

«Цифровые двойники» в образовании: перспективы и реальность

Научная статья

DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32

Вихман Виктория Викторовна – канд. пед. наук, канд. техн. наук, доцент, vvv@smc.nstu.ru

Ромм Марк Валериевич – д-р. филос. наук, профессор, mark.romm@gmail.com

Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

Адрес: 630073, Новосибирск, проспект Карла Маркса, 20

Аннотация. Данная статья нацелена на осмысление революционных по значению и «цифровых» по сути метаморфоз в образовании и перспектив возникновения на их основе новой образовательной сетевой реальности. В центре обсуждения не столько сами цифровые новеллы и трансформации в образовании как таковые, сколько необходимость осмысления возможных перспектив и результатов этих социально-сетевых изменений и модификаций, вызванных к жизни очередным этапом цифровой революции в образовании. Акцент сделан на осмыслении процесса / результата воплощения в жизнь методологии «цифровых двойников» в образовании. В работе ставится вопрос о социальных последствиях воплощения методологии конструирования новейшей сетевой реальности «цифровых двойников в образовании», которая в перспективе имеет все шансы стать уникальной сетью сетей «цифровых двойников» различных социальных акторов в образовании. Обсуждается управленческий потенциал разработки и сложности практического воплощения методологии цифровых двойников, ожидаемые эффекты от имплементации последней в образование и социально-технологические последствия конверсии данной технологии в новую сетевую образовательную реальность Российской Федерации.

Ключевые слова: индустрия 4.0, цифровизация образования, цифровой двойник (ЦД), этапы создания цифрового двойника, сетевая образовательная реальность, методология цифровых двойников, социальные эффекты применения цифровых двойников

Для цитирования: Вихман В.В., Ромм М.В. «Цифровые двойники» в образовании: перспективы и реальность // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 2. С. 22-32. DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32

“Digital Twins” in Education: Prospects and Reality

Original article

DOI: 10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32

Victoria V. Vikhman – Cand. Sci. (Education), Cand. Sci. (Engineering), Assoc. Prof., vvv@smc.nstu.ru
Mark V. Romm – Dr. Sci. (Philosophy), Prof., mark.romm@gmail.com
Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia
Address: 20, Karl Marx Av., Novosibirsk, 630073, Russian Federation

Abstract. This article is aimed at understanding the revolutionary in meaning and “digital” in essence metamorphoses in education and the prospects for the emergence of a new educational network reality based on them. The focus of the discussion is not so much on digital innovations and transformations in education as such, but rather on the need to understand the possible prospects and results of these social network changes and modifications brought to life by the next stage of the digital revolution in education. It is proposed to include a wide range of network technologies and methodologies among the latest scientific and technological innovations taking into account the fact that the main focus of the work is on understanding the process / result of implementing the methodology of “digital twins” in education. Despite the fact that the latter is only at the beginning of its implementation in a broad educational context, the paper raises the question of the social consequences of implementing the methodology for constructing the latest network reality of “digital twins in education”, which has all the chances in the future to become a unique network of networks of “digital twins” of various social actors in education. The article discusses the managerial potential of developing and the difficulties of implementing the digital twin methodology, the expected effects of implementing the latter in education, and the socio-technological consequences of converting this technology into a new network educational reality in the Russian Federation.

Keywords: industry 4.0, digitalization of education, digital twin (DT), stages of creating a digital twin, network educational reality, digital twin methodology, social effects of using digital twins

Cite as: Vikhman, V.V., Romm, M.V. (2021). “Digital twins” in Education: Prospects and Reality. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 30, no. 2, pp. 22-32, doi: 10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32 (In Russ., abstract in Eng.).

Введение

Среди наиболее актуальных, интригующих и крупномасштабных по последствиям метаморфоз образовательной реальности РФ первой четверти XXI в., на первый план выходит рождение её новой модификации – *сетевой образовательной реальности*. Речь идёт о наступлении эпохи *тотальной сетевизации, цифровизации и интеграции трёх взаимосвязанных и взаимозависимых миров: 1) мира реальных объектов, процессов и взаимодействий; 2) мира социальных отношений, смыслов и людей и, наконец, 3) мира виртуально-цифровых данных, технологий и контента*. Важнейшим содержанием образовательной реальности в ближайшем будущем станет постановка и решение обществом и образованием задач по синхронизации и цифровой репликации данных обо всех объектах / акторах, а также о связях,

своих свойствах, отношениях и закономерностях виртуального, реального и социального миров. Это в полной мере отвечает «цифровой повестке» и задачам социального и технологического развития в процессе перехода общества и образования на качественно иной уровень – интеграционный, глобальный и трансграничный [1]. Одним из самых ярких маркеров новой образовательной реальности служит не столько навязанная «цифрой», но и начинающая приобретать всё большую самостоятельную «популярность» и устойчивость в различных индустриях *технология цифрового двойника (ЦД)*¹.

Единое и однозначное понимание того, что означает данное понятие, в науке отсут-

¹ В самом общем виде под «цифровым двойником» понимается виртуальный образец, прототип (реплика) реального объекта или феномена.

ствует [2]. Наиболее общая и, по сути, конвенциональная экспликация ЦД в инженерно-технологическом смысле звучит как «набор математических формул, описывающих сам объект и протекающие в нём процессы»². Цифровые двойники самых разнообразных физических объектов давно и прочно интегрированы в инженерную и управленческую теорию и практику новейшей Индустрии 4.0. Заметим, что с момента появления в 2011 г. в Германии самого понятия «Индустрия 4.0» немецкими экспертами были сформулированы и его базовые принципы: 1) *совместимость* – способность различных устройств, сенсоров и людей взаимодействовать и общаться друг с другом через интернет вещей (IoT); 2) *прозрачность* как результат такого взаимодействия. В виртуальном мире создаётся цифровая копия реальных объектов, систем функций, которая точно повторяет все, что происходит с её физическим клоном. В результате накапливается максимально полная информация обо всех процессах, которые происходят с оборудованием, «умными» продуктами, производством в целом и так далее; 3) *техническая поддержка*. Суть в том, что компьютерные системы помогают людям принимать решения благодаря сбору, анализу и визуализации всей той информации, о которой говорилось выше; 4) *децентрализация управленческих решений* и делегирование некоторых из них киберфизическим системам³.

Принято считать, что в научный оборот понятие и концепцию «цифрового двойника» («Digital Twin» – DT) ввёл в 2003 г. доктор Технологического института во Флориде (США) М. Гривз (Michael W. Grieves) в

соавторстве с экспертом NASA Дж. Викерсом (John Vickers)⁴. По М. Гривзу, модель концепции цифровых двойников включает в себя три основных компонента: 1) физические продукты в реальном пространстве, 2) виртуальные продукты в виртуальном пространстве и 3) связи данных и информации, которые объединяют виртуальные и реальные продукты вместе. С началом широкого внедрения данной технологии в промышленную сферу возникли и появляются всё новые и новые её интерпретации⁵. Оставляя за рамками данной публикации анализ специфики данной технологии для промышленности, сосредоточим внимание на перспективах и социальных эффектах внедрения ЦД в широкий образовательный контекст. Анализ доступной зарубежной и отечественной источниковой базы позволил очертить следующее тематическое и проблемное пространство.

Фокус зарубежных источников. Количество упоминаний о технологии цифровых двойников в образовании в зарубежных источниках относительно невелико. Так, например, исследователь из Австралийского Университета С. Сепасгозар (S. Sepasgozar) обращается к технологии ЦД в части онлайн-обучения в сфере архитектуры и отмечает, что она входит в «набор из пяти новых цифровых технологий, использующих виртуальную и дополненную реальность», представляя собой ряд «возможностей вир-

² Цифровое зеркало // Приложение к журналу «Сибирская нефть». Индустрия 4.0. Просто о сложном. 2018. Вып. 6. С. 19. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/files/journal/SNpr154.pdf> (дата обращения: 13.01.2021).

³ Рагимова С. Цифровая Индустрия 4.0 // Forbes. forbes.ru. URL: www.forbes.ru/brandvoice/sap/345779-chetyre-nol-v-nashu-polzu (дата обращения: 13.01.2021).

⁴ Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication. LLC, 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication/link/5535186a0cf23947bc0b17fa/download (дата обращения: 13.01.2021).

⁵ Экспертно-аналитический доклад «Цифровые двойники в высокотехнологичной промышленности» // Ассоциация «Технет». Инфраструктурный центр «Технет». URL: <https://technet-nti.ru/article/ekspertno-analiticheskij-doklad-cifrovy-e-dvojniki-v-vysokotekhnologichnoj-promyshlennosti> (дата обращения: 13.01.2021).

туальных технологий для обучения» [3]. В свою очередь, авторы из Хельсинского Университета прикладных наук Metropolia – А. Лиляниemi и Х. Паавилайнен (A. Liljaniemi, H. Paavilainen), анализируя технологию ЦД в инженерном образовании, отмечают, что «внедряя новые цифровые технологии, такие как ЦД, мы можем предъявить новые знания студентам, преподавателям и компаниям <...> технология ЦД может повысить мотивацию к учёбе» [4]. Их коллеги из Университета г. Тампере – Дж. Давид, А. Лобов и М. Ланц (J. David, A. Lobov, M. Lanz) рассматривают технологию ЦД «в качестве инструмента для обучения студентов работе с производственными системами, и обосновывается это предложение путём внедрения теорий обучения в рамках педагогических цифровых двойников» [5]. Акцентируем: все публикации, рассматривающие технологию цифрового двойника в образовании и представленные в международной базе цитирования WOS, датированы в основном 2020 г., а самая ранняя зафиксирована лишь в 2018 г. Полагаем, что это связано не столько с отсутствием востребованности данной технологии в образовательном контексте, сколько с непрояснённой/неочевидностью существующего опыта её внедрения в образование и, как следствие, малочисленностью научных публикаций по проблематике ЦД для обсуждения и актуальной аналитики.

Фокус отечественных источников. Всё вышесказанное в полной мере относится и к отечественной источниковой базе в части осмысления концепции и методологии ЦД, равно как и практики внедрения последних в образование. Доступная литература по ЦД в образовании пока ещё весьма скудна и не блещет тематической глубиной и разнообразием. На этом фоне выгодно отличаются в лучшую сторону программные заявления и интервью отечественных руководителей от образования и науки в периодической печати. Так, например, идея о возможности и необходимости создания ЦД учащихся впервые прозвучала на высоком уровне в

публикации от 2019 г. в программном интервью президента и акад. РАН А.М. Сергеева⁶, а впоследствии им же была развита в ходе обсуждения в январе 2020 г. в КемГУ перспективной стратегии внедрения комплексной программы «Цифровые двойники в образовании»⁷. Ключевой тезис академика А.М. Сергеева о том, что технология ЦД никоим образом не направлена на умаление и минимизацию «человеческого потенциала» в образовании, заслуживает особого внимания и поддержки, ибо опасения на тему того, что «роботы нас заменят», очень вредят любым перспективным проектам цифровизации в целом и образования в частности. Вместе с тем в последнее время в академических журналах стали появляться научные публикации по этой тематике. К сожалению, основная особенность большинства из них – это очевидная направленность не столько на содержательную аналитику, раскрывающую ключевые достоинства и недостатки внедрения технологии цифрового двойника в ши-

⁶ См.: Веденева Н. У учащихся в России появятся цифровые двойники // МК.ru. 2019. № 28031. URL: <https://www.mk.ru/social/2019/07/23/u-uchashhikhsya-v-rossii-po-uyavyatsya-cifrovye-dvoyniki.html> (дата обращения: 15.01.2021).

⁷ «Страна сильно изменилась, – заявил в процессе панельной дискуссии в КемГУ акад. А.М. Сергеев. – Сегодня много траекторий развития и в бизнесе, и в науке, и в банковской сфере. Поэтому молодой человек должен подобрать оптимальную траекторию для развития. <...> Современные методы научного образования говорят о том, что не только в любом технологическом процессе и строительстве современной фабрики должны играть ключевую роль цифровые технологии. Они же важны и в образовании. Я хочу привлечь внимание присутствующих и университета к планируемой комплексной программе “Цифровые двойники в образовании”». Цит. по: Цифровые двойники в образовании // Материалы портала «Научная Россия». 2020. 27 января. URL: <https://scientificrussia.ru/articles/tsifrovye-dvoyniki-v-obrazovanii> (дата обращения: 15.01.2021).

рокий образовательный контекст, сколько на общие размышления по поводу полезности цифровизации самого процесса обучения и образования как такового.

Так, например, в литературе встречается трактовка понятия ЦД в логике «цифровых образовательных сред учреждений высшего образования» и интерпретация данного понятия как «качественной цифровой среды вуза» [6, с. 269], что, на наш взгляд, никак не служит существенным определением технологии цифрового двойника. Отметим также применение близкого понятия «виртуальный двойник», который трактуется как процесс создания виртуальной копии «реального образовательного процесса с учётом всех особенностей процесса как системы», которая, по логике И.В. Кудинова, впоследствии переносится в цифровое пространство [7, с. 281]. В данном случае это также не соотносится с технологией цифрового двойника как идеальной модели, на базе которой создают эталонный вариант чего-либо. Тема цифрового двойника в образовании затрагивается и в контексте анализа «современного состояния исследований в области доказательного управления и анализа образовательных данных» в работе О.А. Фиофановой, но, к сожалению, само понятие затронуто здесь лишь вскользь и, по сути, не направлено на раскрытие цели внедрения данной технологии в образовании [8]. И наконец, в работе Т.А. Блатовой, В.В. Макарова была предпринята весьма плодотворная попытка осмысления концепции «цифровых двойников» в свете персонализации образования – как технологии, способной «коренным образом изменить школы, колледжи и университеты», предоставить «более широкие возможности, чем обучение на виртуальных объектах» [9].

Постановка проблемы

В настоящей статье фактически ставится следующая проблема: существует ли у чрезвычайно интересной, плодотворной и перспективной технологии ЦД в границах

Индустрии 4.0 какая-либо реальная перспектива и продуктивное будущее в контексте образования? И если в инженерной сфере ключевой остаётся проблема уяснения взаимосвязи между физическим объектом, продуктом, технологией и лежащей в их основе информацией с целью оптимизации контроля качества, технологических и управленческих решений, то в сфере образования краеугольным является вопрос о том, как изменится облик образования в эпоху глобальной сетевизации и цифровизации всей системы образования – ведущего социального института современного общества. Наша гипотеза базируется на том, что именно образование в условиях новой сетевой образовательной реальности способно стать связующим звеном между стремительно развивающимся на наших глазах миром виртуальных, цифровых объектов и решений и миром физических объектов и технологий, погружённым в мир социальных отношений, смыслов и людей. Стратегическая задача по *объективации, математическому описанию и интеграции этих миров* – в пределе мира реального и виртуального – вот тот реальный вызов, на который ещё предстоит дать ответ современной философии образования, и технологиям ЦД в образовании, как нам представляется, ещё предстоит сыграть в этом процессе ключевую роль.

Основная часть

В настоящей статье мы представляем лишь первый контурный набросок анализа процесса технологической и пространственной эволюции отечественного образования от эпохи локальной образовательной реальности к эпохе сетевой образовательной реальности. В данной публикации будет больше вопросов, чем ответов, ибо для нас принципиально важна сама постановка проблемы и обозначение собственных подходов к её решению. Вначале мы постараемся продемонстрировать своё понимание того, какие условия и требования в ближайшее время будут предъявляться к технологиям

цифровых двойников с целью преодоления существующего разрыва между мирами реальных, виртуальных и социальных объектов в части формирования нового облика отечественного образования в новой цифровой реальности. Затем будут предложены логические этапы внедрения ЦД в образовании. В заключение будут обсуждаться социальные эффекты и перспективы от реализации концепции ЦД в образовании.

Анализ начнём с определения того, что из себя представляет образование в современную эпоху. Современное образование – это адаптирующая и ресоциализирующая социоинституциональная и социотехническая система, состоящая из научно-образовательных и производственно-технологических учреждений и фирм, а также их вероятных цифровых двойников/прототипов, способных функционировать в ситуации информационной и организационной неопределённости и призванных обеспечивать непрерывное производство, передачу, потребление и интеграцию реальных/виртуальных научно-образовательных и производственных товаров и услуг, а также изготовление разнообразного по содержанию и широкого по смыслу цифрового контента. Возможность и необходимость анализа под таким углом зрения образовательных учреждений (акторов) уже нашли своё решение в реальной практике, а предлагаемый подход доказал свой недюжинный эвристический потенциал в социально-гуманитарных исследованиях [10].

Эволюция образовательной реальности в обществе носит закономерный и объективный характер, будучи вполне логичным ответом на вызовы современного научно-технологического процесса [11]. Так, образовательная реальность нашей страны начала зримо трансформироваться с конца 1980-х гг. под лозунгом «всеобщей компьютерной грамотности». Этот тренд в полной мере сохранился и в 1990-е гг. Начало 2000-х гг. знаменует собой период трансформации образовательной реальности,

которую уже можно охарактеризовать как сетевую. Прежде всего, это связано с тем, что образовательные учреждения получили технические и кадровые возможности для создания собственных локально-вычислительных образовательных сетей и применения сетевых принципов и технологий в образовании. Педагоги стали активно и целеустремлённо внедрять в учебный процесс специализированные обучающие программы, которые позволяли учащимся (школьникам и студентам) благодаря персональным компьютерам и сети Интернет объединяться в виртуализированном учебном процессе в границах пока ещё локального сетевого пространства отдельных учебных учреждений [12]. Условно с 2010-х гг. и по настоящее время наступает этап значительных изменений в образовании, который характеризуется повсеместным переходом к глобальным образовательным сетям на базе Интернета. Использование в учебном процессе массовых открытых курсов по различным дисциплинарным областям чем дальше, тем больше становится образовательной повседневностью. Дистанционное обучение (при всей своей дискуссионности и неоднозначности восприятия в преподавательском сообществе) получило широкое распространение в условиях карантинных мероприятий 2020 г., фактически позволив вузам и школам сохранить учебный процесс. В образовательную реальность уверенно входят достижения искусственного интеллекта (ИИ)⁸. Не остаются в стороне и другие технологии, например технологии виртуальной и дополненной реальности и т.д. [13]. Все вышеперечисленные цифровые достижения фактически заложили фундамент для начала процесса массового применения цифровых технологий,

⁸ См.: Искусственный интеллект в образовании: семь вариантов применения // Акселератор онлайн-школ. 2019, 8 апреля. URL: <https://the-accel.ru/iskusstvennyiy-intellekt-v-obrazovanii-sem-variantov-primeneniya/> (дата обращения: 15.01.2021).

включая технологию ЦД, в современной образовательной реальности.

И здесь возникает закономерный вопрос: с какой целью и какие конкретно виды ЦД могут применяться и возникать в образовании? Особую сложность и важность представляет собой то обстоятельство, что ЦД в образовании должны и будут создаваться отнюдь не как простые копии цифровых двойников в промышленности (технических продуктов, устройств и т.д.), а как «цифровые реплики» весьма специфических для оцифровки социальных объектов, наделённых, с одной стороны, той самой технической и административной стабильностью конструкции, а с другой – всем тем, что принято обозначать понятием «человеческий фактор». Представляется, что важнейшими перспективными задачами по созданию ЦД в образовании будут формирование/конструирование «цифровых реплик» таких образовательных объектов и систем, как обучающиеся/преподаватель, структурное подразделение / образовательное учреждение, различные виды деятельности в структуре научно-образовательных учреждений и т.п. Проанализируем необходимые и достаточные условия, без которых ЦД в образовании не смогут быть созданы в принципе. Методология конструирования образовательной реальности посредством технологии ЦД должна учитывать не только технологические аспекты реализации, но и специфику социального объекта, для которого создаётся виртуальный прототип.

Итак, цифровой двойник объекта в этой сфере может быть создан при условии, если: 1) построена *математическая модель* объекта/явления, для которого создаётся цифровой двойник (все процессы должны быть описаны на математическом языке); 2) разработан/определён необходимый *технический инструментарий для сбора, обработки и хранения* снимаемых с социального объекта данных (у создателей должно быть специализированное программное обеспечение); 3) осуществлён *режим реального мас-*

штаба времени (информация собирается, корректируется и передаётся в виртуальный двойник в режиме реального времени⁹); 4) реализован *режим корректировки цифрового двойника* (созданная цифровая модель может быть доработана и использована для реализации обратной связи с реальным социальным объектом); 5) сформирована *теоретико-методологическая база* исследования внедрения цифровых технологий в образовательные реалии, их анализа и оценки.

Теперь мы готовы зафиксировать необходимые этапы создания ЦД в образовании.

Подготовительный этап:

- 1) определить объект/процесс, для которого проектируется цифровой двойник;
- 2) выявить все его характеристики (внутренние и внешние);
- 3) составить электронный паспорт – оцифровать все необходимые для его создания документы, техническое задание, включающее чертежи, математические модели и т.п.

Этап сбора данных:

- 1) определить типы и объёмы данных, которые будут сниматься с объекта;
- 2) определить способы сбора, обработки и хранения данных (считывание информации с датчиков-видеокамер для фиксации движения зрачков при считывании учебной или иной информации, датчиков температуры помещения, скорости набора текста на клавиатуре и т.п.);
- 3) определить дизайн цифровой модели.

Этап разработки: создать цифровой двойник – разработать программную систему с учётом всех выделенных характеристик объекта.

Этап внедрения, верификации и корректировки:

- 1) созданный цифровой двойник запускается в эксплуатацию (анализирует и обрабатывает полученную информацию, срав-

⁹ Мы считаем, что образование, как и его реалии, является динамической структурой, находящейся в постоянной трансформации. Поэтому виртуальная его реплика также должна быть динамической моделью.

нивает с шаблонными данными, выявляет проблемы и расхождения и на основе искусственного интеллекта принимает решение о её решении);

2) ЦД формирует отчёт для разработчиков в заданном формате о работе реального объекта, чьим двойником он является.

Итак, мы предприняли попытку фиксации условий и этапов конструирования технологии ЦД в первом приближении. Вместе с тем без внимания пока остался центральный вопрос о принципиальной необходимости и целесообразности внедрения данной технологии в образование. Иначе говоря, какие возможности и новые горизонты открывает реализация концепции ЦД в образовании? Во-первых, это сфера управления и принятия управленческих решений в образовании. Стержневым преимуществом применения ЦД в управлении образованием станет повышение качества управления как отдельными подразделениями, бизнес-процессами, так и учреждением в целом. Технология ЦД фактически позволяет минимизировать необходимость идти по тернистой дороге проб и ошибок. Использование ЦД для решения управленческих задач позволяет эксплицировать внутренние процессы в образовании, т.е. сделать их более или менее понятными, и верифицировать последствия от тех или иных административных решений и распоряжений.

Во-вторых, если взглянуть на социальные образовательные объекты в целом, то все они в информационном смысле представляют собой «чёрный ящик». Нередки ситуации, при которых даже непосредственный руководитель не вполне представляет себе реальное положение дел в собственном образовательном учреждении / структуре. На вход им подаются какие-то управленческие решения и/или распоряжения, на выходе получается не всегда ожидаемый результат, поскольку то, что происходит внутри этого «чёрного ящика», остаётся загадкой. Во избежание подобной ситуации для разработчиков в заданном формате столь необ-

ходимо создание математических моделей реальных процессов в образовании. Следовательно, использование технологии ЦД на деле приведёт к тому, что этот «чёрный ящик» станет более-менее «прозрачен» для тех, кто собирается каким-то образом с ним взаимодействовать.

И, наконец, в-третьих, ещё один немаловажный аспект. Действительные процессы, происходящие в образовательных практиках, чаще всего стохастичны и интуитивны. Это определяется прежде всего самой природой образования как социальной системы. Но если возникнет технология, способная математическим языком описать процессы, происходящие в образовании, то появится и реальная возможность для их оптимизации. Как следствие, мы получаем возможность не только наблюдать, но и управлять, оценивать и прогнозировать будущее с помощью анализа циркулирующих в информационном контуре больших данных. Бесспорно, если мы более чётко и ясно понимаем внутренние процессы, то можем чётче задавать алгоритмы поиска тех или иных управленческо-административных решений. Иными словами, благодаря технологии ЦД повысится эффективность обратной информационной связи и качество управления и администрирования.

Заключение

1. Сетевая образовательная реальность, будучи производной от целого ряда технологических прорывов (ИИ, ЦД, технологии больших данных, виртуальной реальности и т.д.), бросает системе образования реальный интеллектуальный и технологический вызов: найти способы, приёмы и стратегии имплементации новейших цифровых технологий в теорию и практику столь ригидной структуры, каковой выказывает себя отечественная система образования.

2. Помимо адаптации системы образования к технологическим вызовам сетевой образовательной реальности с повестки дня не снимается задача анализа и оценки тех

рисков, а также возможных положительных и отрицательных социальных эффектов, с которыми может столкнуться образование на этом непростом пути.

3. Государство, не желающее остаться на технологической «обочине» Индустрии 4.0, не имеет права в условиях технологической цифровой революции занимать выжидательную позицию, а тем более игнорировать острейшую потребность перестройки системы образования под технологические и социальные нужды и потребности общества, государства и бизнеса.

4. Перед современной системой образования стоит задача определиться с тем, каким должен быть молодой бакалавр, магистр, специалист, способный отвечать цифровым запросам Индустрии 4.0 с её философией отказа от границ различных бизнесов и индустрий, фетишизацией и монетизацией концепции и технологии больших данных, господством клиентоориентированного подхода в экономике, бизнесе и социальной сфере, автоматизацией рутинных процессов, массовым применением технологий Интернета вещей, облачных хранилищ данных, искусственного интеллекта и открытой архитектуры ускорения инноваций. Кроме того, появляется острейшая потребность в полном пересмотре собственной административной структуры, принципов работы, управления и коммуникации в образовании.

5. В свете вышесказанного становится очевидным центральный тезис настоящей публикации: переход системы отечественного образования на новые принципы и технологии открытой архитектуры управления инновациями в образовании и адаптация модели подготовки специалиста нового типа к запросам Индустрии 4.0 без широкого внедрения и использования технологии ЦД не представляются возможными.

Суммируем. Технология ЦД должна стать предметом исследования в трёх её ипостасях: *концепция* ЦД как стратегия перехода от локальной образовательной реальности к её сетевой форме; *теория* ЦД как современная ме-

тодология модернизации и перестройки всей структуры управления, администрирования и коммуникации в системе отечественного образования; и, наконец, *практика* ЦД как способ конструирования современных моделей управления, структурирования, репликации и визуализации новейших методических и цифровых решений в ходе совершенствования всего процесса адаптации и ресоциализации в ходе обучения и воспитания человеческих поколений в новейшую эпоху глобальной цифровизации и непрерывного образования (lifelong education).

Литература

1. Колесникова И.А. Постпедагогический синдром эпохи цифромодернизма // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 8-9. С. 67–82. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-8-9-67-82>
2. Кокорев Д.С., Юрин А.А. Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса // Colloquium-journal. 2019. № 10-2 (34). С. 101–104. DOI: [10.24411/2520-6990-2019-10264](https://doi.org/10.24411/2520-6990-2019-10264)
3. Sepasgozar S. Digital Twin and Web-Based Virtual Gaming Technologies for Online Education: A Case of Construction Management and Engineering // Appl. Sci. 2020. Vol. 10 (13). P. 4678. DOI: <https://doi.org/10.3390/app10134678>
4. Liljaniemi A., Paavilainen H. Using Digital Twin Technology in Engineering Education – Course Concept to Explore Benefits and Barriers // Open engineering. 2020. Vol. 10 (1). P. 377-385. DOI: [10.1515/eng-2020-0040](https://doi.org/10.1515/eng-2020-0040)
5. David J., Lobov A., Lanz M. Learning Experiences Involving Digital Twins // 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. 2018. P. 3681–3686. DOI: <https://doi.org/10.1109/IECON.2018.8591460>
6. Бродовская Е.В., Домбровская А.Ю., Пырма Р.В., Азаров А.А. Критерии для рейтингования уровня и качества цифровизации процесса образования в вузах РФ // Вестник Волгоградского государственного университета. Сер. 4. История. Регионоведение. Международные отношения. 2020. Т. 25. № 2. С. 268–283. DOI: <https://doi.org/10.15688/jvolsu4.2020.2.20>
7. Кудинов И.В. Задачи и возможности информационно-образовательного портала

- Республики Башкортостан // Система ценностей современного общества. 2010. № 10-2. С. 278–282.
8. Фиофанова О.А. Анализ современного состояния исследований в области управления образованием на основании данных // Ценности и смыслы. 2020. № 1 (65). С. 71–83. URL: http://tsennosti.instet.ru/images/Tcennosti_i_smysly_1_65.pdf (дата обращения: 13.01.2021)
 9. Блатова Т.А., Макаров В.В. Персонализированная модель образования на базе технологии цифровых двойников // Сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции / Под ред. Е.А. Горбашко. СПб.: КУЛЬТ-ИНФОРМ-ПРЕСС, 2019. С. 9–13.
 10. Добрынин В.Н., Ульянов С.В., Булякова И.А. Высшее образовательное учреждение как социотехническая виртуальная система: состояние и пути решения проблем // Системный анализ в науке и образовании. 2010. № 4. С. 1–16.
 11. Вихман В.В. Цифровой дискурс конструирования теоретического образа феномена образования // Профессиональное образование в современном мире. 2020. Т. 10. № 1. С. 3447–3455. DOI: 10.15372/PEMW20200107
 12. Феценко А.В. Социальные сети в образовании: анализ опыта и перспективы развития // Гуманитарная информатика: сб. статей / Под ред. Г.В. Можяевой. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2012. Вып. 6. С. 124–134. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/287410333.pdf> (дата обращения: 13.01.2021)
 13. Уваров А.Ю. Технологии виртуальной реальности в образовании // Наука и школа. 2018. № 4. С. 108–117.

Статья поступила в редакцию 07.11.20

После доработки 18.12.20

Принята к публикации 10.01.21

References

1. Kolesnikova, I.A. (2019). Post-Pedagogical Syndrome of the Era of Digital Modernism. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28. no. 8-9, pp. 67–82, doi: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-8-9-67-82> (In Russ., abstract in Eng.).
2. Kokorev, D.S., Yurin, A.A. (2019). Digital Doubles: Concept, Types and Advantages for Business. *Colloquium-Journal*. No. 10-2 (34), pp. 101-104, doi: 10.24411/2520-6990-2019-10264 (In Russ., abstract in Eng.).
3. Sepasgozar, S. (2020). Digital Twin and Web-Based Virtual Gaming Technologies for Online Education: A Case of Construction Management and Engineering. *Appl. Sci*. Vol. 10 (13), p. 4678, doi: <https://doi.org/10.3390/app10134678>
4. Liljaniemi, A., Paavilainen, H. (2020). Using Digital Twin Technology in Engineering Education – Course Concept to Explore Benefits and Barriers. *Open Engineering*. Vol. 10 (1), pp. 377-385, doi: 10.1515/eng-2020-0040
5. David, J., Lobov, A., Lanz, M. (2018). Learning Experiences Involving Digital Twins. In: *44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, pp. 3681-3686, doi: <https://doi.org/10.1109/IECON.2018.8591460>
6. Brodovskaya, E.V., Dombrovskaya, A.Yu., Pyrma, R.V., Azarov, A.A. (2020). Criteria for Rating the Level and Quality of Digitalization of the Educational Process in Russian Universities. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. 4. Istoriya. Regionovedenie. Mejdunarodnie odnosbeniya = Bulletin of the Volgograd State University. Ser. 4. History. Regional Studies. International Relations*. Vol. 25, no. 2, pp. 268-283, doi: <https://doi.org/10.15688/jvolsu4.2020.2.20> (In Russ., abstract in Eng.).
7. Kudinov, I.V. (2010). [Tasks and Opportunities of the Information and Educational Portal of the Republic of Bashkortostan]. *Sistema tsennostei sovremennogo obschestva* [System of Values of Modern Society], no. 10-2, pp. 278-282. (In Russ.).
8. Feofanova, O.A. (2020). Analysis of the Current State of Research in the Field of Education Management Based on Data. *Tsennosti i smysly* [Values and Meanings]. No. 1 (65), pp. 71-83. Available at: http://tsennosti.instet.ru/images/Tcennosti_i_smysly_1_65.pdf (accessed 13.01.2021) (In Russ., abstract in Eng.).

9. Blatova, T.A., Makarov, V.V. (2019). [Personalized Model of Education Based on Digital Twins Technology]. In: Gorbashko, E.A. (Ed). *Sbornik tezisev dokladov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Collection of Abstracts of the International Scientific and Practical Conference]. St.-Petersburg: KULT-INFORM-PRESS, pp. 9-13. (In Russ.).
10. Dobrynin, V.N. (2010). [Higher Educational Institution as a Sociotechnical Virtual System: State and Ways to Solve Problems]. *Sistemnyi analiz v nauke i obrazovanii* [System Analysis in Science and Education], No. 4, pp. 1-16. (In Russ.).
11. Vikhman, V.V. (2020). Digital Discourse of Constructing a Theoretical Image of the Phenomenon of Education. *Professionalnoe obrazovanie v sovremennom mire* [Professional Education in the Modern World], No. 10 (1), pp. 3447-3455, doi: 10.15372/PEMW20200107 (In Russ.).
12. Feshchenko, A.V. (2012). [Social Networks in Education: Analysis of Experience and Development Prospects]. In: Mozhaeva, G.V. (Ed.). *Gumanitarnaya informatika: sb. statey* [Humanitarian Informatics: Collection of papers]. Tomsk: Tomsk State Univ. Publ., vol. 6, pp. 124-134. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/287410333.pdf> (accessed 13.01.2021) (In Russ., abstract in Eng.).
13. Uvarov, A.Yu. (2018). Virtual Reality Technologies in Education. *Nauka i shkola = Science and School*. No. 4, pp. 108-117. (In Russ., abstract in Eng.).

*The paper was submitted 07.11.20
Received after reworking 18.12.20
Accepted for publication 10.01.21*



НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ
БИБЛИОТЕКА

LIBRARY.RU

Science Index РИНЦ-2019

ВОПРОСЫ ФИЛОСОФИИ	5,471
ВОПРОСЫ ОБРАЗОВАНИЯ	5,214
СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	3,145
ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ	2,540
ИНТЕГРАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ	1,968
ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА	1,281
ПЕДАГОГИКА	0,876
ЭПИСТЕМОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ	0,871
УНИВЕРСИТЕТСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ: ПРАКТИКА И АНАЛИЗ	0,789
ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РОССИИ	0,759
ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ СЕГОДНЯ	0,314
ALMA MATER	0,283