

Анализ профессиональных навыков специалистов в сфере искусственного интеллекта

Сорокина Галина Петровна

Д-р экон. наук, директор Института экономики и финансов
ORCID: 0000-0002-3046-4231, e-mail: gp_sorokina@guu.ru

Долгих Екатерина Алексеевна

Канд. экон. наук, доц. каф. статистики
ORCID: 0000-0003-2266-3326, e-mail: Ekaterina-d@inbox.ru

Першина Татьяна Алексеевна

Канд. экон. наук, доц. каф. статистики
ORCID: 0000-0003-3415-9020, e-mail: tatypershina@yandex.ru

Государственный университет управления, г. Москва, Россия

Аннотация

В условиях цифровизации специалистам необходимо обладать соответствующими навыками, поэтому многие абитуриенты выбирают специальности, в которых преобладают информационные технологии и знания в области программирования. Комплексные меры по подготовке выпускников в условиях цифровизации охватывают формирование соответствующих образовательных программ. Цель исследования – подготовка рекомендаций по совершенствованию образовательного процесса в сфере искусственного интеллекта и машинного обучения на основе сопоставления различных программ, затрагивающих подготовку специалистов в этой области. В исследовании использованы методы: 1) выборочного обследования, благодаря которому отобрано 4 российских вуза, осуществляющих подготовку по учебным программам в области информационных технологий; 2) группировки и типологизации основных образовательных программ, профессиональных стандартов и дисциплин, благодаря чему построены соответствующие типологические группировки, которые позволяют конкретизировать требования к знаниям, умениям и навыкам, необходимым специалистам по работе с искусственным интеллектом. Проведен сравнительный анализ профессиональных стандартов, учитывающих работу современного специалиста с цифровыми навыками. Определен компетентностный подход в образовательном процессе, выявлена необходимость в разработке профессионального стандарта для специалистов в области искусственного интеллекта и машинного обучения. На основе полученных результатов подготовлены рекомендации по базовым дисциплинам, которые необходимо включать в образовательные программы вузов для подготовки конкурентоспособных выпускников.

Ключевые слова

Образование, цифровизация, искусственный интеллект, машинное обучение, образовательная программа, информатика, информационные технологии

Для цитирования: Сорокина Г.П., Долгих Е.А., Першина Т.А. Анализ профессиональных навыков специалистов в сфере искусственного интеллекта // Вестник университета. 2022. № 4. С. 81–89.



Competence analysis of artificial intelligence professionals

Galina P. Sorokina

Dr. Sci (Econ.), Director of the Economics and Finance Institute
ORCID: 0000-0002-3046-4231, e-mail: gp_sorokina@guu.ru

Ekaterina A. Dolgikh

Cand. Sci (Econ.), Assoc. Prof. at the Statistic Department
ORCID: 0000-0003-2266-3326, e-mail: Ekaterina-d@inbox.ru

Tatyana A. Pershina

Cand. Sci (Econ.), Assoc. Prof. at the Statistic Department
ORCID: 0000-0003-3415-9020, e-mail: tatypershina@yandex.ru

State University of Management, Moscow, Russia

Abstract

In the conditions of digitalisation, it is necessary to have the appropriate skills. Therefore, many applicants choose occupations in which information technology (IT) and programming knowledge is predominant. Comprehensive measures for preparing graduates in the context of digitalisation cover the formation of appropriate educational programmes. The aim of the study is to provide recommendations for improving the educational process in the field of artificial intelligence (AI) and machine learning based on comparing various programmes affecting the training of professionals in this field. The research uses the following methods. First, it is a sample survey, due to which 4 Russian universities that provide training in programmes in IT, are selected. Second, this is grouping and typology of basic educational curricula, professional standards and disciplines, due to which appropriate typological groupings, are constructed. That allows specifying requirements for knowledge, skills, and abilities necessary for specialists in the field of AI. A comparative analysis of professional standards taking into account the work of a modern specialist with digital skills has been carried out. The competence approach in the educational process has been defined, and the need for a professional standard for IT specialists has been identified. Based on the results obtained, recommendations have been prepared on the basic disciplines that need to be included in the educational programmes of universities to prepare competitive graduates.

Keywords

Education, digitalisation, artificial intelligence, machine learning, educational programme, computer science, information technologies

For citation: Sorokina G.P., Dolgikh E.A., Pershina T.A. (2022) Competence analysis of artificial intelligence professionals. *Vestnik universiteta*, no. 4, pp. 81–89.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровые технологии эволюционно входят в жизнь общества, необратимо трансформируя его. Рост инвестиций в развитие искусственного интеллекта (далее – ИИ) превосходит прогнозные значения. Например, по прогнозам компании IDC инвестиции российских компаний в 2019 г. должны были быть направлены в размере 139,3 млн долл. на развитие ИИ, но по факту, инвестиции превысили прогноз и составили 172,5 млн долл. Однако при этом Россия значительно отстает от Европы, аналогичные расходы которой составили более 7 млрд долл., а также Китая, показатель которого превышает 20 млрд долл.

Поскольку цифровые технологии становятся все более важной частью многих аспектов жизни общества, люди должны иметь возможность доверять им. Надежность также является необходимым условием для освоения ИИ [1].

Искусственный интеллект – это совокупность технологий, объединяющих данные, алгоритмы и вычислительные мощности. Таким образом, прогресс в вычислительной технике и растущая доступность данных являются ключевыми факторами нынешнего подъема ИИ. Неотъемлемой частью развития ИИ является машинное обучение. Экосистема ИИ может свой технологический и промышленный инструментарий объединить с высококачественной цифровой инфраструктурой и нормативной базой, что принесет новые преимущества обществу и экономике [2].

На основании Указа Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» [3] утверждена национальная программа развития до 2030 г. Планируется, что после того, как стратегия будет реализована, будут улучшены условия для эффективного взаимодействия государства, организаций и граждан в сфере развития ИИ.

Сегодня большая часть расходов в России приходится на инвестиции в вычислительные мощности для обработки больших объемов данных и их хранения. Наблюдается рост доли расходов в этом направлении с 49 % в 2018 г. до 54 % в 2019 г. С учетом, что средний срок службы серверного оборудования составляет не менее 2-х лет, тенденция роста расходов на вычислительные мощности указывает на увеличение спроса на технологии ИИ [4].

ТЕОРИЯ И МЕТОДЫ

Основной гипотезой анализа является отсутствие необходимых профессиональных стандартов и федеральных государственных образовательных стандартов, которые регламентируют подготовку специалистов в сфере информационных технологий (далее – ИТ), связанной с ИИ. Основная цель, преследуемая в статье, состоит в сопоставлении различных программ подготовки, затрагивающих подготовку специалистов в сфере ИИ, и разработке рекомендаций по совершенствованию образовательного процесса в данной области. Основной задачей исследования является оценка образовательных программ по направлениям подготовки в ИТ-сфере, связанной с ИИ.

На сегодняшний день образование претерпевает большие цифровые изменения, которые коснулись как системы в целом, так и отдельных направлений подготовки бакалавров, магистров, специалистов и аспирантов. Цифровизация проникла в различные дисциплины, которые преподаются в рамках стандартных образовательных программ. Появились новые направления подготовки выпускников новых профессий, обладающих навыками владения ИТ, работы с большими данными и разбирающихся в ИИ [5].

Исследование образовательных программ по ИИ обусловлено отсутствием четких регламентаций в данной сфере, а значит, обеспечивает как возможность безграничного междисциплинарного взаимодействия для подготовки специалиста широкого профиля, так и отсутствие структуры в подходах к освоению образовательных программ.

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения, которые разработаны на сегодняшний день, включают в себя требования к образовательным программам и предлагают более гибкие возможности в вопросах реализации образовательного процесса, а также дают четкое представление о профессии с привязкой к профессиональному стандарту. Отдельного направления подготовки по ИИ не существует. Все образовательные программы, которые подразумевают данную специальность, чаще всего реализуют свою деятельность как профиль в рамках направлений укрупненных групп специальностей (далее – УГС) 02 «Компьютерные и информационные науки», 09 «Информатика и вычислительная техника» и 10 «Информационная безопасность».

В качестве рекомендуемой области профессиональной деятельности следует рассматривать обязательным направлением 06 «Связь, информационные и коммуникационные технологии». Выпускники, обладающие знаниями, умениями и навыками на основе цифровых компетенций, могут реализовать себя в различных областях профессиональной деятельности (40 «Сквозные виды профессиональной деятельности»). Важно, чтобы любая сфера, которую затрагивает образовательная программа, отвечала требованиям направления подготовки и профиля [6]. Следует выделить область профессиональной деятельности 01 «Образование», которая определяет педагогов, способных осуществлять подготовку специалистов по ИТ-направлениям, включая направления по цифровому моделированию, а также разработке и внедрению технологий ИИ. Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях профессиональной деятельности и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника [7].

В рамках рекомендуемых профессиональных стандартов для направлений подготовки, касающихся ИТ, не указано ни одного для ФГОС ВО 10.05.05 «Безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере». Данное направление подходит для специалистов в сфере ИИ [8]. Искусственный интеллект постепенно внедряется во все сферы профессиональной деятельности людей. Уже сегодня осуществляется программа стандартизации сферы ИИ, чтобы сделать ее безопасной при внедрении в любую деятельность человека. Данная программа рассчитана на 4 года и подразумевает 217 документов, которые будут дорабатываться на всем периоде апробации. Поэтому разбираться в сфере ИИ должны как сотрудники популярных профессий, так и специалисты по внедрению и работе с ИИ. Таким образом, важно выделить отдельный профессиональный стандарт, позволяющий определить знания, умения и навыки, которыми должен обладать специалист в сфере ИИ.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В рамках исследования были использованы методы выборочного обследования, группировок и типологизации. Выборочный метод анализа вузов позволил более подробно изучить методические и учебные материалы по прикладным направлениям подготовки, которые включают характеристику образовательных программ, учебный план и рабочие программы дисциплин.

Выбор правильной специальности всегда является важным шагом при исследовании того, как стать специалистом по ИИ. Анализ наиболее распространенных специальностей для специалиста по ИИ показал, что они чаще всего получают степень магистра, чем степень бакалавра.

На основании исследования федеральных университетов Российской Федерации выявлено, что все они готовят специалистов по программам, связанным с ИИ, но при этом в большинстве случаев речь идет о содержании в учебном плане дисциплины, связанной с ИИ. Также важно, в каком семестре изучается дисциплина, связанная с ИИ и машинным обучением. Если это первый и второй семестры, то есть первый курс бакалавриата, то содержание дисциплины не будет достаточно глубоким и, скорее, познакомит обучающихся с основами предмета. Если же дисциплина в учебном плане стоит на старших курсах, как, к примеру, дисциплина «Основы искусственного интеллекта» в рамках образовательной программы «Прикладная математика и информатика» по профилю «Математическое моделирование и вычислительная математика» (4 курс, 7 семестр, трудоемкость 4 ЗЕ, 108 часов) в Северо-Кавказском федеральном университете, то можно говорить о глубоком погружении в предмет, так как обучающиеся к этому моменту обладают достаточным количеством компетенций по своему направлению подготовки.

Данный вуз обращает на себя внимание еще и тем, что в нем по образовательной программе «Программная инженерия» по профилю «Разработка и сопровождение программного обеспечения» в учебном плане насчитывается 4 дисциплины, связанные с ИИ, а также групповой проект по интеллектуальному анализу данных. Причем дисциплины расположены в учебном плане таким образом, что ИИ студенты изучают на каждом курсе от первого и до четвертого.

Среди федеральных университетов есть такие, в которых реализуются образовательные программы, связанные с ИТ, но среди дисциплин отсутствуют те, в которых уделяется внимание ИИ.

Таким образом, анализ федеральных вузов показал, что в большинстве из них ИИ находит отражение лишь в составе дисциплин, а конкретные образовательные программы, посвященные ему, отсутствуют. Исключение составляет лишь программа магистратуры Дальневосточного федерального университета «Программная инженерия», профиль «Программная инженерия систем искусственного интеллекта».

С целью более глубокого изучения проблемы было проведено исследование ведущих вузов, которые готовят бакалавров по специальностям, связанным с информационными системами в целом. В результате было выявлено 4 вуза, которые в рамках своих образовательных программ реализуют профили, непосредственно посвященные ИИ.

СУРГУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Данный вуз осуществляет подготовку бакалавров по профилю «Искусственный интеллект и экспертные системы» в рамках образовательной программы 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». Программа ориентирована на подготовку специалистов в области проектирования, разработки, внедрения и сопровождения экспертных систем и ИИ во всех сферах деятельности современного общества. Среди преподаваемых дисциплин кафедра делает упор на получение знаний в области программирования, компьютерного моделирования, ИТ, программной инженерии, проектирования баз данных и баз знаний, теории и практики разработки экспертных систем и систем ИИ, и других необходимых дисциплин.

Студенты проходят практики на градообразующих предприятиях города (ПУ «СургутАСУнефть», ПАО «Сургутнефтегаз» и др.) на основе заключения долгосрочных договоров.

Выпускники данной программы подготовки могут работать: руководителем по разработке программного обеспечения; администратором баз данных; специалистом в области тестирования по ИТ; программных комплексов; инженером различных специализаций; специалистом по информационным системам, базам данных и знаний и др.

После окончания бакалавриата можно продолжить обучение по магистерской программе «Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем».

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Данный вуз реализует подготовку бакалавров по специализации «Искусственный интеллект и экспертные системы» в рамках образовательной программы 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии». Важнейшей задачей программы является подготовка специалистов в области компьютерных наук и ИТ. Программа содержит области знаний математики, фундаментальной информатики и ИТ. Выпускники могут трудоустроиться на государственные и частные предприятия, в органы государственного и муниципального управления, образовательные учреждения, компании ИТ-отрасли и др. В вузе реализована магистерская программа «Управление информационными и интеллектуальными системами», которая готовит менеджеров высшей квалификации для ИТ-индустрии.

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Данный вуз готовит бакалавров по направлению 01.02.00 «Математика и компьютерные науки», профиль «Распределенные системы и искусственный интеллект». Программа позволяет освоить основные знания по дисциплинам общенаучного и профессионального направления. Программа направлена на формирование компетенций в области компьютерных наук, математики, распределенных и параллельных систем, систем ИИ.

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ МЕЖДУНАРОДНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Следует выделить Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, в котором реализуется программа магистратуры по направлению 38.04.05 «Бизнес-информатика» профиль «Искусственный интеллект». Данная программа реализуется в рамках направления, которое редко представлено в УГС «Экономика и управление». Программа нацелена на описание, анализ, моделирование и оптимизацию международных бизнес-процессов, организацию и управление международным бизнесом и инновациями в сфере ИТ при создании и применении технологий ИИ.

К обязательной части программы магистратуры «Искусственный интеллект» относятся такие дисциплины, как теория систем и системный анализ, программные пакеты экономико-математического моделирования, методы и средства защиты информации, основы ИИ и систем ИИ, стратегическое управление ИТ-активами и теория машинного обучения ИТ (продвинутый уровень).

Специалисты данного профиля могут работать по следующим профессиям: менеджер продуктов в области информационных технологий; менеджер по информационным технологиям; специалист по информационным системам; руководитель проектов в области информационных технологий. Важно, что профессиональные компетенции, которые использует большинство образовательных программ, либо частично отражают трудовые функции, либо полностью основаны на экспертном заключении.

БАЗОВЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Базовые компьютерные технологии и математические знания составляют основу большинства программ ИИ. Должности начального уровня требуют, по крайней мере, степени бакалавра, в то время как должности, связанные с надзором, руководством или административными ролями, часто требуют степени магистра. Типичная программа бакалавриата для подготовки специалистов в области ИИ должна включать в себя широкий спектр дисциплин (табл. 1).

Таблица 1

Примеры основных предметов в учебном плане для подготовки специалиста в сфере искусственного интеллекта

Математика и статистика	Компьютерные науки	Смежные дисциплины	Общие дисциплины
Линейная алгебра Дифференциальное и интегральное исчисление Матрицы и линейные преобразования Статистика Современная регрессия Теория вероятностей и математическая статистика Байесовская сеть Вероятностные графические модели	Компьютерные системы и программирование Язык программирования Принципы императивных вычислений Принципы функционального программирования Основы науки о данных Параллельные и последовательные структуры данных и алгоритмы Логическое программирование и вычислительная логика Гибкая разработка программного обеспечения Инженерия и робототехника	Машинное обучение, глубокое обучение и обучение с подкреплением (Machine Learning, Deep Learning, and Reinforcement Learning) Теория информации Алгоритмы машинного обучения, нейронные сети для машинного обучения Представление ИИ и решение проблем Обработка естественного языка Компьютерное зрение и анализ изображений	Философия Логика История Русский язык Иностранный язык Теория когнитивной науки Физика Правовые основы

Составлено авторами по материалам исследования

В таблице 2 приведены специальные предметы, которые могут войти в образовательные программы для получения степени магистра или специалиста, а также для повышения квалификации. Могут быть также доступны дополнительные программы, которые готовят выпускников конкретным навыкам работы с ИИ в таких областях, как биология, здравоохранение и неврология.

Таблица 2

Примеры магистерских направлений и дисциплин для подготовки специалистов в сфере искусственного интеллекта

Машинное обучение	Принятие решений и робототехника	Восприятие и язык программирования	Взаимодействие человека и ИИ
Глубокое обучение и контроль подкрепления	Нейронные вычисления	Поиск информации и поисковые системы	Проектирование систем, ориентированных на человека

Машинное обучение	Принятие решений и робототехника	Восприятие и язык программирования	Взаимодействие человека и ИИ
Прикладное машинное обучение Машинное обучение для интеллектуального анализа текста Расширенный анализ данных	Автономные агенты Когнитивная робототехника Стратегическое мышление для ИИ Кинематика и динамика робота	Обработка речи Вычислительное восприятие Вычислительная фотография Датчики зрения	Взаимодействие человека и робота Роботизированные манипуляции Безопасные и интерактивные роботы

Составлено авторами по материалам исследования

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Обучение ИИ представляет собой многослойный процесс, так как кроме прикладных дисциплин, оно должно учитывать философию, логику и правовые дисциплины.

Искусственный интеллект имеет высокую кривую обучения, но для мотивированных студентов вознаграждение за карьеру в сфере ИИ намного перевешивает затраты времени и энергии на обучение. Для достижения успеха в этой области обычно требуется степень бакалавра в области компьютерных наук или смежной дисциплины, такой как математика. Для более высоких должностей может потребоваться степень магистра или доктора философии, хотя высшее образование больше не считается жестким требованием ведущих работодателей, таких как VK и Yandex.

Анализ тенденций развития ИИ в бизнесе и опыт революционной трансформации образования за последние 3 месяца показывает основные тренды в образовании:

- развитие открытых образовательных онлайн-платформ;
- развитие гибких образовательных программ;
- стирание границ взаимодействия участников образовательного пространства;
- активное развитие сетевого взаимодействия в образовании;
- снижение стоимости онлайн-образования из-за повышения конкуренции;
- повышение ценности, а в перспективе и стоимости живого (офлайн) общения и образования;
- индивидуализация образовательных траекторий, подходов и программ;
- трансформация структуры образовательных программ в сторону увеличения объема самостоятельной работы с поддержкой онлайн-курсами;
- изменение мотивационных основ получения образования, в том числе с применением в качестве мотивации элементов геймификации;
- увеличение конкуренции на образовательном поле.

В условиях цифровизации объективно будет использоваться электронное обучение в смешанном формате, который позволит учиться лицам с ограниченными возможностями. Смешанное обучение – естественное расширение доступности электронного образования и онлайн-ресурсов. Смешанный подход к обучению гарантирует, что обучающиеся вовлечены и управляют своей индивидуальной траекторией обучения. Этот подход также помогает удовлетворить индивидуальные потребности студента.

Следует отметить, что большинство дисциплин, которые изучаются в рамках ИТ-направлений, требует определенного информационного закрепления и практики, которую можно осуществить за компьютером в рамках практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Ближайшие задачи, которые необходимо решить вузу для повышения качества образования с использованием технологий ИИ:

- 1) создание системы гибких образовательных траекторий, которая позволит учитывать особенности каждого обучающегося. Эта задача не только вузов, но и Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в части нормативного регулирования процесса;
- 2) создание на основе ИИ системы поддержки обучающихся в выборе карьерной линии и связанной с ней основных и дополнительных образовательных программ;

3) формирование иного образовательного контента и создание образовательных технологий, основанных на системе межличностного общения, коучинга и развития самостоятельности.

Меняются и структура потребностей в кадрах, и требования к компетенциям сотрудников. Высока потребность в программистах, работающих в системе ИИ, однако цифровая трансформация общества требует новых компетенций от традиционных специалистов гуманитарного и социально-экономического профиля. Наиболее востребованными являются специалисты по управлению изменениями, имеющие знания в области внедрения систем ИИ в управлении организацией и производство. Востребованы юристы в области цифровых технологий, маркетологи, умеющие работать с технологиями ИИ, финансисты, аналитики, социологи, психологи, конфликтологи, специалисты в области управления персоналом со знаниями технологий ИИ.

Во время разработки основной профессиональной образовательной программы следует обратить внимание, что реализация сетевой формы обучения приветствуется для подготовки выпускников по ИТ-направлениям, включающих разработку и внедрение технологий ИИ.

Агентство стратегических инициатив разработало необходимые методические рекомендации по применению сетевых форм реализации образовательных программ. Данные рекомендации позволяют образовательным организациям высшего образования подготовить свои образовательные программы в сотрудничестве с другими вузами или организациями, определив заранее их участие в образовательном процессе.

Выпускники могут найти дипломные программы, которые предлагают конкретные специальности в области ИИ, или специализироваться на ИИ в рамках таких специальностей, как информатика, медицинская информатика, графический дизайн, ИТ и инженерия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Делая шаг навстречу образованию, необходимо принимать гибкие формы работы специалистов в области искусственного интеллекта, подстраиваться под требования рынка труда в условиях цифровизации, а также давать возможность вузам в более гибкой форме готовить специалистов данной сферы. Федеральные государственные образовательные стандарты и профессиональные стандарты должны предусматривать быстро меняющиеся специальности в сфере искусственного интеллекта.

Библиографический список

1. Cascio W.F. Training trends: Macro, micro, and policy issues. *Human Resource Management Review*. 2019;29(2):284–297. <https://doi.org/10.1016/j.hrmmr.2017.11.001>
2. Алиева Р.Р., Гузуева Э.Р., Эсмурзаева М.Х. Роль информационно-цифрового пространства в современном образовании. *Известия Чеченского государственного университета*. 2019;3:26–30.
3. Васильев В.Л., Бочкарева Т.Н., Гапсаламов А.Р. На пути к цифре: проблемы развития современного российского образования. В сб.: Яковлева Е.В. Белолобова А.А. (ред.). *Материалы Международной научно-практической конференции «Управленческий и сервисный потенциал цифровой экономики: проблемы и перспективы»*, Омск, 14–15 мая 2020 г. Омск: Омский государственный технический университет; 2020. С. 150–153.
4. Вахитов Д.Р., Гриневецкая Т.Н., Латыпов Р.А., Саитова Р.Г. Особенности реагирования системы образования на происходящие в мире изменения. *Мир науки, культуры, образования*. 2020;81:227–230. <https://doi.org/10.24411/1991-5497-2020-00272>
5. Волкова И.А., Петрова В.С. Формирование цифровых компетенций в профессиональном образовании. *Вестник Нижневартовского государственного университета*. 2019;1:17–24.
6. Тагаева Е.А., Бакулина Е.А., Бакаева О.А., Каско Ж.А. Формирование ИКТ-компетенций студентов педагогического вуза в условиях цифровизации образования. *Современные проблемы науки и образования*. 2020;1:30–38. <https://doi.org/10.17513/spno.29531>
7. Кузнецов Н.В., Лесных Ю.Г., Прохорова Т.А. Цифровизация экономики: Россия на пути к технологическому первенству. *E-Management*. 2020;3:45–52. <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2020-3-3-45-52>
8. Смирнов Е.Н., Лукьянов С.А. Формирование и развитие глобального рынка систем искусственного интеллекта. *Экономика региона*. 2019;15(1):57–69. <https://doi.org/10.17059/2019-1-5>

References

1. Cascio W.F. Training trends: Macro, micro, and policy issues. *Human Resource Management Review*. 2019;29(2):284–297. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2017.11.001>
2. Aliyeva R.R., Guzueva E.R., Esmurzaeva M.Kh. The role of digital information space in modern education. *Izvestiya Chebenskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2019;3:26–30.
3. Vasiliev V.L., Bochkareva T.N., Gapsalamov A.R. On the way to digital: problems of development of modern Russian education. In: Yakovleva E.V. Belolobova A.A. (eds) *Materials of the International Scientific and Practical Conference “Managerial and service potential of the digital economy: problems and prospects”*, Omsk, 14–15 May 2020. Omsk: Omsk State Technical University; 2020. C. 150–153.
4. Vakhitov D.R., Grinevetskaya T.N., Latypov R.A., Saitova R.G. Features of the education system’s response to changes in the world. *World of Science, Culture, Education*. 2020;81:227–230 <https://doi.org/10.24411/1991-5497-2020-00272>
5. Volkova I. A., Petrova V. S. Formation of digital competencies in vocational education. *Bulletin of Nizhnevartovsk State University*. 2019;1:17–24.
6. Tagaeva E.A., Bakulina E.A., Bakaeva O.A., Kasko J.A. Formation of ICT competences of students of a pedagogical university under conditions of digitalization of education. *Modern problems of Science and Education*. 2020;1:30–38. <https://doi.org/10.17513/spno.29531>
7. Kuznetsov N.V., Lesnykh Yu.G., Prokhorova T.A. Digitalization of the economy: Russia on the way to technological primacy. *E-Management*. 2020;3(3):45-52. <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2020-3-3-45-52>
8. Smirnov E. N., Lukyanov S. A. Development of the Global Market of Artificial Intelligence Systems. *Economy of regions*. 2019;15(1):57–69. <https://doi.org/10.17059/2019-1-5>