

Мировоззренческие основы технологии и общества
Philosophical foundations of technology and society

УДК 378
<https://doi.org/10.32362/2500-316X-2022-10-6-78-90>



НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

Модель формирования цифровых компетенций при реализации программ высшего образования

О.Г. Савка[®],
М.Н. Гусарова,
С.В. Сумина,
Я.О. Князев,
Д.А. Безруков

МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, 119454 Россия
[®] Автор для переписки, e-mail: savka@mirea.ru

Резюме

Цели. Целью работы является анализ модели формирования и оценки цифровых компетенций обучающихся при реализации программ высшего образования, ориентированной на подготовку специалистов, не относящихся непосредственно к ИТ-сфере, но деятельность которых напрямую будет связана с применением цифровых продуктов. Под цифровыми компетенциями индивида следует понимать его способность уверенно, эффективно и безопасно выбирать и применять в различных жизненных практиках информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), в т.ч. осуществлять поиск и критическое осмысление информации; использовать цифровые устройства, функционал социальных сетей; выполнять в онлайн-режиме финансовые и торговые операции; производить цифровой контент. Формирование цифровых компетенций у обучающихся – один из результатов освоения программ высшего образования.

Методы. Использована модель формирования цифровых компетенций, включающая четыре связанных между собой этапа: базовые цифровые компетенции, личностные компетенции (soft skills), профессиональные цифровые компетенции, цифровая культура.

Результаты. Разработана базовая (общая) модель формирования и оценки цифровых компетенций обучающихся при реализации программ высшего образования. Она состоит из четырех взаимосвязанных ступеней, каждая из которых является неотъемлемой частью процесса формирования и оценки цифровых компетенций обучающегося и не может быть исключена без риска недостижения поставленных задач.

Выводы. Разработанная авторами модель основана на обширной нормативно-правовой базе, существующих отечественных и зарубежных практиках; опирается на мнение экспертного сообщества (прежде всего, работодателей); учитывает отраслевые и региональные особенности вуза, специфику направлений подготовки; содержит перечень оптимальных организационно-методических условий формирования цифровых компетенций.

Ключевые слова: цифровая компетентность, цифровая грамотность, цифровой континуум, модель цифровых компетенций, ассесмент, профессиональные компетенции, цифровая культура, информационно-коммуникационные технологии

• Поступила: 14.03.2022 • Доработана: 21.04.2022 • Принята к опубликованию: 13.09.2022

Для цитирования: Савка О.Г., Гусарова М.Н., Сумина С.В., Князев Я.О., Безруков Д.А. Модель формирования цифровых компетенций при реализации программ высшего образования. *Russ. Technol. J.* 2022;10(6):78–90. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2022-10-6-78-90>

Прозрачность финансовой деятельности: Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

RESEARCH ARTICLE

Model of formation of digital competences in implementing higher education programs

**Olga G. Savka @,
Maria N. Gusarova,
Svetlana V. Sumina,
Yaroslav O. Knyazev,
Denis A. Bezrukov**

MIREA – Russian Technological University, Moscow, 119454 Russia

@ Corresponding author, e-mail: savka@mirea.ru

Abstract

Objectives. The paper presents and analyzes a model for the formation and evaluation of digital competencies in students. The model is aimed at the implementation of higher education programs for training specialists not directly working in IT, but whose activities are directly related to using ready-made digital products. Digital competences imply an ability to confidently, effectively, and safely select and apply information and communication technologies in various life practices including researching and critically analyzing information, using digital devices and accessing social network functionality, conducting financial and trading transactions, as well as creating digital content. The formation of such digital competences is one of the results of completing higher education programs.

Methods. The study is based on a model of digital competence formation having the following four interconnected stages: basic digital competences; personal competences (soft skills); professional digital competences; digital culture.

Results. The presented general model for the formation and assessment of student digital competences in higher education programs consists of four interrelated steps, each integral to the process of formation and assessment of the student digital competences, none of which can be excluded without the risk of failing to achieving the specified goals.

Conclusions. The model developed in the paper is based on the existing extensive regulatory framework, as well as existing domestic and foreign practices. Relying on expert community opinion (employers, primarily), it accounts for sector- and region-specific features of universities along with specifics of training areas, as well as comprising a list of optimal organizational and methodological conditions for formation of digital competency.

Keywords: digital competence, digital literacy, digital continuum, model of digital competences, assessment, professional competences, digital culture, information and communication technologies

• Submitted: 14.03.2022 • Revised: 21.04.2022 • Accepted: 13.09.2022

For citation: Savka O.G., Gusarova M.N., Sumina S.V., Knyazev Ya.O., Bezrukov D.A. Model of formation of digital competences in implementing higher education programs. *Russ. Technol. J.* 2022;10(6):78–90. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2022-10-6-78-90>

Financial disclosure: The authors have no a financial or property interest in any material or method mentioned.

The authors declare no conflicts of interest.

ГЛОССАРИЙ

Цифровизация: процесс распространения и внедрения цифровых технологий в различные сферы жизни общества: экономику, культуру, образование и т.д.

Цифровая компетентность: основанная на непрерывном овладении компетенциями (знания, умения, мотивация, ответственность) способность индивида уверенно, эффективно, критично и безопасно выбирать и применять информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) в разных сферах жизнедеятельности (информационная среда, коммуникации, потребление, техносфера), а также его готовность к такой деятельности

Цифровой континуум: совокупность средств, методов и форм обучения, интегрирующих взаимодействие всех участников образовательного процесса как в границах реализации образовательной программы, так и за их пределами, и основанных на использовании цифровых технологий, необходимых для формирования соответствующих навыков и компетенций, востребованных современным рынком труда.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровые компетенции можно представить как способность применять ИКТ в различных сферах жизнедеятельности, а именно: создавать и распространять цифровой контент, решать сложные задачи в цифровой среде (например, проектные и бизнес-задачи). Стремительное развитие цифровых технологий обуславливает потребность в постоянном обновлении и расширении цифровых компетенций граждан в целях эффективного построения цифрового общества.

Представляется правомерным определиться с дефиницией «цифровая компетенция». В исследованиях на эту тему, нами проанализированы различные подходы к определению цифровых компетенций^{1, 2} [1]. Так, например А. Феррари в аналитическом отчете 2012 г., посвященном анализу выявления и трансформации цифровых компетенций, предложил следующее определение: «*Цифровая компетентность – это набор знаний, навыков, отношений, способностей, стратегий и осведомленности, которые требуются при использовании информационно-коммуникационных технологий и цифровых*

медиа для выполнения задач, решения проблем, общения, управления информацией, сотрудничества, создания и обмена контентом, накопления знаний эффективно, действенно, надлежащим образом, критически, творчески» [2].

По мнению Я.В. Дмитриевой и И.А. Алябина [3], цифровая компетенция представляет собой совокупность нескольких цифровых навыков и полученных знаний, необходимую для постоянного применения в профессиональной деятельности. Поскольку одновременно цифровая компетентность «*охватывает управление информацией, сотрудничество, общение и совместное использование, создание содержания и знаний, этику и ответственность, оценку и решение проблем, а также технические операции*», то она будет являться суммой всех имеющихся у индивидуума цифровых компетенций.

Исследователи И.А. Волкова и В.С. Петрова [4] полагают, что цифровые компетенции являются тем ключом, который позволит развиваться цифровой экономике не только как IT-площадке, но и как цифровому продукту. По их мнению, можно условно выделить следующие этапы цифровизации: 1) цифровое включение; 2) цифровое право; 3) школы; 4) дальнейшее образование; 5) высшее образование; 6) цифровое ученичество. Соответственно в рамках каждого из перечисленных этапов выделяются пять областей, через которые должна проходить цифровая компетентность: 1) цифровая финансовая грамотность; 2) цифровая информационная грамотность; 3) цифровой захват и обмен культурными артефактами; 4) дистанционная (удаленная) работа; 5) бизнес-данные и системная интеграция.

¹ Country digital readiness: Research to determine a country's digital readiness and key interventions. <https://www.cisco.com/c/dam/assets/csr/pdf/Country-Digital-Readiness-White-Paper-US.pdf>. Дата обращения 15.11.2021. / Accessed November 15, 2021.

² Djumalieva J., Sleeman C. Which digital skills do you really need? 2018. Nesta. The Innovation Foundation. https://media.nesta.org.uk/documents/Which_digital_skills_do_you_really_need.pdf. Дата обращения 15.11.2021. / Accessed November 15, 2021.

Определение цифровой компетентности, предложенное исследователем Г.У. Солдатовой, покрывает достаточно широкий круг проблем и практик, касающихся использования ИКТ в современном обществе: «*цифровая компетентность – это основанная на непрерывном овладении компетенциями (знания, умения, мотивация, ответственность) способность индивида уверенно, эффективно, критично и безопасно выбирать и применять информационные технологии в разных сферах жизнедеятельности (информационная среда, коммуникации, потребление, техносфера), а также его готовность к такой деятельности и нацеленность на эффективный результат*» [5].

В структуру цифровой компетентности Солдатова включила знания, умения и навыки, мотивацию, ответственность. Важной составляющей последнего элемента является безопасность. Каждый из этих компонентов в той или иной степени реализуется в разных сферах деятельности в интернет-среде.

Отметим, также, что этот автор выделяет четыре вида цифровой компетентности: *медиакомпетентность*, нацеленная на поиск, понимание, критическое осмысление цифровой информации, создание информационных объектов с использованием цифровых ресурсов (текстовых, изобразительных, аудио и видео); *коммуникативная компетентность*, необходимая для различных форм коммуникации (электронная почта, чаты, блоги, форумы, социальные сети и др.); *техническая компетентность*, формирующая ответственное использование технических и программных средств для решения различных задач; *потребительская компетентность*, в основе которой – решение повседневных задач и жизненных ситуаций с помощью цифровых устройств и интернета.

А. Кальвани и соавторы [6] предложили концептуальную основу для определения цифровой компетентности на основе исследований когнитивных и метакогнитивных измерений, связанных с технологиями, и назвали ее рамками цифровых компетенций (digital competence framework). Авторы выявили, что цифровая компетентность представляет конвергенцию трех основных измерений: технологического, когнитивного и этического. Технологическое измерение демонстрирует умение создавать технологии; когнитивное – критически оценивать цифровой текст и данные; этическое – продуктивно взаимодействовать с другими людьми, осознанно используя технологии.

Нередко изучение цифровых компетенций основано на использовании концепции профессиональных компетенций. Например, концепция KSAO основана на утверждении, что специалистам для того,

чтобы эффективно выполнять свою работу, необходимы знания (K – Knowledge), навыки (S – Skills), способности (A – Abilities) и другие характеристики (O – Other characteristics). Модель технологической приемлемости (technological acceptance model) объясняет, насколько граждане верят в свои технологические способности (компетенции) и как используют государственные электронные услуги.

Исследование цифровых компетенций может быть также основано на социально-когнитивной теории и теории запланированного поведения. В этих психологических теориях наличествует понимание и применение концепции самоэффективности для оценки цифровой компетенции. Они служат примером основополагающих знаний, которые обеспечивают понимание когнитивных детерминант поведения, в т.ч. того, что убеждения в способности быть успешными и в силе контроля могут служить индикаторами, предсказывающими намерения индивида [7].

Вышесказанное позволяет утверждать, что под цифровыми компетенциями индивида следует понимать его способность уверенно, эффективно и безопасно выбирать и применять в различных жизненных практиках ИКТ, в т.ч. находить и критически осмысливать информацию; использовать цифровые устройства, функционал социальных сетей; осуществлять в режиме онлайн финансовые и торговые операции; производить цифровой контент. В основе этих способностей лежат полученные в процессе освоения различных образовательных траекторий (среднее, высшее, дополнительное профессиональное образование) соответствующие знания, умения и навыки в сфере цифрового развития. При этом формирование и оценка цифровых компетенций у студентов, обучающихся в учреждениях системы высшего образования (ВО), предусмотрено соответствующими федеральными государственными образовательными стандартами и должно быть отражено в ходе реализации программ ВО [8].

МЕТОДЫ

В разработке модели формирования цифровых компетенций авторы опирались на комплект методических материалов (разработанный ведущими образовательными организациями страны), в котором представлены различные модели цифровых компетенций. Каждая из проанализированных моделей формирует соответствующую направленность и содержательность действий по ее реализации в образовательной стратегии вуза.

Проведенный анализ отечественных моделей цифровых компетенций позволяет утверждать, что их разработчики, опираясь на солидную базу

зарубежной литературы, посвященной этому вопросу, чаще всего выделяют профессиональные и личностные компетенции, дополняя их вариациями базовых компетенций и цифровой культуры (цифровой этики). Следует отметить приверженность как зарубежных, так и российских исследователей некоторым общим методам и принципам при описании ключевых характеристик профессиональных и личностных компетенций.

Так, например, предложенная исследователями из Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации модель компетенций включает в себя четыре взаимосвязанных блока: базовые цифровые компетенции, личностные компетенции, профессиональные компетенции, цифровая культура [9].

Личностные компетенции (*soft skills*) в этой модели представлены следующими группами компетенций: 1) *нацеленность на результат* (умение моделировать разные варианты развития ситуации и тем самым достигать целей цифрового развития наиболее продуктивным способом); 2) *клиентоцентричность* (выстраивать доверительные долгосрочные отношения со всеми заинтересованными сторонами); 3) *коммуникативность* (выбор наилучшей стратегии и тактики общения); 4) *эмоциональный интеллект* (создание благоприятной психологической атмосферы для командной работы); 5) *креативность* (умение находить выход из сложных ситуаций, используя нешаблонные подходы); 6) *критичность* (формирование различных сценариев достижения стратегических целей, способность создавать концепции и варианты стратегий на разные временные периоды). В совокупности все заявленные исследователями индикаторы при их достижении позволяют индивиду успешно участвовать в реализации стратегии цифровой трансформации и проектах цифрового развития.

Правомерно также, на наш взгляд, уделить внимание блоку профессиональных компетенций (*hard skills*) в сфере цифрового развития, от сформированности которых зависит управление процессами, проектами, продуктами цифровой трансформации и регулярное решение сложных профессиональных задач в цифровой среде. В модели представлены шесть ключевых профессиональных компетенций. Полагаем правомерным в характеристике каждой группы указать наиболее актуальные для нас индикаторы: 1) *управление цифровым развитием* – знания, умения и навыки применения инструментов, методов и подходов стратегического менеджмента в управлении цифровым развитием; 2) *развитие организационной культуры* – знания, умения и навыки применения инструментов и методов формирования и трансляции организационной культуры,

механизмов управления организационными изменениями; 3) *инструменты управления* – знания, умения и навыки применения методов и инструментов проектного подхода (основы проектного управления; система управления проектной деятельностью на уровне государства и организации; проекты, программы проектов и портфели проектов); процессы управления жизненным циклом проекта (иницирование, подготовка, реализация, мониторинг и контроль, завершение); 4) *управление и использование данных* – знания, умения и навыки применения технологий принятия решений, основанных на данных (культура и этика принятия решений на основе данных; встраивание процесса принятия решений на основе данных в бизнес-процессы организации; системы автоматического принятия решений, в т.ч. системы искусственного интеллекта; обеспечение безопасности данных); методов управления жизненным циклом данных (проектирование моделей данных, этапы жизненного цикла данных); 5) *применение цифровых технологий* – знания, умения и навыки применения сквозных технологий (новые производственные технологии, нейротехнологии и искусственный интеллект, технологии беспроводной связи, компоненты робототехники и сенсорика, квантовые технологии, системы распределенного реестра, технологии виртуальной и дополненной реальности); средств и методов информационной безопасности и кибербезопасности; 6) *развитие ИТ-инфраструктуры* – знания, умения и навыки в сфере технического документирования, регулирующего функционирование информационных систем и ИТ-продуктов.

Цифровая культура в данной модели представляет собой систему ценностей, установок, норм и правил поведения, поддерживаемую и транслируемую командой цифровой трансформации.

Не менее значимой для настоящего исследования является модель компетенций, предложенная многопрофильным аналитическим центром НАФИ³. В ней выделены следующие компетенции: 1) информационная грамотность (поиск информации на разных ресурсах, оценка ее полезности и вреда); 2) компьютерная грамотность (легкость использования любых цифровых устройств); 3) медиаграмотность (поиск и фильтрация новостей из разных источников); 4) коммуникативная грамотность (использование цифровой коммуникации, т.е. социальных сетей и мессенджеров); 5) отношение к технологическим

³ Цифровая грамотность россиян: исследование 2020. <https://nafi.ru/analytics/tsifrovaya-gramotnost-rossiyan-issledovanie-2020/>. Дата обращения: 03.12.2021. [Digital Literacy of Russians: A 2020 study. <https://nafi.ru/analytics/tsifrovaya-gramotnost-rossiyan-issledovanie-2020/>. Accessed December 3, 2020 (in Russ.).]

инновациям (готовность быстро адаптироваться к новым технологиям).

Правомерно остановиться на модели, предложенной Е.А. Ходыревой из АНО ВО «Университет Иннополис». В докладе «К вопросу оценки цифровых компетенций в образовательных программах» на IV Ежегодной встрече лидеров в области управления образованием, знаниями и цифровизацией в Сочи (октябрь 2021 г.) она выделила следующие основные блоки модели цифровых компетенций: *базовые цифровые компетенции (digital skills); профессиональные компетенции в сфере цифрового развития, в т.ч. отраслевые (hard skills); личностные компетенции в сфере цифрового развития (soft skills)*. Универсальные профессиональные компетенции включают организацию проектной деятельности, бизнес-процессы, клиентоцентричность, культуру работы с данными, применение цифровых продуктов в отрасли (профессиональной деятельности), презентацию (визуализацию), донесение информации с использованием данных, прототипирование. Личностные компетенции включают нацеленность на результат, лидерство, общение, критическое мышление, саморазвитие, управление ресурсным состоянием, стратегическое мышление, креативное мышление, работу в команде. Базовыми цифровыми компетенциями в докладе названы информационная грамотность, коммуникативная грамотность, создание цифрового контента, цифровая безопасность, навыки решения проблем в цифровой среде.

Проведенный теоретико-методологический анализ моделей цифровых компетенций выявил значительный сегмент общих признаков: универсальный характер (возможность актуализации модели для организаций, подразделений и команд любого типа и сектора экономики); масштабируемость (возможность корректировать набор компетенций с учетом корпоративных особенностей и отраслевой направленности); наличие блочной структуры (внимание уделяется не только компетенциям, но и ценностям, которые лежат в основе цифровой трансформации); возможность создавать на ее основе как собственные модели, так и отдельные продукты (например, индивидуальные траектории профессионального развития в вопросах цифровой трансформации, индивидуальные цифровые профили участников цифровой трансформации и т.п.).

Целесообразно применить разработанные отечественными образовательными организациями принципы и методы, заложенные в их моделях цифровых компетенций для создания, в свою очередь, модели формирования цифровых компетенций, которая представляет собой поэтапный процесс, интегрированный в образовательные траектории вуза. На современном этапе вопрос о том, как применить модель

формирования цифровых компетенций в ходе реализации программы ВО, исследован недостаточно, поскольку соответствующие практики находятся только в процессе становления. Авторы стремились нивелировать этот пробел, предложив свою модель формирования цифровых компетенций для направлений, не относящихся к инфокоммуникационной сфере.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработанная авторами базовая (общая) модель формирования и оценки цифровых компетенций обучающихся при реализации программ ВО состоит из четырех взаимосвязанных ступеней, каждая из которых является неотъемлемой частью процесса формирования и оценки цифровых компетенций обучающегося и не может быть исключена без риска недостижения поставленных задач (рис. 1). Она ориентирована на подготовку специалистов, не относящихся непосредственно к ИТ-сфере, но деятельность которых напрямую будет связана с применением готовых цифровых продуктов.

Реализация первой ступени предложенной модели – *условия для формирования цифровых компетенций* – представляет собой поэтапный процесс, который включает в себя мониторинг рынка труда, создание цифрового образовательного континуума, кадровое обеспечение применения цифровых технологий в учебном процессе.

Правомерно, на наш взгляд, привлечь к анализу рынка труда опубликованные источники, которые содержат результаты социологических опросов о требованиях работодателей не только к квалификации, но, в первую очередь, к цифровым навыкам и компетенциям специалистов. Изучение значительного массива таких публикаций⁴ [10, 11], позволило авторам сделать вывод о том, что цифровой экономике требуются кадры, которые не просто ориентируются в цифровой среде, но способны сами проектировать и создавать ее, активно применять весь ее ресурс и инструментарий в профессиональной деятельности. Первостепенное значение приобретает не количество получаемой индивидом информации, а знания и умения в области эффективного применения и управления ею, в т.ч. с использованием цифровых устройств, коммуникационных приложений и сетей. Современного работодателя, как свидетельствуют данные крупнейших отечественных

⁴ Сорокин Д. Участие субъектов РФ в реализации мероприятий федерального проекта «Кадры для цифровой экономики». <https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2019/09/sorokin.pdf>. Дата обращения: 08.12.2021. [Sorokin D. Participation of the Russian Federation subjects in the implementation of the “Personnel for the Digital Economy” federal project. <https://d-russia.ru/wp-content/uploads/2019/09/sorokin.pdf>. Accessed December 8, 2021 (in Russ.).]

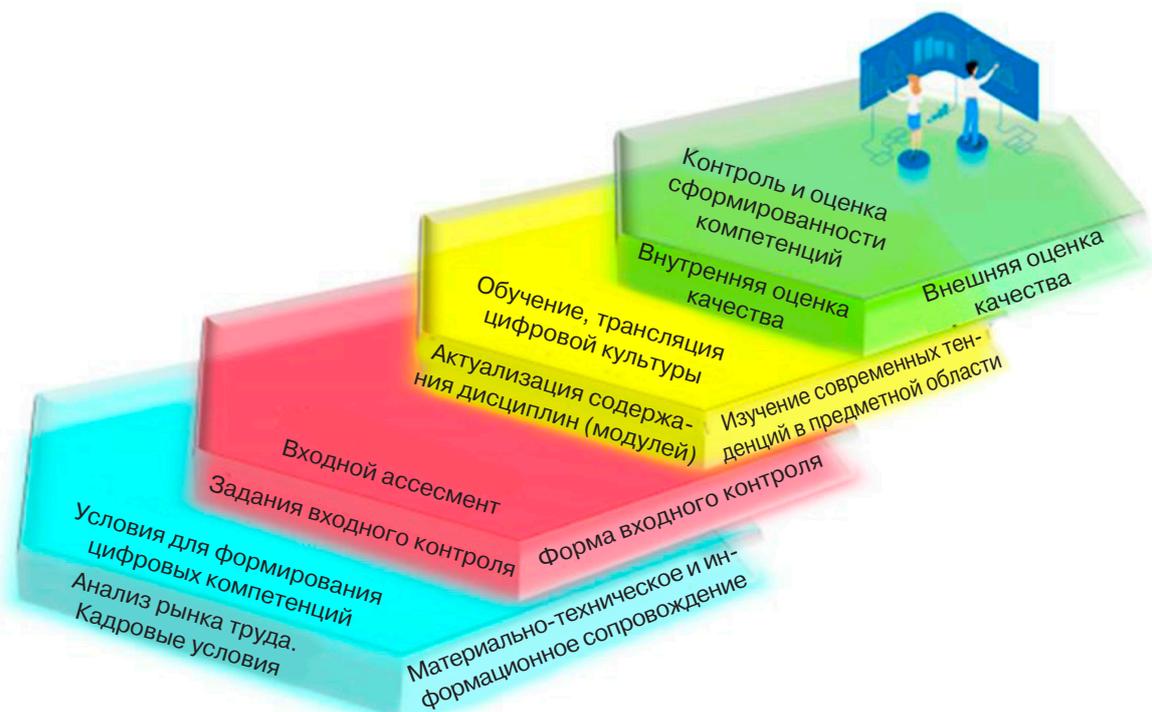


Рис. 1. Базовая общая модель формирования и оценки цифровых компетенций обучающихся при реализации программ ВО

интернет-рекрутментов HeadHunter⁵ и Superjob⁶, в большей степени интересуют надпрофессиональные навыки, благодаря которым специалист не только взаимодействует с цифровыми продуктами и решениями, но буквально ощущает себя «внутри» виртуального контента, моделируя и развивая его.

Второй этап первой ступени включает в себя разработку и формирование цифрового образовательного континуума как базовой составляющей организационно-методического сопровождения формирования цифровых компетенций при реализации программ высшего образования. Авторы определяют его как совокупность средств, методов и форм обучения, интегрирующих взаимодействие всех участников образовательного процесса как в границах реализации образовательной программы, так и за их пределами, и основанных на использовании цифровых технологий, необходимых для формирования востребованных современным рынком труда навыков и компетенций.

Цифровой континуум – понятие значительно более широкое, чем электронная информационно-образовательная среда, поскольку представляет собой эффективное и безопасное цифровое окружение обучающегося, составляющими которого являются образовательный контент, мобильные приложения вуза, каналы электронного взаимодействия. Правоммерно

утверждать о создании полноценной цифровой среды, в которой обучающийся является не только потребителем, но и полноценным участником, моделируя ее, например, под свои индивидуальные образовательные траектории. Формирование цифрового континуума ускоряет «погружение» в среду современных цифровых взаимодействий, аналогичную среде, в которой окажется выпускник после завершения обучения.

Анализ требований работодателей к содержанию цифровых навыков и компетенций выпускников позволил выявить необходимый для построения цифрового континуума комплект материально-технических и программных средств⁷ [12]. В частности, из свободно распространяемого программного обеспечения для реализации программ ВО мы можем рекомендовать *1С:Предприятие 8.3*⁸, *Компас 3D LT*⁹, из лицензионного – *ЭОС*¹⁰, *T-FLEX CAD*¹¹,

⁷ Комплект материалов по цифровым навыкам. Женева, 2018: 6–7. <https://psihdocs.ru/komplekt-materialov-po-cifrovim-navikam.html>. Дата обращения 18.01.2022. [A set of materials on digital skills. Geneva, 2018:6–7. <https://psihdocs.ru/komplekt-materialov-po-cifrovim-navikam.html>. Accessed January 18, 2022 (in Russ.).]

⁸ <https://v8.1c.ru/podderzhka-i-obuchenie/uchebnye-versii/distributiv-1s-predpriyatie-8-3-versiya-dlya-obucheniya-programmirovaniyu/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

⁹ <https://kompas.ru/kompas-3d-lt/about/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

¹⁰ <https://eos.ru/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

¹¹ <https://www.tflexcad.ru/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

⁵ <https://hh.ru/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

⁶ <https://www.superjob.ru/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

*Astra Linux*¹², *QForm*¹³. Безусловно, данный список не является исчерпывающим. Образовательной организации предоставлено право самостоятельно определить перечень программного обеспечения с учетом требуемых цифровых навыков в профессиональной области.

Применение программных продуктов требует соответствующего аппаратного обеспечения. Многолетняя стратегия РТУ МИРЭА по наращиванию аппаратной базы учебного процесса доказывает, что компьютерные классы должны быть оснащены современным мультимедийным оборудованием, включающим проекционный экран, мультимедийный проектор, плазменную панель, видеокамеру, компьютеры, оборудование для видеоконференц-связи, звуковое оборудование.

Формирование цифрового континуума предполагает также использование актуальных для соответствующих программ ВО современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и электронно-библиотечных систем. Их перечень целесообразно формировать на основе консультаций с представителями организаций, которые предоставляют базу для производственной практики, а также с потенциальными работодателями из государственных организаций и коммерческих структур. Полагаем, что к числу современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем следует отнести «1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений»¹⁴, CLE International¹⁵, COMSOL Multiphysics^{®16} ПО для мультифизического моделирования, eLIBRARY.RU¹⁷ и др. Среди электронно-библиотечных систем следует назвать, например, Юрайт¹⁸, IPR Books¹⁹, ЭБС Znanium²⁰, Университетская библиотека онлайн²¹.

¹² <https://astralinux.ru/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

¹³ <https://qform3d.ru/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

¹⁴ <https://edu.1cfresh.com>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

¹⁵ <https://www.cle-international.com>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

¹⁶ <https://www.comsol.ru>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

¹⁷ www.elibrary.ru. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

¹⁸ <https://urait.ru/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

¹⁹ <https://www.iprbookshop.ru/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

²⁰ <https://znanium.com/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

²¹ <https://biblioclub.ru/>. Дата обращения 06.04.2022. / Accessed April 6, 2022 (in Russ.).

Кадровое обеспечение образовательного процесса – третий этап первой ступени – предполагает формирование преподавательского состава из числа преподавателей, способных применять в учебном процессе ИКТ и интегрировать цифровую грамотность с другими своими профессиональными компетентностями. Очевидно, что преподаватель современного вуза, также как и специалист в любой другой сфере, должен стремиться развивать свои надпрофессиональные навыки, ориентированные на погружение в цифровую среду и работу в ней. Это позволит преподавателю гибко реагировать на появление новых моделей обучения и сохранить свою конкурентоспособность на рынке труда. Образовательная организация, в свою очередь, должна разработать системный подход по обучению и переобучению преподавательского состава в области цифровой грамотности, владения цифровыми технологиями, продуктами и инструментами. Целесообразно вовлекать в учебный процесс и специалистов-практиков, обладающих цифровыми компетенциями.

Проведенное исследование позволило сформулировать следующие требования к преподавателю в области владения необходимыми цифровыми компетенциями: использование цифровой среды для организации учебного процесса, поиск и анализ информации, кибербезопасность, цифровая этика, информационный менеджмент, коммуникация в цифровой среде, непрерывное самообразование.

Реализация первой ступени в предложенной модели представляет собой проектирование перечня требуемых индикаторов для цифровых компетенций (профессиональных и личностных).

Вторая ступень предложенной модели – **входной ассесмент** – позволяет определить базовый уровень знаний обучающихся, исходя из которого, предстоит выстроить образовательный процесс по формированию цифровых компетенций. Входной контроль определяет требования к содержанию дисциплин (модулей), формирующих цифровые компетенции.

Первым этапом второй ступени предусмотрено определение наиболее полного перечня базовых цифровых компетенций и разработка заданий входного контроля, которые позволят выявить уровень их сформированности у обучающихся. Базовые цифровые компетенции – это базовый уровень знаний и умений использования ИКТ в трудовой деятельности и в обычных жизненных практиках. Полагаем, что у обучающихся он не может быть ниже уровня, определяемого федеральным государственным стандартом среднего общего образования.

Содержание входного контроля должно полностью отражать предметные области, связанные с цифровыми технологиями. Для его проведения нами рекомендованы следующие темы вопросов/заданий,

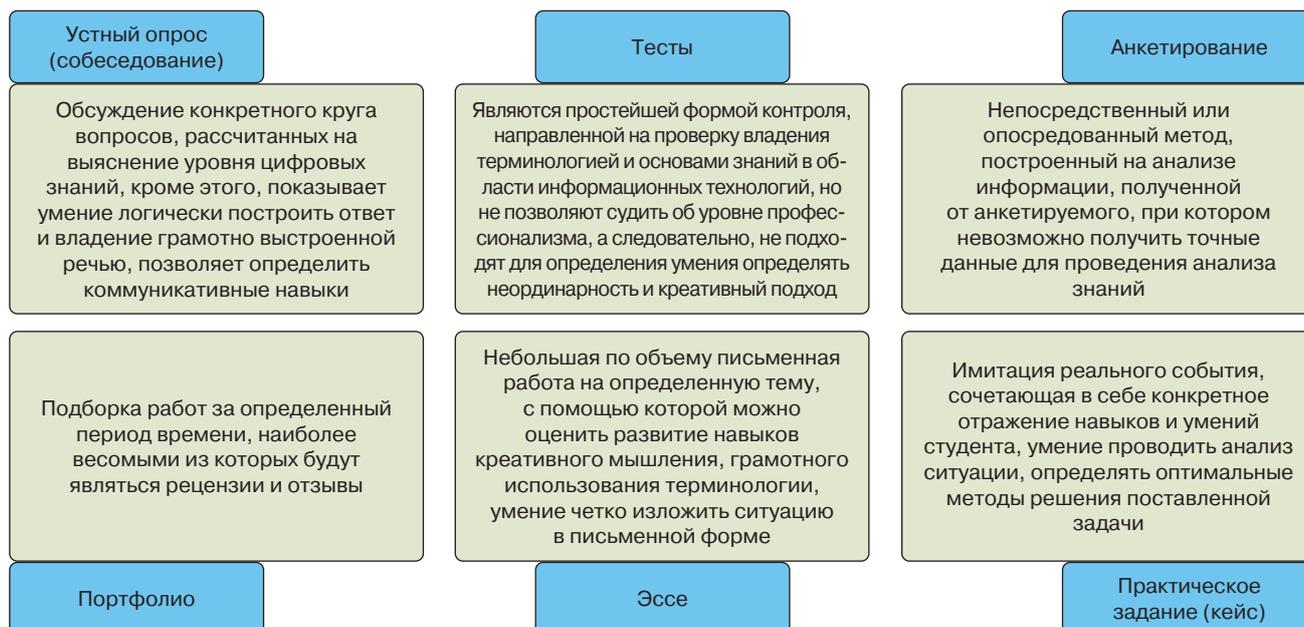


Рис. 2. Формы проведения входного контроля и использование полученных результатов

которые позволяют определить уровень базовых цифровых компетенций у обучающихся:

- становление и эволюция информационного общества и информационных технологий;
- основные термины и понятия цифровизации и цифровой экономики;
- роль информации в современном мире;
- информационные и цифровые технологии в медиа-сегменте и творческой деятельности;
- цифровые технологии в коммуникации;
- техника безопасности при работе с оргтехникой;
- информационная безопасность;
- этика поведения в цифровой среде;
- выбор цифровых инструментов, прикладных программ, необходимых для решения поставленной задачи;
- поиск информации в сети интернет;
- анализ и обработка цифровой информации;
- алгоритмы и алгоритмические модели для решения профессиональных задач;
- хранение и обработка данных;
- текстовые редакторы;
- электронные таблицы;
- базы данных.

На втором этапе входного ассесмента (второй ступени) следует определиться с форматом входного контроля и его реализацией (тест, устный опрос, анкетирование, портфолио, эссе, кейс). На рис. 2 представлены формы проведения входного контроля и использование полученных результатов.

Ввиду того, что у каждого формата есть свои преимущества и недостатки, представляется правомерным использовать сочетание различных форматов.

Например, тестирование позволяет выявить владение терминологией и основами цифровых знаний, а решение кейса или собеседование – их глубину.

Третья ступень модели формирования цифровых компетенций ориентирована на **обучение и трансляцию цифровой культуры**. На этой ступени формируются цифровые компетенции, необходимые для успешной профессиональной деятельности специалиста в условиях цифровой экономики. В основе ее реализации – достижения первой и второй ступеней. Полученные результаты позволяют определиться с актуализацией учебных дисциплин (модулей) в части формирования цифровых компетенций.

Проведенное исследование позволяет утверждать, что при актуализации рабочих программ дисциплин (модулей) следует опираться на показатели требуемого уровня сформированности цифровых компетенций с учетом особенностей предметной области, доступный инструментарий оценки их сформированности и современные тренды цифровой экономики. Обеспечение единства педагогических требований для каждой из цифровых компетенций достигается разработкой единого оценочного инструментария, применяемого для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по всем учебным дисциплинам.

Цифровые компетенции формируются на протяжении всего периода обучения. Это достигается благодаря совокупности различных факторов. В их числе необходимо отметить наличие в образовательной программе междисциплинарных связей и сохранение преемственности дисциплин. Очевидно, что требуемого уровня цифровых компетенций возможно

достичь лишь путем их поэтапного формирования на уровне индикаторов по каждой отдельной дисциплине при наличии междисциплинарных связей в образовательной программе. Значительный массив работы в этом направлении (в первую очередь речь идет о методической поддержке) осуществляет учебно-методический совет вуза, который может вовлекать в эту деятельность представителей потенциальных работодателей.

Процесс обучения по актуализированным программам дисциплин (курсов) сопровождается трансляцией цифровой культуры со стороны цифрового образовательного континуума, обеспечивая гармоничное встраивание цифровых компетенций в ряд личностных компетенций обучающегося. При этом в ходе освоения образовательной программы профессиональные цифровые компетенции переходят в разряд повседневных жизненных практик, образуя цифровую личность нового поколения.

Полагаем, что среди ключевых ценностей цифровой культуры следует выделить цифровую компетентность обучающегося. На наш взгляд, именно готовность к инновационным технологическим вызовам является основой успешного цифрового развития и неотъемлемой частью цифровой культуры будущего специалиста, который, обладая необходимыми званиями и умениями, понимает, как использовать ИКТ и цифровые технологии в жизни и трудовой деятельности, соблюдает цифровую этику и безопасность. Достижение заявленных индикаторов является результатом третьей ступени, направленной на формирование и трансляцию цифровой культуры.

Четвертая ступень предложенной модели – **контроль и оценка сформированности цифровых компетенций** – состоит из двух этапов. На первом этапе происходит оценка достижений результатов обучения (сформированности индикаторов цифровых компетенций), запланированных по дисциплинам (модулям) и практикам в рамках текущей и промежуточной аттестации; диагностика уровня сформированности цифровых компетенций; проведение государственной итоговой аттестации.

Проведенное исследование позволяет утверждать, что для оценки достижений результатов обучения целесообразно создать реестр индикаторов, отражающих все показатели сформированности цифровых компетенций у обучающихся. Так как уровни освоения обучающимися цифровых компетенций устанавливаются с помощью соответствующих оценочных средств, то в составе образовательной программы должен быть комплект оценочных материалов по проверке теоретических и практических знаний в области применения цифровых технологий. Важной составляющей фонда

оценочных материалов, на наш взгляд, являются кейсы (проблемно-ситуативный вид практических задач, требующих комплексного подхода к их решению), т.к. их применение представляется наиболее эффективным для решения практических задач профессиональной деятельности, требующих реализации цифровых компетенций.

Второй этап четвертой ступени предусматривает проведение независимой внешней оценки сформированности цифровых компетенций обучающегося (будущего специалиста)²² [12]. Ее проведение включает в себя различные форматы реализации, а именно:

- привлечение потенциальных работодателей к формированию оценочных материалов; предоставление ими базы для прохождения практической подготовки; участие представителей работодателей из государственных и негосударственных структур в промежуточной и итоговой аттестации, рецензировании образовательной программы в части формирования цифровых компетенций в профессиональной области;
- систематическое анкетирование, организованное образовательной организацией (не реже 1 раза в год), работодателей о степени удовлетворенности уровнем сформированности цифровых компетенций выпускников. На основе анализа результатов анкетирования работодателей образовательная организация корректирует образовательную программу;
- анкетирование выпускников (например, путем рассылки опросных материалов на электронную почту) о степени их профессиональной реализованности на рынке труда, конкурентоспособности и востребованности со стороны работодателей цифровых навыков и компетенций, приобретенных в период обучения.

Таким образом, образовательная организация на основании результатов проведения государственной итоговой аттестации и полученных показателей независимой оценки сформированности цифровых компетенций (профессиональных и личностных) выпускников осуществляет актуализацию образовательной программы. Процесс

²² Методические рекомендации по использованию цифровых инструментов подтверждения результатов оценки компетенций цифровой экономики. https://old.digitalskills.center/upload/iblock/e0d/e0dd8b36038dee3fc37eceddb9bec13e.pdf?_ga=2.111898692.1115568595.1639414150-1681117855.1639414150. Дата обращения 02.12.2021. [Methodological recommendations on the use of digital tools for confirming the results of the assessment of the digital economy competencies. https://old.digitalskills.center/upload/iblock/e0d/e0dd8b36038dee3fc37eceddb9bec13e.pdf?_ga=2.111898692.1115568595.1639414150-1681117855.1639414150. Accessed December 2, 2021 (in Russ.).]

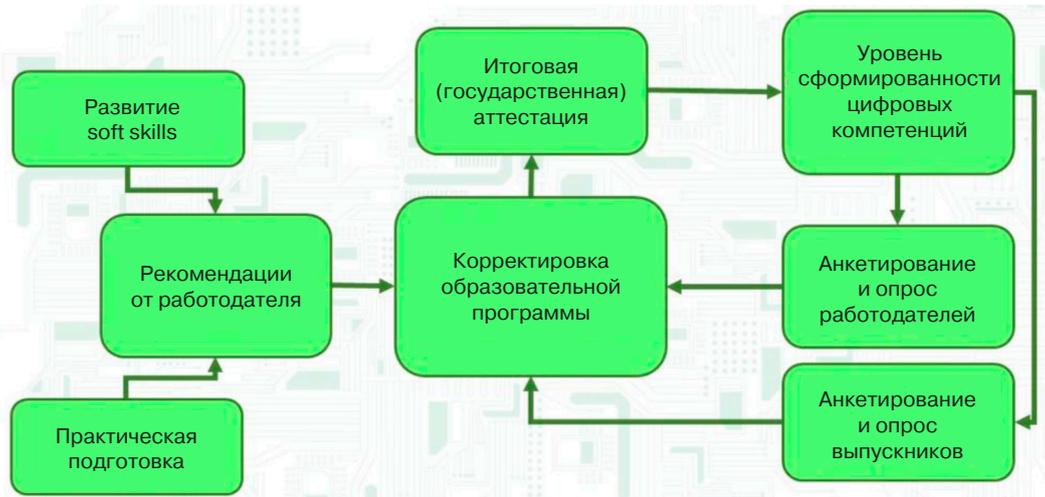


Рис. 3. Корректировка образовательной программы

корректировки образовательной программы (рис. 3.) является непрерывным мультиитерационным процессом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что базовая (общая) модель формирования и оценки цифровых компетенций обучающихся при реализации программ высшего образования ориентирована на формирование у них личностных и профессиональных цифровых компетенций принципиально нового типа. Эволюция подходов к их формированию обусловлена новыми трендами в развитии экономики и общества под влиянием стремительного распространения цифровых платформ, экосистем, сквозных технологий и цифровых инструментов. Выпускники должны получить навыки, знания и умения для того, чтобы гибко адаптироваться к запросам рынка и работодателей в сфере применения цифровых компетенций; легко социализироваться в цифровом обществе; реализовывать цифровые проекты; использовать цифровые инструменты для идентификации, доступа, управления,

анализа, оценки и синтеза цифровых ресурсов; продуктивно, критично и безопасно выбирать и применять ИКТ в повседневных жизненных практиках и профессиональной деятельности.

Предложенная модель основана на обширной нормативно-правовой базе, моделях цифровых компетенций от ведущих отечественных образовательных организаций, широком массиве литературы, раскрывающей понятие цифровой компетенции и составляющих ее блоков; дополняет и расширяет уже существующие практики создания, внедрения и оценки моделей формирования цифровых компетенций в программах высшего образования. Ее достоинствами являются опора на мнение экспертного сообщества (прежде всего, работодателей); учет отраслевых и региональных особенностей вуза, специфики направлений подготовки, наличия оптимальных организационно-методических условий формирования цифровых компетенций.

Вклад авторов

Все авторы в равной степени внесли свой вклад в исследовательскую работу.

Authors' contribution

All authors equally contributed to the research work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sicilia M.-A., García Barriocanal E., Sánchez-Alonso S., et al. Digital skills training in higher education: Insights about the perceptions of different stakeholders. In: *Proceedings 6th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM)*. 2018. P. 781–787. <https://doi.org/10.1145/3284179.3284312>
2. Ferrari A. *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. JRC Publications Repository. 2013, October 9. <https://doi.org/10.2788/52966>

REFERENCES

1. Sicilia M.-A., García Barriocanal E., Sánchez-Alonso S., et al. Digital skills training in higher education: Insights about the perceptions of different stakeholders. In: *Proceedings 6th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM)*. 2018. P. 781–787. <https://doi.org/10.1145/3284179.3284312>
2. Ferrari A. *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. JRC Publications Repository. 2013, October 9. <https://doi.org/10.2788/52966>

3. Дмитриева Я.В., Алябин И.А., Бровко Е.И., Двинина С.Ю., Демьянова О.В. Развитие цифровых навыков у студентов вузов: де-юре vs де-факто. *Университетское управление: практика и анализ = University Management: Practice and Analysis*. 2021;25(2):59–79. <https://doi.org/10.15826/umpra.2021.02.015>
4. Волкова И.А., Петрова В.С. Формирование цифровых компетенций в профессиональном образовании. *Вестник Нижневартковского государственного университета*. 2019;1:17–24. URL: <https://vestnik.nvsu.ru/2311-1402/article/view/49621>
5. Солдатова Г.У., Рассказова Е.И. Модели цифровой компетентности и деятельность российских подростков онлайн. *Национальный психологический журнал*. 2016;2(22):50–60. <https://doi.org/10.11621/npj.2016.0205>
6. Calvani A., Cartelli A., Fini A., Ranieri M. Models and instruments for assessing digital competence at school. *Journal of e-learning and knowledge society*. 2008;4(3):183–193.
7. Дмитриева Н.Е., Жулин А.Б., Артамонов Р.Е., Титов Э.А. Оценка уровня цифровой готовности. В кн.: *Оценка цифровой готовности населения России. Доклад НИУ ВШЭ*. М.: Издательский дом Высшей школы экономики; 2021. С. 67–73. ISBN 978-5-7598-2518-0. <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/464963752.pdf>. Дата обращения: 21.01.2022.
8. Кузьмина М.В. и др. (авт.-сост.). *Формирование цифровой грамотности обучающихся: Методические рекомендации для работников образования в рамках реализации Федерального проекта «Цифровая образовательная среда»*. Киров: ИРО Кировской области; 2019. 47 с. URL: <https://kirovipk.ru/wp-content/uploads/2019/12/formirovanie-czifrovoj-gramotnosti-obuchayushhihsya-metodicheskie-rekomendaczii-dlya-rabotnikov-obrazovaniya.pdf>. Дата обращения 21.01.2022.
9. Шклярчук М.С., Гаркуша Н.С. (ред.). *Модель компетенций команды цифровой трансформации в системе государственного управления*. М.: РАНХиГС; 2020. 84 с. https://frpm.ru/wp-content/uploads/2021/09/Competency_Model_CDTO_RANEPА.pdf. Дата обращения 21.01.2022.
10. Гусев А.А. Цифровизация трудовых отношений и ее влияние на производительность труда и стоимость компаний. *Экономика. Налоги. Право*. 2019;12(6):39–47. URL: <http://www.fa.ru/org/div/edition/enp/journals/2019%20%E2%84%9666.pdf>
11. Кат'кало В.С., Волков Д.Л., Баранов И.Н., Зубцов Д.А., Соболев Е.В., Юрченков В.И., Старовойтов А.А., Сафронов П.А. *Обучение цифровым навыкам: глобальные вызовы и передовые практики. Аналитический отчет к III Международной конференции «Больше чем обучение: как развивать цифровые навыки»*. М.: АНО ДПО «Корпоративный университет Сбербанка»; 2018. Р. 10–11. URL: https://sberuniversity.ru/upload/iblock/2f8/Analytical_report_digital_skills_web_demo.pdf. Дата обращения 21.01.2022.
3. Dmitrieva Ya.V., Alyabin I.A., Brovko E.I., Dvinina S.Yu., Dem'yanova O.V. University students' digital skills: De Jure vs De Facto. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz = University Management: Practice and Analysis*. 2021;25(2):59–79 (in Russ.). <https://doi.org/10.15826/umpra.2021.02.015>
4. Volkova I.A., Petrova V.S. Formation of digital competencies in vocational education. *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Nizhnevartovsk State University*. 2019;1:17–24 (in Russ.). Available from URL: <https://vestnik.nvsu.ru/2311-1402/article/view/49621>
5. Soldatova G.U., Rasskazova E.I. Models of digital competence and online activities of Russian adolescents. *Natsional'nyi psikhologicheskii zhurnal = National Psychological Journal*. 2016;2(22):50–60 (in Russ.). <https://doi.org/10.11621/npj.2016.0205>
6. Calvani A., Cartelli A., Fini A., Ranieri M. Models and instruments for assessing digital competence at school. *Journal of e-learning and knowledge society*. 2008;4(3):183–193.
7. Dmitrieva N.E., Zhulin A.B., Artamonov R.E., Titov E.A. Assessment of digital readiness level. In: *Assessment of Digital Readiness of the Population of Russia. Report of the HSE University*. Moscow: Izdatel'skii dom Vysshei shkoly ekonomiki; 2021. P. 67–73 (in Russ.). ISBN 978-5-7598-2518-0. Available from URL: <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/464963752.pdf>. Accessed 21.01.2022.
8. Kuzmina M.V., et al. (Eds.). *Formation of digital literacy of students: Methodological recommendations for educators in the framework of the implementation of the Federal project "Digital Educational Environment."* Kirov: IRO Kirov. Oblast; 2019. 47 p. (in Russ.). Available from URL: <https://kirovipk.ru/wp-content/uploads/2019/12/formirovanie-czifrovoj-gramotnosti-obuchayushhihsya-metodicheskie-rekomendaczii-dlya-rabotnikov-obrazovaniya.pdf>. Accessed 21.01.2022.
9. Shklyaruk M.S., Garkusha N.S. (Eds.). *The Competence model of the digital transformation team in the public administration system*. Moscow: RANKhiGS; 2020. 84 p. (in Russ.). Available from URL: https://frpm.ru/wp-content/uploads/2021/09/Competency_Model_CDTO_RANEPА.pdf. Accessed 21.01.2022.
10. Gusev A.A. Labor relations digitalization and its impact on labor productivity and value of companies. *Ekonomika. Nalogi. Pravo = Economics, Taxes & Law*. 2019;12(6):39–47 (in Russ.). Available from URL: <http://www.fa.ru/org/div/edition/enp/journals/2019%20%E2%84%9666.pdf>
11. Kat'kalo V.S., Volkov D.L., Baranov I.N., Zubtsov D.A., Sobolev E.V., Yurchenkov V.I., Starovoitov A.A., Safronov P.A. *Digital Skills Education: Global Challenges and Best Practices. Analytical report for the 3rd International Conference "More than Learning: How to Develop Digital Skills."* Moscow: Korporativnyi universitet Sberbanka; 2018. P. 10–11 (in Russ.). Available from URL: https://sberuniversity.ru/upload/iblock/2f8/Analytical_report_digital_skills_web_demo.pdf. Accessed 21.01.2022.

12. Суханова Е.А., Фрумин И.Д. (науч. ред.). *Качество образования в российских университетах: что мы поняли в пандемию: Аналитический доклад*. Томск: Издательство Томского государственного университета; 2021. 46 с. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/koaha:000892778>. Дата обращения 21.01.2022.
12. Sukhanova E.A., Frumin I.D. (Eds.). *The quality of education in Russian universities: what we understood during the pandemic: Analytical report*. Tomsk: Izdatel'stvo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta; 2021 (in Russ.). Available from URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/koaha:000892778>. Accessed 21.01.2022.

Об авторах

Савка Ольга Геннадьевна, к.и.н., доцент, заведующий кафедрой документоведения, истории государства и права Института технологий управления ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: savka@mirea.ru. SPIN-код РИНЦ 5570-0959, <https://orcid.org/0000-0002-0808-1760>

Гусарова Мария Николаевна, д.и.н., доцент, профессор кафедры документоведения, истории государства и права Института технологий управления ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: gusarova@mirea.ru. SPIN-код РИНЦ 5254-2382, <https://orcid.org/0000-0002-4333-7514>

Сумина Светлана Валерьевна, старший преподаватель кафедры КБ-1 «Защита информации» Института кибербезопасности и цифровых технологий ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: sumina@mirea.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6024-0637>

Князев Ярослав Олегович, к.т.н., доцент кафедры цифровых и аддитивных технологий Института перспективных технологий и промышленного программирования ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78). E-mail: knyazev_ya@mirea.ru. SPIN-код РИНЦ 7282-7748, <https://orcid.org/0000-0001-9185-6194>

Безруков Денис Алексеевич, к.х.н., доцент кафедры биотехнологии и промышленной фармации Института тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119571, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 86). E-mail: bezrukov@mirea.ru. <https://orcid.org/0000-0002-3201-3266>

About the authors

Olga G. Savka, Cand. Sci. (Hist.), Head of the Department of Documentary Studies, History of State and Law, Institute of Management Technologies, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: savka@mirea.ru. RSCI SPIN-code 5570-0959, <https://orcid.org/0000-0002-0808-1760>

Maria N. Gusarova, Dr. Sci. (Hist.), Professor, Department of Documentary Studies, History of State and Law, Institute of Management Technologies, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: gusarova@mirea.ru. RSCI SPIN-code 5254-2382, <https://orcid.org/0000-0002-4333-7514>

Svetlana V. Sumina, Senior Lecturer, Information Protection Department, Institute of Cybersecurity and Digital Technologies, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: sumina@mirea.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6024-0637>

Yaroslav O. Knyazev, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor, Department of Digital and Additive Technologies, Institute of Advanced Technologies and Industrial Programming, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russia). E-mail: knyazev_ya@mirea.ru. RSCI SPIN-code 7282-7748, <https://orcid.org/0000-0001-9185-6194>

Denis A. Bezrukov, Cand. Sci. (Chem.), Assistant Professor, Department of Biotechnology and Industrial Pharmacy, M.V. Lomonosov Institute of Fine Chemical Technologies, MIREA – Russian Technological University (86, Vernadskogo pr., Moscow, 119571 Russia). E-mail: bezrukov@mirea.ru. <https://orcid.org/0000-0002-3201-3266>

Отпечатано в «МИРЭА – Российский технологический университет».

119454, РФ, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 78.

Подписано в печать 30.11.2022 г.

Формат 60 × 90/8. Печать цифровая.

Уч.-изд. листов 11.25.

Тираж 100 экз. Заказ № 925.

Подписку на печатную версию

Russian Technological Journal можно оформить
через ООО «Агентство «Книга-Сервис», www.akc.ru.

Подписной индекс: **79641**.

Printed in MIREA – Russian Technological University.
78, Vernadskogo pr., Moscow, 119454 Russian
Federation.

Signed to print November 30, 2022.

Format 60 × 90/8. Digital print.

C.p.l. 11.25.

100 copies. Order No. 925.

Subscription to the *Russian Technological
Journal* printed version can be made through
the *Kniga-Servis* Agency, www.akc.ru.

Subscription index: **79641**.