

Научная статья  
УДК 378.4  
doi: 10.17586/2713-1874-2022-1-13-20

## ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ИНСТРУМЕНТЫ ИНТЕГРАЦИИ ВУЗОВ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКИ

*Ирина Николаевна Леонтьева*<sup>1✉</sup>, *Даниил Сергеевич Бурцев*<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия  
<sup>1</sup>iraleo@inbox.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-4482-0345>  
<sup>2</sup>dsburtcev@itmo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4825-1162>

**Язык статьи – русский**

**Аннотация:** Исследование посвящено анализу инструментов интеграции между вузами и промышленными предприятиями в условиях инновационной экономики. Актуальность темы связана с возрастанием необходимости ориентации высшего образования на реальные запросы экономики. Так, существует необходимость соответствия уровня и содержания образовательных программ требованиям работодателей. Учитывая стремительно возрастающий уровень цифровизации и инновационности всех сфер экономики, на первый план выходят цифровые компетенции, а также профессиональные компетенции выпускников вузов, ориентированные на специфику конкретных предприятий. Интеграция сферы образования и промышленности – один из предполагаемых способов усиления ориентированности системы образования на экономику. В статье проводится сравнительный анализ инструментов подобной интеграции, делается акцент на цифровых инструментах и перспективе их использования.

**Ключевые слова:** базовые кафедры, высшее образование, вуз, интеграция, промышленные предприятия, рынок труда, цифровизация, цифровой двойник, цифровые кафедры

**Ссылка для цитирования:** Леонтьева И.Н., Бурцев Д.С. Организационно-экономические инструменты интеграции вузов и промышленных предприятий в условиях инновационной экономики // Экономика. Право. Инновации. 2022. № 1. С. 13–20. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2022-1-13-20>.

## ORGANIZATIONAL AND ECONOMIC INSTRUMENTS FOR INTEGRATION OF UNIVERSITIES AND INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE INNOVATIVE ECONOMY

*Irina N. Leonteva*<sup>1✉</sup>, *Daniil S. Burtsev*<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>ITMO University, Saint Petersburg, Russia  
<sup>1</sup>iraleo@inbox.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-4482-0345>  
<sup>2</sup>dsburtcev@itmo.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4825-1162>

Article in Russian

**Abstract:** The study is devoted to the analysis of integration tools between universities and industrial enterprises in an innovative economy. The relevance of the topic is associated with the increasing need to focus higher education on the real needs of the economy. So there is a need to match the level and content of educational programs with the requirements of employers. Taking into account the rapidly increasing level of digitalization and innovation in all spheres of the economy, digital competencies come to the fore, as well as professional competencies of university graduates focused on the specifics of certain enterprises. The integration of education and industry is one of the proposed ways to strengthen the orientation of the education system to the economy. The article provides a comparative analysis of such integration tools, focuses on digital tools and the prospects for their use.

**Keywords:** basic departments, higher education, university, integration, industrial enterprises, labor market, digitalization, digital twin, digital departments

**For citation:** Leonteva I.N., Burtsev D.S. Organizational and Economic Instruments for Integration of Universities and Industrial Enterprises in the Innovative Economy. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2022. No. 1. pp. 13–20. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2022-1-13-20>.

**Введение.** Необходимость ориентации высшего образования на потребности реальных предприятий приводит к возникновению различных подходов организации образовательного процесса. Интеграция между вузами и промышленными предприятиями – один из самых эффективных способов достижения высокого уровня связи образования с практикой.

Исследования в области механизмов и инструментов данной интеграции рассматриваются в работах разных авторов. Так, ряд авторов подробно исследуют ряд механизмов интеграции, оценивая перспективы их применения в будущем [1, С. 58–75]. Другие исследователи делают акцент на таком инструменте интеграции, как «научно-учебные группы» [2, С. 189–192]. Деменов А.Г. описывает пример инженерного инкубатора Группы предприятий «Стройсервис» [3, С. 70–73]. Группа других авторов изучает конкурентное инженерное образование на основе системы партнерства с промышленностью [4, С. 105–118]. Григорьев Л.И. описывает варианты интеграции вуза и нефтегазового производства [5, с. 37–41].

Основной акцент исследователей сделан на нецифровые способы интеграции: научно-образовательные центры (НОЦ), опорные вузы и сетевые инициативы, целевое обуче-

ние и практико-ориентированные программы, предпринимательские университеты, центры коллективного пользования (ЦКП), инженерные инкубаторы. Однако можно отметить и наличие смешанных форм механизмов интеграции (базовые кафедры и сетевые образовательные программы), а также цифровых инструментов (цифровые или виртуальные кафедры, цифровые двойники).

**Цель исследования.** Целью данного исследования является сравнительный анализ применяемых на современном этапе способов интеграции между вузами и промышленными предприятиями, определение слабых и сильных сторон данных способов и выявление наиболее эффективных из них в условиях современной цифровой экономики.

**Методы и материалы исследования.** В ходе исследования использованы методы сравнительного анализа, систематизации, анализ источников информации, интервью. Изучены научные публикации отечественных и зарубежных авторов, а также нормативные документы.

**Полученные результаты.** Анализ способов интеграции между вузами и промышленными предприятиями показал наличие традиционных (нецифровых) и цифровых инструментов. Данные о различных инструментах представлены в Таблице 1.

Таблица 1

### Инструменты интеграции высшего образования и промышленности

Составлена авторами на основе [1, 6]

Инструмент интеграции	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Нецифровые формы		
Научно-образовательные центры (НОЦ)	Гарантия сохранения долгосрочной перспективы	Отсутствие уникальных форм интеграции
Опорные вузы и сетевые инициативы	Могут выступать драйверами новых производств	Акцент преимущественно на рекламном характере опорных вузов
Целевое обучение	Изменение учебных программ и формата обучения и практикоориентированность	На данном этапе не может реализовать весь свой потенциал
Предпринимательские университеты	Проведение научно-исследовательской работы по инициативе предприятий и под их нужды. Самый передовой подход к интеграции.	Не выявлены

Продолжение Таблицы 1

1	2	3
Центры коллективного пользования (ЦКП)	Возможность интеграции триады «образование-наука-промышленность»	Ограниченность области применения
Инженерные инкубаторы	Высокая степень ориентации на практику	Ограниченность области применения
Смешанные формы		
Базовые кафедры	Синхронизация учебных программ с задачами реальных предприятий, в том числе при помощи цифровых технологий	Невозможность полного использования потенциала в связи с необходимостью лицензирования образовательной деятельности.
Сетевые образовательные программы	Высокий уровень подготовки специалистов для комплексных инженерных проектов. Создание условий для развития цифровых компетенций. Междисциплинарное обучение. Возможность реализации комплексных инженерных проектов.	Ограниченность сферы применения
Цифровые формы		
Цифровые (виртуальные) кафедры	Возможность подготовки ИТ-специалистов под запросы реальных компаний, в цифровой среде. Возможность получения дополнительной ИТ-специальности к основной предметной специальности.	Не апробированы. Проект на стадии внедрения.
Цифровые двойники	Возможность проводить практикоориентированное обучение на цифровых копиях реального оборудования, «нулевой срок» адаптации на рабочем месте у выпускников вузов.	Высокая стоимость внедрения, недостаточная изученность.

Нецифровые инструменты интеграции вузов и промышленных предприятий имеют свои преимущества: могут выступать драйверами новых производств, способствовать изменению учебных программ и формата обучения и практикоориентированности,

проведению научно-исследовательской работы по инициативе предприятий и под их нужды, при этом обладать гарантией сохранения долгосрочной перспективы. Однако данные формы не дают возможности использования цифровой среды.

**Базовые кафедры**, представляя собой формат обучения на предприятии вне вуза, являются смешанным вариантом интеграции системы образования и промышленности с привлечением цифровых технологий.

Создание базовых кафедр регулируется следующими законодательными документами:

1. Закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29.12.2012г., статьи 27 и 72 [7];
2. Приказ Минобрнауки России от 06.03.2013 г. № 159 [8];
3. Приказ Минобрнауки России от 06.03.2013 г. № 160 [9];
4. Приказ Минобрнауки России от 14.08.2013 г. № 958 [10].

Успешными кейсами организации базовых кафедр можно считать:

1. Кафедра анализа данных, Школа анализа данных, DataScience от Yandex при Московском физико-техническом институте (МФТИ);
2. Кафедра аэрокосмической механики и управления движением ПАО Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва при Московском физико-техническом институте (МФТИ);
3. Кафедра аэрофизического и летного эксперимента Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ) имени профессора Н.Е. Жуковского при Московском физико-техническом институте (МФТИ);
4. Кафедра интегрированных киберсистем на базе Института проблем управления (ИПУ) имени В.А. Трапезникова РАН, компании Honeywell, IBS;
5. Кафедры KPMG, Ernst&Young, PwC;
6. Кафедра «Технологии 1С» от «1С-Рарус» и другие.

Базовые кафедры представляют наиболее эффективный инструмент сетевого взаимодействия между вузами и предприятиями в связи с возможностью обеспечения доступа студентов к научному оборудованию, погружения в профессиональную область, обновления образовательных программ в соответствии с задачами реального сектора экономики. Однако также базовые кафедры можно охарактеризовать невозможностью полного использования потенциала в связи с необходимостью лицензирования образова-

тельной деятельности [1, С. 58–75; 6, С. 76–83].

**Сетевые образовательные программы** являются эффективным смешанным инструментом подготовки инженеров при совместном участии вузов и предприятий, что особенно свойственно обучению кадров для крупных компаний. Преимуществами данных программ можно считать:

- высокий уровень подготовки специалистов для комплексных инженерных проектов;
- возможность реализации комплексных инженерных проектов;
- создание условий для развития уникальных профессиональных и цифровых компетенций;
- междисциплинарное обучение;
- развитие прикладных исследований для нужд промышленности;
- трансфер научных идей и кадров [4, С. 105–118; 11, С. 245–247].

Сетевое взаимодействие в образовательной среде регулируется статьей 15 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», а также Приказом Министерства образования и науки РФ от 05 апреля 2017 г. № 301 [7, 12].

Успешными кейсами внедрения сетевых образовательных программ можно считать:

1. Программа магистратуры «Материаловедение и технологии смарт-материалов» в НТИ КНИТУ, технологический университет «МИСиС»;
2. Программа проектной магистратуры «Проектирование инновационных технологий нефтехимического синтеза» КНИТУ, ПИ «Союз-химпромпроект» [4, С. 105–118];
3. Программа магистратуры «Квантовые коммуникации в индустрии» Национального Исследовательского Университета ИТМО.

**Цифровые (виртуальные) кафедры.** Согласно федеральному проекту «Кадры для цифровой экономики» (часть программы «Цифровая экономика»), запланировано создание «цифровых кафедр» в некоторых вузах, не реализующих ИТ-образовательные программы [13, 14].

Предполагается освоение дополнительных образовательных программ и получение выпускниками дипломов о дополнительном образовании. Преподавательский состав пла-

нируется формировать из числа сотрудников таких ИТ-компаний, как «1С», Auriga, Huawei.

Среди преимуществ данного инструмента можно отметить:

- возможность подготовки ИТ-специалистов под запросы реальных компаний, в цифровой среде;
- возможность получения дополнительной ИТ-специальности к основной предметной специальности [15].

Среди уже запущенных проектов – проект АПКИТ и АНО «Цифровая экономика» «Цифробраз», являющийся инструментом для поиска квалифицированных кадров для ИТ-индустрии, в том числе при помощи сотрудничества с образовательными организациями на этапе подготовки студентов [16].

**Цифровые двойники оборудования и систем.** Цифровые двойники могут представлять собой виртуальные аналоги не только отдельных изделий и оборудования, но также целых систем и предприятий [17, С. 66–73].

Исследование опыта применения цифровых двойников на производствах показывает их эффективность и перспективность. Являясь виртуальными моделями систем, оборудования, процессов, они предоставляют возможность моделировать различные ситуации, отслеживать состояние объектов, изучать их, собирать статистические данные, обеспечивать предиктивный ремонт [18]. Это позволяет предположить гипотезу о том, что внедрение технологии «цифровой двойник» в образовательный процесс в системе высшего образования – это инструмент, с помощью которого можно будет достигнуть больше практико-ориентированности обучения и привязки к реально существующему на предприятиях оборудованию или системам путем предоставления обучающимся доступа к виртуальным копиям реально существующего оборудования, систем, процессов работодателей, что также сможет обеспечить приближение к нулевому периоду адаптации нового сотрудника на предприятии.

Вопрос использования цифровых копий в процессе обучения недостаточно глубоко изучен в публикациях как зарубежных, так и отечественных авторов. Этот факт легко объясняется относительной новизной данной

технологии. Так, авторы Вихман В.В. и Ромм М.В. рассматривают цифровые двойники как характеристику новейшего образования, в том числе в сетевом формате. В концепции данных исследователей видится целесообразным внедрение цифровых моделей научно-образовательных учреждений и производственных предприятий, что приведет к формированию у выпускников вузов компетенций, ориентированных на запросы Индустрии 4.0 [19, С. 22–32].

Ряд авторов рассматривают варианты внедрения в вузы цифровых двойников корпоративных информационных систем (КИС) реальных предприятий, что обеспечит более высокое качество обучения специалистов и возможность работы в современных КИС еще на этапе обучения [20, С. 154–160].

Также вопрос использования цифровых двойников затронут в работе зарубежных авторов: Liljaniemi A., Raavilainen H. рассматривают данную технологию в процессе образования как несомненный способ подготовки выпускников, ориентированных на реальный сектор экономики [21, С. 377–385].

Технология «цифровой двойник» может использоваться в традиционных моделях организации взаимодействия, например, на базовых кафедрах.

**Выводы, направления дальнейших исследований.** Проведенное исследование позволяет сделать вывод о наличии различных механизмов интеграции между вузами и промышленными предприятиями, как в традиционных форматах, так и в цифровой среде. Обладая рядом преимуществ, данные механизмы также имеют и недостатки.

В результате анализа различных механизмов интеграции учреждений высшего образования и промышленности можно сделать вывод о более широком использовании традиционных методов по сравнению с цифровыми. Так, цифровые кафедры – это пока еще новый проект, находящийся на этапе внедрения в некоторые вузы; цифровые двойники – еще более редкий инструмент интеграции. Однако есть все основания предполагать, что цифровые механизмы интеграции вузов и промышленных предприятий станут новыми и перспективными формами взаимодействия данных субъектов.

Дальнейшее исследование будет направ-

лено на разработку рекомендаций по внедрению цифровых двойников в образовательный процесс различных типов

вузов, а также выявление показателей для оценки эффективности данного внедрения.

#### Список источников

1. Балацкий Е.В., Екимова Н.А. Механизмы интеграции вузов и реального сектора экономики // *Journal of Economic Regulation (Вопросы регулирования экономики)*. 2021. № 12 (3). С. 58–75. DOI: 10.17835/2078-5429.2021.12.3.058-075
2. Куликова В.В., Воликов О.А. Интеграция науки и образования в вузе на примере научно-учебных групп // *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. 2021. Т. 10. № 2 (35). С. 189–192.
3. Деменов А.Г. Инженерный инкубатор – интеграция науки, образования и бизнеса // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2020. № 4. С. 70–73.
4. Казаков Ю.М., Башкирцева Н.Ю., Журавлева М.В., Ежкова Г.О., Сироткин А.С., Эбель А.О. Инженерное образование на основе интеграции с наукой и промышленностью // *Высшее образование в России*. 2020. № 12. С. 105–118.
5. Григорьев Л.И. Интеграция вуза, нефтегазового производства и науки: проблемы и решения // *ИТ-СТАНДАРТ*. 2019. № 3 (20). С. 37–41.
6. Жуков А.Г. Базовая кафедра: организация, функционирование и нормативно-правовые основы деятельности // *Педагогика и просвещение*. 2018. № 4. С. 76–83 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/bazovaya-kafedra-organizatsiya-funktsionirovanie-i-normativno-pravovye-osnovy-deyatelnosti>
7. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/36698>
8. Приказ Минобрнауки России от 06.03.2013г. №159 «Об утверждении порядка создания образовательными организациями, реализующими образовательные программы высшего образования, в научных организациях и иных организациях, осуществляющих научную (научно-исследовательскую) деятельность, кафедр, осуществляющих образовательную деятельность» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=215955>
9. Приказ Минобрнауки России от 06.03.2013г. №160 «Об утверждении порядка создания в образовательных организациях, реализующих образовательные программы высшего образования, научными организациями и иными организа-

#### References

1. Balatsky E.V., Ekimova N.A. Mechanisms of Integration of Universities and the Real Sector of the Economy. *Journal of Economic Regulation*. 2021. No. 12 (3). pp. 58–75. (In Russ.). DOI: 10.17835/2078-5429.2021.12.3.058-075
2. Kulikova V.V., Volivok O.A. Integration of Science and Education in Higher Education on the Example of Scientific and Educational Groups. *Azimuth nauchnyh issledovaniy: pedagogika i psikhologiya*. 2021. Vol. 10. No. 2 (35). pp. 189–192. (In Russ.).
3. Demenov A.G. Engineering Incubator – Integration of Science, Education and Business. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2020. No. 4. pp. 70–73. (In Russ.).
4. Kazakov Yu.M., Bashkirtseva N.Yu., Zhuravleva M.V., Yezhkova G.O., Sirotkin A.S., Ebel A.O. Engineering Education Based on Integration with Science and Industry. *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2020. No. 12. pp. 105–118. (In Russ.).
5. Grigoriev L.I. Integration of the University, Oil and Gas Production and Science: Problems and Solutions. *IT-STANDARD*. 2019. No. 3(20). pp. 37–41. (In Russ.).
6. Zhukov A.G. Basic Department: Organization, Functioning and Regulatory Framework of Activity. *Pedagogika i prosveshchenie*. 2018. No. 4. pp. 76–83. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/bazovaya-kafedra-organizatsiya-funktsionirovanie-i-normativno-pravovye-osnovy-deyatelnosti> (In Russ.).
7. Federal Law No. 273-FZ of 29.12.2012 «On Education in the Russian Federation». Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/36698> (In Russ.).
8. Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated 06.03.2013 No. 159 «On approval of the procedure for the establishment of educational organizations implementing educational programs of higher education in scientific organizations and other organizations engaged in scientific (research) activities, departments engaged in educational activities». Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=215955> (In Russ.).
9. Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 160 dated 06.03.2013 «On approval of the procedure for the establishment of laboratories in educational organizations implementing educational programs of higher education,

- ями, осуществляющими научную (научно-исследовательскую) деятельность, лабораторий, Осуществляющих научную (научно-исследовательскую), научно-техническую деятельность» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=216424>
10. Приказ Минобрнауки России от 14.08.2013г. №958 «Об утверждении порядка создания профессиональными образовательными организациями и образовательными организациями высшего образования кафедр и иных структурных подразделений, обеспечивающих практическую подготовку обучающихся, на базе иных организаций, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=218933>
11. Шамшович В.Ф., Фаткуллин Н.Ю. Сетевое взаимодействие вузов как ресурс развития и повышения эффективности системы образования // Проблемы современного педагогического образования. 2019. № 62–2. С. 245–247 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/setevoe-vzaimodeystvie-vuzov-kak-resurs-razvitiya-i-povysheniya-effektivnosti-sistemy-obrazovaniya>
12. Приказ Министерства образования Российской Федерации от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=370846>
13. Паспорт федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://digital.ac.gov.ru/materials/passport/>
14. Паспорт национального проекта Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://digital.ac.gov.ru/materials/passport/>
15. Цифровая экономика. Совместный проект АНО «Цифровая экономика» и АПКИТ «ЦифрОбраз» призван изменить Цифровой Образ системы образования // Официальный сайт Торгово-промышленной палаты Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.tpprf.ru/ru/media/2873331/>
16. Цифробраз – Предложения бизнеса для образовательных организаций в сфере ИТ // Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ЦифрОбраз.pф>
- scientific organizations and other organizations engaged in scientific (research) activities, laboratories engaged in scientific (research) and (or) scientific and technical activities». Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=216424> (In Russ.).
10. Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 958 dated 14.08.2013 «On approval of the procedure for the creation by professional educational organizations and educational organizations of higher education of departments and other structural units providing practical training of students on the basis of other organizations operating in the profile of the relevant educational program». Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=218933> (In Russ.).
11. Shamshovich V.F., Fatkullin N.Yu. Network Interaction of Universities as a Resource for the Development and Improvement of the Effectiveness of the Education System. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*. 2019. No. 62–2. pp. 245–247. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/setevoe-vzaimodeystvie-vuzov-kak-resurs-razvitiya-i-povysheniya-effektivnosti-sistemy-obrazovaniya> (In Russ.).
12. Order of the Ministry of Education of the Russian Federation No. 301 dated April 5, 2017 «On approval of the procedure for organizing and implementing educational activities for educational programs of higher education – bachelor's degree programs, specialty programs, master's degree programs». Available at: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=370846> (In Russ.).
13. Passport of the Federal Project «Personnel for the Digital Economy». Available at: <https://digital.ac.gov.ru/materials/passport/> (In Russ.).
14. Passport of the National Project National program «Digital Economy of the Russian Federation». Available at: <https://digital.ac.gov.ru/materials/passport/> (In Russ.).
15. Digital Economy. The Joint Project of ANO «Digital Economy» and АПКИТ «Tsifrobraz» is Designed to Change the Digital Image of the Education System. *Official website of the Chamber of Commerce and Industry of the Russian Federation*. Available at: <https://news.tpprf.ru/ru/media/2873331/> (In Russ.).
16. Digital Business Proposals for Educational Organizations in the Field of IT. *Official website*. Available at: <https://ЦифрОбраз.pф> (In Russ.).

17. Фролов Е.Б., Климов А.С., Зин Мин Хтун. Цифровой двойник производственной системы на основе программного обеспечения категории MES // Вестник Брянского государственного технического университета. 2018. № 12 (73). С. 66–73.  
DOI: 10.30987/article\_5c0f808e9b29f7.40393956
18. Леонтьева И.Н., Бурцев Д.С. Возможности использования цифровых двойников в послепродажном обслуживании робототехнической продукции // Логистика и управление цепями поставок. 2021. № 2–3(103). С. 29–36.
19. Вихман В.В., Ромм М.В. «Цифровые двойники» в образовании: перспективы и реальность // Высшее образование в России. 2021. № 2. С. 22–32.
20. Куликов Г.Г., Сапожников А.Ю., Кузнецов А.А., Маврина А.С., Загидуллин Д.И. Подход к применению концепции цифровых двойников для трансформации корпоративной информационной системы под требования Industry 4. 0 (на примере создания единого информационного пространства «Вуз-предприятие») // Вестник УГАТУ. 2019. № 4 (86). С. 154–160.
21. Liljaniemi A., Paavilainen H. Using Digital Twin Technology in Engineering Education – Course Concept to Explore Benefits and Barriers // Open Engineering. 2020. № 10 (1). С. 377–385. (In Eng.).
17. Frolov E.B., Klimov A.S., Zin Min Htun. Digital Twin of a Production System Based on MES Software. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2018. No. 12 (73). pp. 66–73. (In Russ.).  
DOI: 10.30987/article\_5c0f808e9b29f7.40393956
18. Leonteva I.N., Burtsev D.S. Possibilities of Using Digital Doubles in After-sales Service of Robotic Products. *Logistika i upravlenie tsepyami postavok*. 2021. No. 2–3 (103). pp. 29–36. (In Russ.).
19. Vihman V.V., Romm M.V. «Digital twins» in Education: Prospects and Reality. *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2021. No. 2. pp. 22–32. (In Russ.).
20. Kulikov G.G., Sapozhnikov A.Yu., Kuznetsov A.A., Mavrina A.S., Zagidullin D.I. Approach to the Application of the Concept of Digital Twins for the Transformation of a Corporate Information System to the Requirements of Industry 4.0 (on the example of creating a single information space «University-enterprise»). *Vestnik UGATU*. 2019. No. 4 (86). pp. 154–160. (In Russ.).
21. Liljaniemi A., Paavilainen H. Using Digital Twin Technology in Engineering Education – Course Concept to Explore Benefits and Barriers. *Open Engineering*. 2020. No.10 (1). pp. 377–385.