



УДК 101+37.01+316.3

Научная статья / **Research Full Article**DOI: [10.15293/2658-6762.2205.03](https://doi.org/10.15293/2658-6762.2205.03)Язык статьи: русский / **Article language: Russian**

Оценка цифровой зрелости образования

В. В. Вихман¹, М. В. Ромм¹

¹ Новосибирский государственный технический университет,
Новосибирск, Россия

Проблема и цель. В статье исследуется проблема цифровой трансформации современного общества и образования в контексте общей логики настоящих и будущих технологических революций, названных Индустриями 4.0 и 5.0. Цель статьи – выявление особенностей современного понимания концепта цифровой зрелости образования и специфики ее оценочных методик (метрик).

Методология. Методология решения поставленной проблемы основана на применении общенаучных методов (синтез и обобщение) зарубежных и отечественных публикаций по заявленной проблеме.

Результаты. Авторами представлены результаты анализа и обобщения современного понимания концепта цифровой зрелости в целом, образования, в частности.

Отмечается, что формирующийся в настоящее время теоретический концепт цифровой зрелости играет существенную роль в определении ключевых ориентиров в процессе поиска оптимальных стратегий цифровой трансформации образования.

В статье также представлен многосторонний анализ отечественных и зарубежных существующих оценочных методик (метрик) цифровой зрелости, в том числе и образования, нацеленных исключительно на процессы сбора и обработки количественных показателей оцениваемых отраслей на микроуровне.

Существующие методики оценки цифровой зрелости образования дополнены авторским подходом, работающим на макроуровне и соответственно расширяющим эвристический потенциал существующих оценочных методик.

Заключение. Авторами обобщаются особенности современного понимания концепта цифровой зрелости образования как интегральной характеристики процесса внедрения и применения сквозных технологий в основных образовательных процессах.

Ключевые слова: цифровизация образования; цифровые сквозные технологии; цифровая зрелость образования; технологическая проницаемость; Индустрия 4.0-5.0; цифровая экономика образования.

Библиографическая ссылка: Вихман В. В., Ромм М. В. Оценка цифровой зрелости образования // Science for Education Today. – 2022. – Т. 12, № 5. – С. 40–56. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2205.03>

✉ Автор для корреспонденции: В. В. Вихман, vvv@smc.nstu.ru

© В. В. Вихман, М. В. Ромм, 2022

Постановка проблемы

Основное внимание данного исследования сосредоточено на обсуждении и анализе цифровой зрелости образования в эпоху Индустрии 4.0, а также вероятной сущности цифровой зрелости образования в эпоху перспективной Индустрии 5.0.

Цифровая трансформация как «процесс внедрения цифровых технологий в целях улучшения предоставления услуг и управления бизнесом»¹ – передовых отраслей экономики посредством цифровизации нуждается в теоретическом осмыслении и методологической концептуализации. Современное образование, будучи по своей природе драйвером практически всех аспектов модернизации экономики, не может и не должно оставаться в стороне от этих новейших тенденций. Цифровая революция Индустрии 4.0 ставит перед образованием целый ряд практических и теоретических задач, от успешности и своевременности решения которых зависит реальное сохранение конкурентоспособности российского образования на глобальном рынке образовательных услуг.

Поднимая вопрос о цифровых технологиях в России и за рубежом, имеют в виду технологии больших данных [1–4], виртуальной и дополненной реальности [5–8], компоненты робототехники и сенсорики [9; 10], искусственного интеллекта [11–13], новых производственных технологий [14], промышленного интернета, технологий беспроводной связи, квантовых технологий и систем распре-

деленного реестра [15] в контексте образовательных запросов Индустрии 4.0. [16]. Заметим, что за вышеназванными технологиями в отечественной и зарубежной литературе [16–17] прочно закрепилось название «сквозных», в связи с их потенциальной возможностью проникать во все отрасли и сферы жизнедеятельности, включая образование.

Изменения, порождаемые в отраслях сквозными технологиями, причисляются к результатам цифровизации исследуемых сфер и оцениваются посредством их цифровой зрелости, под которой понимается не только известный уровень цифрового развития предприятий/компаний или отраслей экономики в целом, но и, с нашей точки зрения, – траектория развития отрасли по тому или иному вероятностному сценарию [16]. А поскольку непосредственно процесс цифровизации образования как в России, так и за рубежом находится под пристальным вниманием государственных управленческих структур, то возникают специальные программы по стимулированию внедрения цифровых технологий в различные сферы. Так, основной перечень цифровых технологий, отнесенных к важнейшим по их роли в цифровизации отраслей, заявлен в ряде государственных стратегических программ национального развития:

– за рубежом – Industrie 4.0 (Германия)², Made in China 2025 (Китай)³, Manufacturing USA (США)⁴, а также отдельные технологии можно встретить, например, в национальных

¹ Цит. по: Klaidman Sam. Don't Be Afraid of Going Digital – Because You're Already Doing It. – 2020. URL: <https://www.thomasnet.com/insights/don-t-be-afraid-of-going-digital-because-you-re-already-doing-it/>

² Was ist Industrie 4.0? URL: <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html>

³ Made in China 2025. URL: <https://www.csis.org/analysis/made-china-2025>

⁴ Manufacturing USA. URL: <https://www.manufacturingusa.com/>

стратегиях в области искусственного интеллекта (Китай, США, Великобритания, Германия, Франция и др.);

– в РФ – это Национальная программа «Цифровая экономика РФ»⁵, «Стратегия развития информационного общества в РФ на 2017–2030 гг.»⁶ – документы, неразрывно связанные с теорией и практикой Индустрии 4.0.

Анализ доступных источников демонстрирует, что процесс цифровизации отраслей в различных странах, как правило, совершается с разной скоростью и по логике должен иметь различный уровень цифровой зрелости.

Общий контекст зарубежных исследований цифровой зрелости отраслей экономики определяется идеями, оценивающими ее посредством, например, концептуальной модели «измерения цифровой зрелости» [18] или методологии «определения приоритетности элементов в структуре цифровой зрелости для высших учебных заведений (DMFHEI)» [19], или же применения методов фиксации цифровой зрелости вузов Analytic Network Process (ANP) и Decision EXpert (DEX) [20].

Подчеркнем, что основной пласт моделей оценки цифровой зрелости предприятий введен в оборот благодаря зарубежным разработчикам. Так, анализ источников только за последние два года позволяет зафиксировать применение подобных моделей, например, в IT-сфере [21], в производстве [22], для малых предприятий [23], в сегменте телекоммуника-

ций [24] и т. п., не говоря уже о давно разработанных и открытых для применения The Digital Maturity Model 4.0, Digital Maturity Model (компания Deloitte)⁷.

Однако, несмотря на то, что в последнее время результаты существующих методик оценки уровня цифровой зрелости по отраслям промышленности становятся все более востребованными, образовательный сегмент в части оценки его цифровой зрелости пока остается слабо представленным⁸.

Мы убеждены, что теоретическое осмысление цифровой зрелости образования позволяет свести всю совокупность «цифровых» вопросов, затруднений и тем фактически к одной ключевой проблеме: *как возможно понять, оценить роль и место цифровой трансформации современного общества и образования в контексте общей логики настоящих и будущих технологических революций, названных Индустриями 4.0 и 5.0?* Решение данной проблемы составляет основу настоящей статьи: прояснение того, все ли цифровые технологии способны в равной мере эффективно применяться в образовании.

Цель статьи – выявление особенностей современного понимания концепта цифровой зрелости образования и специфики ее оценочных методик (метрик).

⁵ Цифровая экономика РФ. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>

⁶ Стратегия развития информационного общества в РФ на 2017–2030 гг. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/

⁷ См. подр.: Pivoting to digital maturity. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-Media-Telecommunications/deloitte-digital-maturity-model.pdf>

⁸ См. подр.: Уровень цифровой зрелости в России (Digital IQ). URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F%D0%A3%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C_%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_\(Digital_IQ\)](https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F%D0%A3%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D1%8C_%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8_%D0%B2_%D0%A0%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B8_(Digital_IQ))

Методология исследования

Ключевая проблема данной публикации неразрывно связана с поиском ответа на вопрос: «Что именно новейшие сквозные цифровые технологии готовит настоящему и будущему отечественного образования?»

В этой связи философия образования как методологическая основа исследования позволяет активно включиться в решение этой актуальной теоретической задачи, предложить научному сообществу различные научные понятия и концепции, призванные вывести научную дискуссию о перспективах и контроверзах цифровизации образования за рамки мало-содержательного, лапидарного обсуждения разнообразных прикладных цифровых решений и осуществить переход на уровень понятийно-категориальных концептуализаций и теоретизаций. В контексте цифровой трансформации образования данный переход более чем актуален, поскольку в литературе нет недостатка в обсуждении различных аспектов цифровизации образования [25; 26]. При этом стоит заметить, что в источниковой базе философии образования наблюдается дефицит попыток теоретического осмысления новейших тенденций и сценариев развития образования в процессе реализации в России и за рубежом проекта Индустрии 4.0 [27; 28], а также обсуждения возможных перспектив развития образования в Индустрии 5.0 [29; 30; 31]. Разумеется, масштабы и объемы публикации не позволяют осмыслить и обсудить всю номенклатуру актуальных тем и вопросов, представляющих научный интерес в заявленной проблематике образования. Однако зафиксировать проблемный контекст сквозь призму актуальных сюжетов и тем, которые получают свою постановку и освещение в настоящей публикации, мы просто обязаны.

Наша рабочая гипотеза опирается на убеждение о том, что каждому этапу развития

и становления цифровых технологий, начиная с Индустрии 4.0 и последующих Индустрий X.0, будет соответствовать свой собственный образ цифровой зрелости образования.

Для анализа зарубежных и отечественных публикаций по проблеме исследования были использованы общенаучные методы (синтез и обобщение), позволившие выявить достоинства и недостатки существующих методик оценки цифровой зрелости отраслей экономики, в том числе образования, и наметить пути расширения их эвристического потенциала.

Одной из основных задач, поставленных в рамках цели настоящего исследования, является дополнение существующих методик оценки цифровой зрелости образования авторским подходом, работающим на макроуровне и, соответственно, расширяющим эвристический потенциал существующих оценочных методик. При разработке авторской методики оценки цифровой зрелости образования актуальной задачей являлось формирование макроуровневой оценки цифровой зрелости с помощью применения исследовательского подхода, основанного на: 1) концепте технологической проницаемости; 2) унифицированных показателях безотносительно того, о какой отрасли идет речь (сопротивляемость среды, количество цифровых технологий, коэффициент применимости технологии и т. п.); 3) отсутствии значительных временных/кадровых/финансовых затрат для оценки цифровой зрелости отрасли.

Результаты исследования

Обсуждение понятия и концепта цифровой зрелости образования

Здесь, пожалуй, стоит задаться вопросом: почему именно цифровая зрелость образования для общества и государства играет

роль своеобразного концептуального фокуса, исходного понятия для определения, выявления и постижения характера и сути цифровых трансформаций в современном обществе и образовании?

Как изменится логика взаимодействия образования с основными заказчиками и потребителями услуг, предоставляемых государству и обществу системой образования, по мере разворачивания и углубления цифровой трансформации последней на фоне технологических революций в период становления новой и новейшей Индустрий 4.0 и 5.0? Каким образом связаны между собой индикаторы и метрики цифровой зрелости и технологической проницаемости в контексте цифровых перспектив отечественного образования?

Фактически эти и многие другие вопросы, сопряженные со стратегией и тактикой цифровизации отечественного образования, представляют интерес не только для теоретиков и практиков, но и общества и государства в целом. Именно поэтому важным тематическим аспектом здесь служит обсуждение теоретических и практических аспектов, связанных с понятием и концептом цифровой зрелости образования.

Отметим, что несмотря на широкое использование цифровой зрелости в обыденной практике, в научном обороте данное понятие до сих пор не имеет устойчивой, конвенциональной экспликации. В открытых источниках встречаются различные его экспликации. Например, под цифровой зрелостью понимается ключевой показатель уровня цифрового развития компании, она может выступать в виде готовности к управленческим изменениям и способности предприятия предложить

лучшее клиентам или как возможность эффективно предоставлять и контролировать государственные услуги⁹. В свою очередь, E. Tosto, J. Linkolk, J. Turro, S. Paz интерпретируют цифровую зрелость как «широко используемый инструмент в разработке программного обеспечения, который в основном распространился на такие области, как образование, здравоохранение, энергетика, финансы, правительство и общее использование» [32].

В отечественной научной литературе понятие цифровой зрелости в основном находит свое отражение в публикациях по экономике. Так, к примеру, цифровая зрелость трактуется в «качестве основы для разработки стратегии и программы цифровой трансформации» [33, с. 38] или выступает «важным критерием качества процесса цифровой зрелости в бизнесе» [34, с. 91].

Отметим также, что понятие «цифровая зрелость», возникнув в ходе теоретических дискуссий об Индустрии 4.0, изначально касалось исключительно экономических и управленческих аспектов развития рыночной экономики. впоследствии понятие цифровой зрелости стало применяться и в образовательном контексте. Исходим из того, что само понятие и формирующийся в настоящее время теоретический концепт цифровой зрелости способны сыграть существенную роль в определении ключевых ориентиров в процессе поиска оптимальных стратегий цифровой трансформации образования.

Для нас принципиально, что именно определение уровня, характера и сущности цифровой зрелости фактически задает цели, задачи и этапы движения образования и его субъектов по пути массовой цифровизации от-

⁹ Оценка цифровой зрелости для повышения эффективности. URL: <https://www.bcg.com/ru-ru/capabilities/digitaltechnology-data/digital-maturity>

расли. Цифровая зрелость выступает своеобразным компасом, ориентируясь на который субъекты образования будут выстраивать собственную траекторию движения к некоему цифровому идеалу. Именно поэтому от того, чем станет цифровая зрелость как совершенная цель и оптимальная траектория движения к последнему, зависит успех или неудача всей государственной стратегии по масштабной цифровизации отечественного образования. Очевидно, что, возникнув в истоках концепции Индустрии 4.0, понятие и концепт цифровой зрелости не сможет оставаться неизменным по мере развития и изменения экономических укладов в условиях последующих технологических революций.

Методики оценки цифровой зрелости отраслей

Анализ существующих методик оценки цифровой зрелости в целом и образования в частности показал, что все доступные оценочные методики зарубежного и отечественного происхождения носят весьма рамочный характер и нацелены исключительно на: 1) сбор, обработку фиксированных количественных, в основном микроуровневых, показателей цифровой зрелости отрасли; 2) конкретную отрасль, в части детализации ее оценочных показателей; 3) осуществление достаточно трудоемких задач по сбору, обработке и анализу данных оценки цифровой зрелости отрасли.

Анализ также показал, что они не только сопряжены с математическим расчетом разнообразных показателей, но требуют значитель-

ных предварительных временных, финансовых затрат по сбору и обработке данных. В подтверждение данного факта обратимся к отечественной методике оценки цифровой зрелости отраслей, обозначенной нами ранее. «Методика расчета показателя “достижение” цифровой зрелости ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления»¹⁰ предлагает цифровую зрелость образования рассчитывать по алгоритму вложенных формул: «ЦЗО – достижение цифровой зрелости отраслей экономики и социальной сферы, %

$$ЦЗО = (0,25 * У_{ии} + 0,25 * У_{рцр} + 0,5 * У_{цзо}),$$

где

$$У_{ии} = ((Ч_{ии}/Ч_з) / ((Ч_{ии2019} * 1,25) / Ч_{з2019})) * 100\%,$$

где $У_{ии}$ – доля достижения целевого значения численности специалистов, интенсивно использующих ИКТ, занятых в экономике, %; $У_{рцр} = ((V_{рцр} / V_{рцр2019} * 100) / 200) * 100\%$, где $У_{рцр}$ – доля достижения целевого значения роста расходов организаций на внедрение и использование современных цифровых решений, %; $V_{рцр}$ – объем расходов организаций на внедрение и использование современных цифровых решений в отчетном году, млн руб.; $V_{рцр2019}$ – объем расходов организаций на внедрение и использование современных цифровых решений в 2019 г., млн руб.; $Ч_{ии}$ – численность специалистов, интенсивно использующих ИКТ, в отчетном году, тыс. чел.; $Ч_з$ – численность занятых, тыс. чел. и т. д.»¹¹.

¹⁰ См. подр.: Приказ Минцифры России от 18.11.2020 № 600 «Об утверждении методик расчета целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации “Цифровая трансформация”». URL: https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2020/12/prikaz_mc_18_11_2020_600.pdf

¹¹ См. подр.: Приказ Минцифры России от 18.11.2020 № 600 «Об утверждении методик расчета целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации “Цифровая трансформация”». URL: https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2020/12/prikaz_mc_18_11_2020_600.pdf

Представляется, что подобные количественные методики, служащие микроуровневой формой реализации оценочных процедур, с одной стороны, являются отличным способом получения статистических данных, анализ которых полезен для процесса принятия стратегических решений, с другой – подобный оценочный подход к оценке цифровой зрелости образования, с нашей точки зрения, «технологически нейтрален». Иными словами, он: а) не раскрывает количество и наименование внедренных технологий, которые не только нашли свое применение в отрасли, но и сказались на уровне ее цифровой зрелости; б) не фиксирует эффективность внедрения цифровых технологий в отрасли; в) не отслеживает реакцию отрасли на процесс внедрения цифровых технологий.

В существующих методиках оценки цифровой зрелости налицо отсутствие бесспорной связи между конкретными сквозными технологиями и уровнем цифровой зрелости образования. Принимая их прикладную ценность в силу оптимальности для решения специальных государственных задач по контролю за сферой образования, однако отметим, что определенное сомнение вызывает ее сведение к анализу многочисленных расчетных показателей, выводя за скобки смыслообразующий компонент цифровой зрелости – цифровые технологии.

Макроуровневый подход к оценке цифровой зрелости образования на основе концепции технологической проницаемости

Подчеркнем далее, что для нас совершенно неприемлемой представляется любая попытка оценить цифровую зрелость образования без осмысления того, насколько широко

и глубоко проникают в образование цифровые технологии, а также что именно может выступать ее максимальным достижением. Предлагаемый нами макроуровневый подход к оценке цифровой зрелости образования базируется на авторском понятии *технологической проницаемости* и принятии в качестве оценки достижения максимальной цифровой зрелости наличие в нем внедренной технологии-интегратора – *цифровых двойников* [35].

Технологическую проницаемость отрасли периода Индустрии 4.0 предлагаем выразить формулой:

$$ТПр = kn \cdot \frac{Km}{Ccp},$$

где $ТПр$ – технологическая проницаемость отрасли, kn – коэффициент применимости цифровой технологии, Km – количество внедряемых цифровых технологий, Ccp – сопротивляемость среды (образования и т. п.)¹². Иными словами, *технологическая проницаемость отрасли* – это отношение количества внедряемых в данную отрасль цифровых технологий к ее сопротивляемости процессу внедрения с учетом применимости цифровой технологии в данной отрасли.

При таком понимании цифровая зрелость отрасли периода Индустрии 4.0 может быть выражена:

$$ЦЗо = ТПр \cdot kv,$$

где: $ЦЗо$ – цифровая зрелость отрасли, $ТПр$ – технологическая проницаемость отрасли, kv – коэффициент внедрения технологий. В нашем случае, *цифровая зрелость образования (Индустрии 4.0): математически – произведение технологической проницаемости образования и коэффициента внедрения цифровых технологий в него, отражающего*

¹² Под сопротивляемостью среды понимается специфический механизм торможения, присущий ей как

ответная реакция на внедрение цифровых технологий в нее.

релевантность и последующую эффективность их применения, а сущностно-интегральная характеристика процесса внедрения и применения сквозных технологий в его основных процессах. Абсолютным измерением достижения максимума цифровой зрелости образования Индустрии 4.0 считаем ситуацию, при которой фиксируются не только факты внедрения и применения отдельных цифровых технологий, но и технологии-интегратора – цифровых двойников.

Здесь и далее исходим из того, что каждому технологическому укладу, начиная с Индустрии 4.0, соответствует уникальная и неповторимая цифровая зрелость образования, которые, в свою очередь, диктуют ему ряд собственных вызовов и ожиданий. Так, основным вызовом Индустрии 4.0 к образованию служит то, сколь эффективно станут внедряться и применяться сквозные технологии в отрасль с целью: 1) максимальной автоматизации и унификации процессов; 2) достижения радикального уменьшения затрат на производство товаров и услуг; 3) максимального насыщения рыночного спроса на наиболее высококачественную продукцию по минимально низкой цене с помощью достижения цифровизации опасных и монотонных процессов. Для Индустрии 5.0 ключевым вызовом выступает запрос на «очеловечение» экономических и социокультурных коммуникаций, переход от массового производства стандартных технологий и товаров к их массовой персонализации и индивидуализации, торжеству того, что Э. Х. Остергаард назвал революцией «человеческого прикосновения» (Е. Н. Østergaard)¹³.

Разумеется, цифровая зрелость образования в эпоху «человеческого прикосновения» Индустрии 5.0 видится отличной от цифровой

зрелости образования индустрии 4.0. На смену стратегии массового внедрения в образование цифровых технологий, стандартизации и объективации образовательных процессов во главу угла цифровой зрелости эпохи «человеческого прикосновения» будут поставлены индивидуализация, персонализация и крафтовизация перспективного образования. Погоня за количеством внедренных цифровых технологий в качестве главного критерия цифровой зрелости образования сменится поиском механизмов оценки того, насколько эффективно и полно цифровые технологии удовлетворяют запросы заказчика/потребителя на персонализацию и индивидуализацию образовательных товаров и услуг. Подчеркнем: Индустрия 5.0 не отрицает и не отбрасывает технологические достижения Индустрии 4.0, речь идет о революции ценностей с опорой на воплощенные в практику образования сквозные технологии. Если в Индустрии 4.0 гуманистические ценности образования и индивидуальные запросы потребителя в известной мере приносятся в жертву погоне за технологической эффективностью и стремлением предложить рынку максимальную унификацию товаров и услуг по минимальной цене, то в Индустрии 5.0 критерием цифровой зрелости образования станет именно то, каким образом цифровые технологии отвечают и соответствуют новому ценностному запросу общества и человека на образование с «человеческим лицом». На наш взгляд, унифицированный образовательный продукт, сколь бы высокого качества, дешевизны и эффективности он не был бы, со временем просто перестанет столь же массово продаваться и пользоваться абсолютной популярностью на глобальном рынке образования

¹³ Østergaard E. H. The “Human Touch” Revolution is Now Under Way. URL: [https://www.isa.org/intech-](https://www.isa.org/intech-home/2018/march-april/features/welcome-to-industry-5-0)

[home/2018/march-april/features/welcome-to-industry-5-0](https://www.isa.org/intech-home/2018/march-april/features/welcome-to-industry-5-0)

в условиях революции ценностных и целевых ориентаций Индустрии 5.0.

Заключение

В литературе наблюдается активная презентация отечественных и зарубежных методик оценки цифровой зрелости отраслей экономики. Образование столкнулось с этим процессом сравнительно недавно и «примерило» на себя методики оценки цифровой зрелости, которые основаны на доминировании микроуровневого (количественного) подхода, требующего предварительных усилий и затрат по сбору, обработке разнородных данных. С целью расширения эвристического потенциала существующих оценочных методик, а также минимизации усилий по определению и объективации цифровой зрелости образования предлагается *макроуровневый* подход оценки последней, основанный на понятии «технологическая проницаемость» и минимизирующий необходимость сбора и обработки значительного массива цифровых данных. Анализ связей, свойств, отношений и закономерностей, характеризующих концепт цифровой зрелости образования в рамках Индустрии 4.0, позволил установить следующие закономерности: а) *образование с разной степенью будет сопротивляться внедрению цифровых технологий; б) цифровые технологии будут пост-*

янно и целенаправленно проникать в образование, преодолевая его сопротивление; в) образование будет трансформироваться через цифровизацию его процессов и приобретать новое качество. Для Индустрии 4.0 характерно: внедрение цифровых технологий, автоматизация основных процессов, создание унифицированных модулей массового обучения, минимизация человеческого присутствия. Качественным критерием цифровой зрелости образования в технологическую эпоху 4.0 выступает полноценная реализация на практике технология-интегратор цифровых двойников.

Современное образование призвано ответить на запросы технологической эпохи в контексте доминирующей системы ценностей и актуальной рыночной ситуации. Перспективная Индустрия 5.0 уже сейчас формулирует потенциальный заказ будущему образованию в части развития навыков, стратегий и технологий человеко-машинного сотрудничества. Следовательно, современное образование должно отслеживать и принимать в качестве руководства к действию эти запросы и ожидания от имени будущего и уже сейчас работать над тем, чтобы быть готовым встретить это будущее, имея в своем арсенале перспективные образовательные технологии и управленческие решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Al-Kabi M. N., Jirjees J. M. Survey of Big Data applications: health, education, business & finance, and security & privacy // Journal of Information Studies & Technology. –2019. – Vol. 2018 (2). – P. 12. DOI: <https://doi.org/10.5339/jist.2018.12>
2. Daniel B. Big data and analytics in higher education: Opportunities and challenges // British Journal of Educational Technology. – 2015. – Vol. 46 (5). – P. 904–920. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.12230>
3. Kalota F. Applications of Big Data in Education // International Journal of Educational and Pedagogical Sciences. – 2015. – Vol. 9 (5). – P. 1607–1612. URL: <https://web.archive.org/web/20201224143253/>



4. Sin K., Muthu L. Application of Big Data in education data mining and learning analytics – a literature review // *ICTACT Journal on Soft Computing*. – 2015. – Vol. 5 (4). – P. 1035–1049. DOI: <https://doi.org/10.21917/ijsc.2015.0145>
5. Elmqaddem N. Augmented reality and virtual reality in education. Myth or Reality? // *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. – 2019. – Vol. 14 (3). – P. 234–242. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i03.9289>
6. Gudoniene D., Rutkauskiene Dr. Virtual and Augmented Reality in Education // *Baltic Journal of Modern Computing*. – 2019. – Vol. 7 (2). – P. 293–300. DOI: <https://doi.org/10.22364/bjmc.2019.7.2.07>
7. Jensen L., Konradsen F. A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training // *Education and Information Technologies*. – 2018. – Vol. 23 (4). – P. 1515–1529. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
8. Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: design elements, lessons learned, and research agenda // *Computers & Education*. – 2020. – Vol. 147. – P. 103778. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
9. Belpaeme T., Kennedy J., Ramachandran A., Scassellati B., Tanaka F. Social Robots for Education: A Review // *Science Robotics*. – 2018. – Vol. 3 (21). – P. 5954. DOI: <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954> URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.aat5954>
10. Mishra D., Parish K., Lugo R., Wang H. A framework for using humanoid robots in the school learning environment // *Electronics*. – 2021. – Vol. 10 (6). – P. 756. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics10060756>
11. Panigrahi A. Use of artificial intelligence in education // *Management Accountant*. – 2020. – Vol. 55 (5). – P. 64–67. URL: <https://ssrn.com/abstract=3606936>
12. Sadiku M. N. O., Ashaolu T. J., Ajayi–Majebi A., Musa S. M. Artificial intelligence in education // *International Journal of Scientific Advances*. – 2021. – Vol. 2 (1). – P. 5–11. DOI: <https://doi.org/10.51542/ijscia.v2i1.2>
13. Braiki B., Harous S., Zaki N., Alnajjar F. Artificial intelligence in education and assessment methods // *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*. – 2020. – Vol. 9 (5). – P. 1998–2007. DOI: <https://doi.org/10.11591/eei.v9i5.1984>
14. Su C.-H., Cheng T.-W. A Sustainability Innovation Experiential Learning Model for Virtual Reality Chemistry Laboratory: An Empirical Study with PLS-SEM and IPMA // *Sustainability*. – 2019. – Vol. 11 (4). – P. 1027. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11041027>
15. Alammary A., Alhazmi S., Almasri M., Gilani S. Blockchain-based applications in education: a systematic review // *Applied Sciences*. – 2019. – Vol. 9 (12). – P. 2400. DOI: <https://doi.org/10.3390/app9122400>
16. Вихман В. В. Технологические тенденции Индустрии 4.0 в образовании: навигатор возможностей // *Профессиональное образование в современном мире*. – 2022. – Т. 12, № 1. – С. 29–36. DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2022-1-10> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48359552>
17. Osuna J. B., Gutiérrez-Castillo J.-J., Llorente-Cejudo M. del C., Ortiz R. V. Difficulties in the Incorporation of Augmented Reality in University Education: Visions from the Experts // *Journal of New Approaches in Educational Research*. – 2019. – Vol. 8 (2). – P. 126–141. DOI: <https://doi.org/10.7821/NAER.2019.7.409>
18. Rossmann A. Digital Maturity: Conceptualization and Measurement Model // *International Conference on Information Systems (ICIS 2018)*. San Francisco, 2019. – Vol. 2. URL:



- <https://aisel.aisnet.org/icis2018/governance/Presentations/8/> <https://www.semanticscholar.org/paper/Digital-Maturity%3A-Conceptualization-and-Measurement-Rossmann/73792ad4a5df07ccb48b42599bef1383712f6671>
19. Đurek V., Kadoic N., Begičević Ređep N. Assessing the digital maturity level of higher education institutions // International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO). – 2018. – P. 0671–0676. DOI: <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2018.8400126>
 20. Kadoic N., Đurek V., Dobrović Ž. Digital Maturity of Higher Education Institution: A Meta Model of the Analytical Network Process (ANP) and Decision Expert (DEX) // Proceedings of Central European Conference on Information and Intelligent Systems, Croatia. – 2018. – P. 223–230. URL: <https://repositorij.foi.unizg.hr/islandora/object/foi:3548>
 21. Gollhardt T., Halsbenning S., Hermann A., Karsakova A., Becker J. Development of a Digital Transformation Maturity Model for IT Companies // IEEE 22nd Conference on Business Informatics (CBI). – 2020. – P. 94–103. DOI: <https://doi.org/10.1109/CBI49978.2020.00018>
 22. Canetta L., Barni A., Montini E. Development of a Digitalization Maturity Model for the Manufacturing Sector // IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC). – 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICE.2018.8436292>
 23. Schallmo D. R. A., Lang K., Hasler D., Ehmig-Klassen K., Williams C. A. An Approach for a Digital Maturity Model for SMEs based on Their Requirements // Digitalization Management for Professional / Schallmo D. R. A., Tidd J. (eds.) – Springer, Cham., 2021. – P. 87–101. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-69380-0_6
 24. Valdez-de-Leon O. A Digital Maturity Model for Telecommunications Service Providers // Technology Innovation Management Review. – 2016. – Vol. 6 (8). – P. 19–32. DOI: <http://doi.org/10.22215/timreview/1008>
 25. Сыч В. В. Развитие системы образования и науки в условиях становления индустрии 4.0 // Гуманитарий юга России. – 2020. – Т. 9, № 3. – С. 92–98. DOI: <https://doi.org/10.18522/2227-8656.2020.3.5> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43822936>
 26. Романов Е. В. Методология и теория инновационного развития высшего образования в России: монография. – М.: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», 2016. – 302 с. DOI: <https://doi.org/10.12737/17756> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25820524>
 27. Peralta-Abarca J. del C., Martinez-Bahena B., Enríquez-Urbano J. Industria 4.0 // Inventio. – 2020. – Vol. 16. – P. 39. DOI: <https://doi.org/10.30973/inventio/2020.16.39/4>
 28. Verma A., Bhattacharya P., Madhani N., Trivedi Ch., Bhushan Bh., Tanwar S., Sharma G., Bokoro P., Sharma R. Blockchain for Industry 5.0: Vision, Opportunities, Key Enablers, and Future Directions // IEEE ACCESS. – 2022. – Vol. 10. – P. 69160–69199. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3186892> URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9809962>
 29. Nahavandi S. Industry 5.0 – A Human-Centric Solution // Sustainability. – 2019. – Vol. 11 (16). – P. 4371. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11164371>
 30. Yoong Kit L., Tan J., Kit Wayne C., Show P.-L. Significance of Industry 5.0. // The Prospect of Industry 5.0 in Biomanufacturing / Eds. P. L. Show, K. W. Chew, T. C. Ling.. – 2021. – P. 95–114. eBook ISBN 9781003080671 DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003080671-5-5>
 31. Elfar O., Peter A., Kit Wayne C., Show P.-L. What Is Industry 5.0? // The Prospect of Industry 5.0 in Biomanufacturing / Eds. P. L. Show, K. W. Chew, T. C. Ling. – 2021. – P. 57–93. eBook ISBN 9781003080671 DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003080671-4-4>



32. Tocto-Cano E., Paz Collado S., López-Gonzales J. L., Turpo-Chaparro J. E. A Systematic Review of the Application of Maturity Models in Universities // Information. – 2020. – Vol. 11 (10). – P. 466. DOI: <https://doi.org/10.3390/info11100466> URL: <https://www.mdpi.com/2078-2489/11/10/466>
33. Гилева Т. А. Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. – 2019. – № 1. – С. 38–52. DOI: <http://doi.org/10.17122/2541-8904-2019-1-27-38-52> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37381894>
34. Кузин Д. В. Проблемы цифровой зрелости в современном бизнесе // Мир новой экономики. – 2019. – № 3. – С. 89–99. DOI: <http://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-3-89-99> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39565520>
35. 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: <http://doi.org/10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44744729>

Поступила: 04 июля 2022

Принята: 9 сентября 2022

Опубликована: 31 октября 2022

Заявленный вклад авторов:

Вклад соавторов в сбор эмпирического материала представленного исследования, обработку данных и написание текста статьи равнозначный.

Информация о конфликте интересов:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах

Вихман Виктория Викторовна

кандидат педагогических наук, кандидат технических наук, доцент,
кафедра философии,
Новосибирский государственный технический университет,
пр-т К. Маркса, 20, 630073, Новосибирск, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9883-8669>
E-mail: vvv@smc.nstu.ru

Ромм Марк Валериевич

доктор философских наук, профессор, заведующий кафедрой,
кафедра философии,
Новосибирский государственный технический университет,
пр-т К. Маркса, 20, 630073, Новосибирск, Россия.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4366-1936>
E-mail: mark.romm@gmail.com



Evaluating digital maturity of education

Victoria V. Vikhman  ¹, Mark V. Romm¹

¹ Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

Abstract

Introduction. The article examines the problem of digital transformation of modern society and education in the context of the general logic of present and future technological revolutions, called Industries 4.0 and 5.0.

The purpose of the article is to identify the characteristic features of the modern understanding of digital maturity in education and the specifics of its evaluation methods (metrics).

Materials and Methods. The methodology for solving the problem is based on the general research methods (synthesis and generalization of international and Russian publications focused on the stated problem).

Results. The authors have analyzed and clarified the modern understanding of the concept of digital maturity in general and digital maturity of education in particular.

It is noted that the currently emerging theoretical concept of digital maturity plays an essential role in determining key guidelines in the process of searching for appropriate strategies for digital transformation of education.

The paper presents a comprehensive analysis of international and Russian evaluation inventories (metrics) of digital maturity, including education, aimed exclusively at the processes of collection and processing of quantitative indicators of evaluated industries at the micro-level.

The existing methods of assessing digital maturity of education are supplemented by the approach developed by the authors which works at the macro level and expands the heuristic potential of existing assessment methods.

Conclusions. The authors summarize the peculiarities of the modern understanding of digital maturity in education as an integral characteristic feature of introduction and implementation of end-to-end technologies within main educational processes.

Keywords

Digitalization of education; Digital end-to-end technologies; Digital maturity of education; Technological permeability; Industry 4.0-5.0; Digital economy of education.

For citation

Vikhman V. V., Romm M. V. Evaluating digital maturity of education. *Science for Education Today*, 2022, vol. 12 (5), pp. 40–56. DOI: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2205.03>

  Corresponding Author: Victoria V. Vikhman, vvv@smc.nstu.ru

© Victoria V. Vikhman, Mark V. Romm, 2022



REFERENCES

1. Al-Kabi M. N., Jirjees J. M. Survey of big data applications: Health, education, business & finance, and security & privacy. *Journal of Information Studies & Technology*, 2019, vol. 2018 (2), pp. 12. DOI: <https://doi.org/10.5339/jist.2018.12>
2. Daniel B. Big data and analytics in higher education: Opportunities and challenges. *British Journal of Educational Technology*, 2015, vol. 46 (5), pp. 904–920. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.12230>
3. Kalota F. Applications of big data in education. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 2015, vol. 9 (5), pp. 1607–1612. URL: <https://web.archive.org/web/20201224143253/>
4. Sin K., Muthu L. Application of big data in education data mining and learning analytics – a literature review. *ICTACT Journal on Soft Computing*, 2015, vol. 5 (4), pp. 1035–1049. DOI: <https://doi.org/10.21917/ijsc.2015.0145>
5. Elmqaddem N. Augmented reality and virtual reality in education. Myth or Reality? *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2019, vol. 14 (3), pp. 234–242. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i03.9289>
6. Gudoniene D., Rutkauskiene Dr. Virtual and augmented reality in education. *Baltic Journal of Modern Computing*, 2019, vol. 7 (2), pp. 293–300. DOI: <https://doi.org/10.22364/bjmc.2019.7.2.07>
7. Jensen L., Konradsen F. A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 2018, vol. 23 (4), pp. 1515–1529. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
8. Radianti J., Majchrzak T. A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 2020, vol. 147, pp. 103778. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
9. Belpaeme T., Kennedy J., Ramachandran A., Scassellati B., Tanaka F. Social robots for education: A review. *Science Robotics*, 2018, vol. 3 (21), pp. 5954. DOI: <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954> URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/scirobotics.aat5954>
10. Mishra D., Parish K., Lugo R., Wang H. A framework for using humanoid robots in the school learning environment. *Electronics*, 2021, vol. 10 (6), pp. 756. DOI: <https://doi.org/10.3390/electronics10060756>
11. Panigrahi A. Use of artificial intelligence in education. *Management Accountant*, 2020, vol. 55 (5), pp. 64–67. URL: <https://ssrn.com/abstract=3606936>
12. Sadiku M. N. O., Ashaolu T. J., Ajayi–Majebi A., Musa S. M. Artificial intelligence in education. *International Journal of Scientific Advances*, 2021, vol. 2 (1), pp. 5–11. DOI: <https://doi.org/10.51542/ijscia.v2i1.2>
13. Braiki B., Harous S., Zaki N., Alnajjar F. Artificial intelligence in education and assessment methods. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 2020, vol. 9 (5), pp. 1998–2007. DOI: <https://doi.org/10.11591/eei.v9i5.1984>
14. Su C.-H., Cheng T.-W. A Sustainability innovation experiential learning model for virtual reality chemistry laboratory: An empirical study with PLS-SEM and IPMA. *Sustainability*, 2019, vol. 11 (4), pp. 1027. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11041027>



15. Alammary A., Alhazmi S., Almasri M., Gilani S. Blockchain-based applications in education: A systematic review. *Applied Sciences*, 2019, vol. 9 (12), pp. 2400. DOI: <https://doi.org/10.3390/app9122400>
16. Vikhman V. V. Technological trends of industry 4.0 in education: Opportunity navigator. *Vocational Education in the Modern World*, 2022, vol. 12 (1), pp. 29–36. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.20913/2618-7515-2022-1-10> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48359552>
17. Osuna J. B., Gutiérrez-Castillo J.-J., Llorente-Cejudo M. del C., Ortiz R. V. Difficulties in the incorporation of augmented reality in university education: Visions from the experts. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 2019, vol. 8 (2), pp. 126–141. DOI: <https://doi.org/10.7821/NAER.2019.7.409>
18. Rossmann A. Digital maturity: Conceptualization and measurement model. *International Conference on Information Systems (ICIS 2018)*. San Francisco, 2019, vol. 2. URL: <https://aisel.aisnet.org/icis2018/governance/Presentations/8/>
19. Đurek V., Kadoic N., Begičević Ređep N. Assessing the digital maturity level of higher education institutions. *International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 2018, pp. 0671–0676. DOI: <https://doi.org/10.23919/MIPRO.2018.8400126>
20. Kadoić N., Đurek V., Dobrović Ž. Digital maturity of higher education institution: A meta model of the analytical network process (ANP) and decision expert (DEX). *Central European Conference on Information and Intelligent Systems*, Varazdin, Croatia, 2018, pp. 223–230. URL: <https://repositorij.foi.unizg.hr/islandora/object/foi:3548>
21. Gollhardt T., Halsbenning S., Hermann A., Karsakova A., Becker J. Development of a digital transformation maturity model for IT companies. *IEEE Conference on Business Informatics (CBI)*, 2020, pp. 94–103. DOI: <https://doi.org/10.1109/CBI49978.2020.00018>
22. Canetta L., Barni A., Montini E. Development of a digitalization maturity model for the manufacturing sector. *IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICE.2018.8436292>
23. Schallmo D. R. A., Lang K., Hasler D., Ehmig-Klassen K., Williams C. A. An approach for a digital maturity model for SMEs based on their requirements. In: Schallmo D.R.A., Tidd J. (eds) *Digitalization. Management for Professionals*, Springer, Cham, 2021, pp. 87–101. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-69380-0_6
24. Valdez-de-Leon O. A digital maturity model for telecommunications service providers. *Technology Innovation Management Review*, 2016, vol. 6 (8), pp. 19–32. DOI: <http://doi.org/10.22215/timreview/1008>
25. Sych V. V. Development of the education and science system in the context of the formation of Industry 4.0. *Humanitarian of the South of Russia*, 2020, vol. 9 (3), pp. 92–98. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.18522/2227-8656.2020.3.5> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43822936>
26. Romanov E. V. *Methodology and the theory of innovative development of the higher education in Russia*. Moscow: Limited Liability Company “Scientific-Publishing Centre INFRA-M”, 2016, 302 p. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.12737/17756> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25820524>
27. Peralta-Abarca J. del C., Martínez-Bahena B., Enríquez-Urbano J. Industria 4.0. *Inventio*, 2020, vol. 16, pp. 39. DOI: <https://doi.org/10.30973/inventio/2020.16.39/4>
28. Verma A., Bhattacharya P., Madhani N., Trivedi Ch., Bhushan Bh., Tanwar S., Sharma G., Bokoro P., Sharma R. Blockchain for Industry 5.0: Vision, opportunities, key enablers, and future directions. *IEEE Access*, 2022, Vol. 10, pp. 69160–69199. DOI:

- <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3186892> URL:
<https://ieeexplore.ieee.org/document/9809962>
29. Nahavandi S. Industry 5.0 – A human-centric solution. *Sustainability*, 2019, vol. 11 (16), pp. 4371. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11164371>
 30. Yoong Kit L., Tan J., Kit Wayne C., Show P.-L. Significance of Industry 5.0. In: P. L. Show, K. W. Chew, T. C. Ling. (Eds.) *The Prospect of Industry 5.0 in Biomanufacturing*, 2021, pp. 95–114. eBook ISBN 9781003080671 DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003080671-5-5>
 31. Elfar O., Peter A., Kit Wayne C., Show P.-L. What is Industry 5.0? In: P. L. Show, K. W. Chew, T. C. Ling. (Eds.) *The Prospect of Industry 5.0 in Biomanufacturing*, 2021, pp. 57–93. eBook ISBN 9781003080671 DOI: <https://doi.org/10.1201/9781003080671-4-4>
 32. Tocto-Cano E., Paz Collado S., López-Gonzales J. L., Turpo-Chaparro J. E. A systematic review of the application of maturity models in universities. *Information*, 2020, vol. 11 (10), pp. 466. DOI: <https://doi.org/10.3390/info11100466> URL: <https://www.mdpi.com/2078-2489/11/10/466>
 33. Gileva T. A. Digital maturity of the enterprise: Methods of assessment and management. *Bulletin of UGNTU. Science, Education, Economics. Series: Economics*, 2019, no. 1, pp. 38–52. (In Russian) DOI: <http://doi.org/10.17122/2541-8904-2019-1-27-38-52> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37381894>
 34. Kuzin D. V. Problems of digital maturity in modern business. *The World of New Economy*, 2019, vol. 13 (3), pp. 89–99. (In Russian) DOI: <http://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-3-89-99> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39565520>
 35. Vikhman V. V., Romm M. V. “Digital twins” in education: Prospects and reality. *Higher Education in Russia*, 2021, vol. 30 (2), pp. 22–32. (In Russian) DOI: <http://doi.org/10.31992/0869-3617-2021-30-2-22-32> URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44744729>

Submitted: 04 July 2022

Accepted: 9 September 2022

Published: 31 October 2022



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. (CC BY 4.0).

The authors' stated contribution:

The contribution of authors to the collection of empirical material of the presented research, data processing and writing of the text of the article is equivalent.

Information about competitive interests:

The authors claim that they do not have competitive interests.



Information about the Authors

Victoria Viktorovna Vikhman

Candidate of Technical Sciences,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Department of Philosophy,
Novosibirsk State Technical University,
Karl Marx Av., 20, 630073, Novosibirsk, Russian Federation,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9883-8669>
E-mail: vvv@smc.nstu.ru

Mark Valerievich Romm

Doctor of Philosophy, Professor, Head of the Department,
Department of Philosophy,
Novosibirsk State Technical University,
Karl Marx Av., 20, 630073, Novosibirsk, Russian Federation.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4366-1936>
E-mail: mark.romm@gmail.com