллом обучаемости студентов. Значительный прогресс в системе образования наблюдается также в увеличении скорости получения информации, что отмечается положительным влиянием на одноименный параметр обучения. Согласно фактическим данным, при переходе от базового значения к значениям, полученным в ходе

проведения обучения, скорость получения информации возрастает на 83.874 балла.

Кроме того, проведенные расчеты показывают, что применение цифровых двойников и технологий виртуальной реальности способствует понижению коэффициента получения ошибок при обучении на 5.54 балла. Представленный результат позволяет студентам приобретать не только знания, но и уверенность в своих силах в ходе обучения. Таким образом, научные данные, полученные в ходе исследования, говорят о положительном прогрессе в системе образования при использовании новых технологий в процессе обучения.

Все вышеперечисленные факторы ясно дают понять - виртуализация обучения задаёт новый уровень в системе образования и упрощает ее, делая легче, быстрее и давая возможность повторения материала для дальнейшей минимизации коэффициента ошибок.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы, актуальность использования цифровых двойников и виртуальной реальности в системе образования стала особенно значимой. Современные технологические инструменты делают процесс обучения удобным и компактным, а их применение позволяет студентам обучаться в соответствии с их индивидуальными потребностями на реальных примерах и в воссозданных в виртуальной реальности рабочих ситуациях. Виртуализация реальных рабочих процессов при работе с оборудованием предоставляет новые возможности для обучения в рамках Индустрии 4.0 и цифровизацией образования, но также создает уникальные вызовы для создания и поддержания доверия к используемым данным.

Интегральный анализ показал, что цифровые двойники и технологии виртуальной реальности в системе обучения значительно повышают показатели успеваемости. Овладение материалом и скорость

получения информации существенно повышаются благодаря применению этих технологий. Кроме того, использование цифровых двойников и виртуальной реальности уменьшает количество ошибок при обучении, что в свою очередь способствует более полному и эффективному усвоению знаний и умений. Внедрение цифровых двойников в систему обучения высших учебных заведений ведет к повышению качественных получаемых навыков обучающихся. В рамках цифровой трансформации использование цифровых двойников и виртуальной реальности становится все более популярным среди образовательных учреждений для соответствия требованиям Индустрии 4.0.

При внедрении технологий цифровых двойников и виртуальной реальности в систему образования, необходимо учитывать эмерджентность доверия создаваемого пространства в совокупности применяемых технологий и материалов для обучения, так как это важный шаг в повышении качества образования и обеспечении более глубокой, детализированной и правдивой подготовки студентов к реальным задачам, которые они будут решать в будущем.

БЛАГОДАРНОСТИ

М.А. Коваленко выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю д.т.н., профессору Райкову Александру Николаевичу, за его научное руководство и непрерывную поддержку при формировании данной статьи.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Diogo R. A., dos Santos N., Loures E. F. R. Digital Transformation of Engineering Education for Smart Education: A systematic literature review //Reliability Modeling in Industry 4.0. – 2023. – С. 407-438, doi.org/10.1016/B978-0-323-99204-6.00002-9
- [2] Трофимов В. В., Трофимова Е. В. Цифровая трансформация и этика высшего образования //Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2023. – №. 1 (139). – С. 91-95.
- [3] Peregudin A. A. et al. Virtual Laboratory for Game-Based Control Systems Education //IFAC-PapersOnLine. – 2022. – Т. 55. – №. 17. – С. 344-349, doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.303
- [4] Социогуманитарные аспекты цифровых трансформаций и искусственного интеллекта / Под ред. В.Е. Лепского, А.Н. Райкова. – М.: Когито-Центр, 2022. – 308 с.
- [5] Цифровой двойник: что это такое, виды, технология - 29.07.2021. - URL: <https://www.ramax.ru/press-center/articles/tsifrovoy-dvoynik-chto-eto-takoe-vidy-tehnologiya/> (Дата обращения 21.03.2023)
- [6] И.А. Соколов, В.И. Дрожжинов, А.Н. Райков, В.П. Куприяновский, Д.Е. Намиот, В.А. Сухомлин. Искусственный интеллект как стратегический инструмент экономического развития страны и совершенствования ее государственного управления. Часть 2. Перспективы применения искусственного интеллекта в России для государственного управления// International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 5, no. 9, 2017. – С. 76-101.
- [7] Chiou E. K., Schroeder N. L., Craig S. D. How we trust, perceive, and learn from virtual humans: The influence of voice quality //Computers & Education. – 2020. – Т. 146. – С. 103756.
- [8] Kovalenko M. A., Bolbakov R. G., Mordvinov V. A. Analysis of the emergence of trust in the information field as a decision-making tool //IFAC-PapersOnLine. – 2021. – Т. 54. – №. 13. – С. 183-187, doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.10.442
- [9] Raikov A. Strategic analysis of the long-term future needs of educational services. Proc. 3rd World conference on smart trends in systems, security and sustainability (WorldS4 2019). 30th – 31st July

- 2019, Roding Building, London Metropolitan University, London, UK. IEEE. pp. 29-36, 2019. doi: 10.1109/WorldS4.2019.8903983
- [10] Zhong L., Wang Z., Tan C. Influencing factors of user knowledge exchange in virtual academic community //Information Science. – 2020. – Т. 38. – №. 03. – С. 137-144.
- [11] Liu X. et al. A systematic review of digital twin about physical entities, virtual models, twin data, and applications //Advanced Engineering Informatics. – 2023. – Т. 55. – С. 101876, doi.org/10.1016/j.aei.2023.101876
- [12] Что Вам известно о цифровых двойниках: история, примеры, перспективы. - 18.09.2020. - URL: <https://integral-russia.ru/2020/09/18/chto-vam-izvestno-o-tsifrovyyh-dvoynikah-istoriya-primery-perspektivy/> (Дата обращения 01.03.2023)
- [13] Faria J. A., Nóvoa H. Digital transformation at the University of Porto //Exploring Services Science: 8th International Conference, IESS 2017, Rome, Italy, May 24-26, 2017, Proceedings 8. – Springer International Publishing, 2017. – С. 295-308.
- [14] Sharma A. et al. Digital twins: State of the art theory and practice, challenges, and open research questions //Journal of Industrial Information Integration. – 2022. – С. 100383.
- [15] Иванов П. С., Мусаева Т. В. К. Исследование информационных технологий для построения цифровых двойников //Подготовка профессиональных кадров в магистратуре для цифровой экономики (ПКМ-2022). – 2023. – С. 380-382.
- [16] Филиппов Е. И. Повышение экономической эффективности предприятий на основе технологий интернета вещей //Молодежь. Наука. Общество-2021. – 2023. – С. 264-267.
- [17] Xie Renqiang, Zhang Wende., An empirical study on the impact of platform environmental factors on knowledge sharing in virtual communities, Technology in Society, Volume 71, 2022, ISSN 0160-791X, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102094>.
- [18] M. O'Connor, L. Rainford, The impact of 3D virtual reality radiography practice on student performance in clinical practice, Radiography, Volume 29, Issue 1, 2023, Pages 159-164, ISSN 1078-8174, <https://doi.org/10.1016/j.radi.2022.10.033>.
- [19] Rocha M. I. C. A crise do Estado Social na Europa Ocidental e na América Latina contemporânea e a precarização dos direitos fundamentais sociais: um estudo a partir das referências brasileiras e portuguesas //Nucleus. – 2016. – Т. 13. – №. 1. – С. 319-326, DOI:10.3738/1982.2278.1468

Integral analysis of the impact of virtualization of learning at the university

M.A. Kovalenko, A.Y. Ilyin

Abstract— The purpose of the study is to determine the impact of virtualization of training on the example of virtual laboratories for conducting practical classes on education in universities. The study addresses the issue and emergence of trust in virtual learning technologies, which consists of a combination of factors at the stages of development and maintenance of the system. The issue is relevant in connection with the need to modernize educational processes as part of digital transformation programs. The authors draw attention to the fact that the virtual learning environment should not have the same reliability as in the case of standard educational practices. To achieve the goal of the work, an integral analysis was carried out by the factorial method of the influence of the virtualization of training at the institute on students. Two learning systems are considered, and the results of the study are visually displayed. Based on the results of the analysis, two conclusions were drawn. Firstly, the use of virtual laboratories with the use of digital twin technologies has a positive impact on the effectiveness of training. Secondly, when creating virtual spaces for learning, it is necessary to pay special attention to obtaining reliable, relevant and high-quality information for users. Results and analysis play an important role not only for education, but also for any business that follows modern trends and sets itself the task of building trust between the participants in the process.

Keywords— education, the quality of education, integral analysis, virtual learning, digitalization, emergent of trust.

REFERENCES

- [1] Diogo R. A., dos Santos N., Loures E. F. R. Digital Transformation of Engineering Education for Smart Education: A systematic literature review //Reliability Modeling in Industry 4.0. – 2023. – C. 407-438, doi.org/10.1016/B978-0-323-99204-6.00002-9
- [2] Trofimov V. V., Trofimova E. V. Digital transformation and ethics of higher education // Proceedings of the St. Petersburg State University of Economics. – 2023. – №. 1 (139). – C. 91-95.
- [3] Peregudin A. A. et al. Virtual Laboratory for Game-Based Control Systems Education //IFAC-PapersOnLine. – 2022. – T. 55. – №. 17. – C. 344-349, doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.303
- [4] Socio-humanitarian aspects of digital transformations and artificial intelligence / Ed. V.E. Lepsky, A.N. Raikov. – M.: Kogito-Center, 2022. – 308 c.
- [5] Digital twin: what is it, types, technology - 29.07.2021. - URL: <https://www.ramax.ru/press-center/articles/tsifrovoy-dvoynik-chto-eto-takoe-vidy-tekhnologiya/>
- [6] I.A. Sokolov, V.I. Drozhzhinov, A.N. Raikov, V.P. Kupriyanovsky, D.E. Namiot, V.A. Sukhomlin. Artificial intelligence as a strategic tool for the country's economic development and improvement of its public administration. Part 2. Prospects for the use of artificial intelligence in Russia for public administration// International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 5, no. 9, 2017. – C. 76-101.
- [7] Chiou E. K., Schroeder N. L., Craig S. D. How we trust, perceive, and learn from virtual humans: The influence of voice quality //Computers & Education. – 2020. – T. 146. – C. 103756.
- [8] Kovalenko M. A., Bolbakov R. G., Mordvinov V. A. Analysis of the emergence of trust in the information field as a decision-making tool //IFAC-PapersOnLine. – 2021. – T. 54. – №. 13. – C. 183-187, doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.10.442
- [9] Raikov A. Strategic analysis of the long-term future needs of educational services. Proc. 3rd World conference on smart trends in systems, security and sustainability (WorldS4 2019). 30th – 31st July 2019, Roding Building, London Metropolitan University, London, UK. IEEE. pp. 29-36, 2019. doi: 10.1109/WorldS4.2019.8903983
- [10] Zhong L., Wang Z., Tan C. Influencing factors of user knowledge exchange in virtual academic community //Information Science. – 2020. – T. 38. – №. 03. – C. 137-144.
- [11] Liu X. et al. A systematic review of digital twin about physical entities, virtual models, twin data, and applications //Advanced Engineering Informatics. – 2023. – T. 55. – C. 101876, doi.org/10.1016/j.aei.2023.101876
- [12] What do you know about digital twins: history, examples, perspectives. - 18.09.2020. - URL: <https://integral-russia.ru/2020/09/18/chto-vam-izvestno-o-tsifrovyyh-dvoynikah-istoriya-primery-perspektivy/> (01.03.2023)
- [13] Faria J. A., Nóvoa H. Digital transformation at the University of Porto //Exploring Services Science: 8th International Conference, IESS 2017, Rome, Italy, May 24-26, 2017, Proceedings 8. – Springer International Publishing, 2017. – C. 295-308.
- [14] Sharma A. et al. Digital twins: State of the art theory and practice, challenges, and open research questions //Journal of Industrial Information Integration. – 2022. – C. 100383.
- [15] Ivanov R. S., Musaeva T. V. K. Research of information technologies for building digital twins // Training of professional staff in the magistracy for the digital economy (PKM-2022). – 2023. – C. 380-382.
- [16] Filippov E. I. Increasing the economic efficiency of enterprises based on the technologies of the Internet of Things // Youth. The science. Society -2021. – 2023. – C. 264-267.
- [17] Xie Renqiang, Zhang Wende., An empirical study on the impact of platform environmental factors on knowledge sharing in virtual communities, Technology in Society, Volume 71, 2022, ISSN 0160-791X, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102094>.
- [18] M. O'Connor, L. Rainford, The impact of 3D virtual reality radiography practice on student performance in clinical practice, Radiography, Volume 29, Issue 1, 2023, Pages 159-164, ISSN 1078-8174, <https://doi.org/10.1016/j.radi.2022.10.033>.
- [19] Rocha M. I. C. A crise do Estado Social na Europa Ocidental e na América Latina contemporânea e a precarização dos direitos fundamentais sociais: um estudo a partir das referências brasileiras e portuguesas //Nucleus. – 2016. – T. 13. – №. 1. – C. 319-326, DOI:10.3738/1982.2278.1468