

УДК 004.9

DOI: [10.26102/2310-6018/2024.47.4.032](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2024.47.4.032)

Интеграция процессов цифровой трансформации предприятий и подготовки специалистов в области автоматизации промышленного и сельскохозяйственного производства

М.В. Лишили¹, В.Н. Пряхин¹, М.А. Карапетян²

¹Государственный университет «Дубна», Дубна, Российская Федерация

²Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

Резюме. Цифровая трансформация в промышленности и сельском хозяйстве призвана стимулировать интенсивный рост экономики и революционизировать управление проектами на государственном уровне. Она предполагает изменение стратегии управления и моделей операций через интеграцию информационных систем. Важными вызовами являются повышение уровня цифровой зрелости предприятий сельского хозяйства, вовлечение в процессы цифровой трансформации заинтересованных сторон, улучшение доступа к технологической информации и расширение применения таких технологий, как промышленный Интернет вещей, «цифровых двойников». Для достижения стратегических целей необходимо не только повысить цифровую зрелость предприятий, но и обеспечить подготовку квалифицированных кадров. Интеграция информационных систем университетов и предприятий, использование виртуальных компьютерных лабораторий в обучении и управление на основе данных являются ключевыми элементами успешной цифровой трансформации. Важным фактором является системное использование такого инструментария, как виртуальная компьютерная лаборатория, в качестве технологической основы для интеграции производственных данных в образовательный процесс. Однако требуется еще разработка методической и нормативной основы для информационных систем университетов и предприятий. Это позволит улучшить качество подготовки специалистов и активно вовлечь университеты в процессы цифровой трансформации промышленности.

Ключевые слова: цифровая трансформация, виртуальная компьютерная лаборатория, информационные технологии, подготовка кадров, управление знаниями.

Для цитирования: Лишили М.В., Пряхин В.Н., Карапетян М.А. Интеграция процессов цифровой трансформации предприятий и подготовки специалистов в области автоматизации промышленного и сельскохозяйственного производства. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2024;12(4). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1753> DOI: 10.26102/2310-6018/2024.47.4.032

Integration of the processes of digital transformation of enterprises and training of specialists in the field of automation of industrial and agricultural production

M.V. Lishilin¹, V.N. Pryakhin¹, M.A. Karapetyan²

¹Dubna State University, Dubna, the Russian Federation

²Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, the Russian Federation

Abstract. Digital transformation in industry and agriculture is aimed at driving intensive economic growth and revolutionizing project management at the state level. It involves changing management

strategies and operational models through the integration of information systems. Key challenges include increasing the digital maturity of agricultural enterprises, involving stakeholders in the digital transformation process, improving access to technological information, and expanding the use of technologies like the Industrial Internet of Things and digital twins. To achieve strategic goals, it is crucial not only to enhance the digital maturity of enterprises but also to prepare qualified personnel. The integration of university and enterprise information systems, the use of virtual computer labs in education, and data-driven management are essential elements of successful digital transformation. A critical factor is the systematic use of tools such as virtual computer labs as a technological foundation for integrating production data into the educational process. However, further development of methodological and regulatory frameworks for university and enterprise information systems is needed. This will improve the quality of specialist training and actively involve universities in the processes of industrial digital transformation.

Keywords: digital transformation, virtual computer lab, information technology, training of personnel, knowledge management.

For citation: Lishilin M.V., Pryakhin M.A., Karapetyan M.A. Integration of the processes of digital transformation of enterprises and training of specialists in the field of automation of industrial and agricultural production. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2024;12(4). (In Russ.). URL: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1753> DOI: 10.26102/2310-6018/2024.47.4.032

Введение

Цифровая трансформация промышленности и сельского хозяйства является одной из приоритетных задач развития отечественной экономики. За счет цифровой трансформации предполагается обеспечить не только интенсивное развитие различных отраслей экономики. Она также создает предпосылки для принципиально новых подходов к управлению крупными проектами на государственном уровне, позволяя использовать при планировании и прогнозировании развития таких проектов большие объемы интегрированных данных из отраслевых и глобальных информационных систем.

Цифровая трансформация – это, в первую очередь, изменение стратегии управления, модели операций, подходов, целей через использование цифровых средств и глубокую интеграцию информационных систем в единое информационное пространство для всей экономики в целом. Это в равной степени затрагивает и производство, и сельское хозяйство, и другие отрасли [1].

В соответствии со стратегией развития Московской области (МО) среди вызовов цифровой трансформации промышленности и сельского хозяйства выделены следующие:

- цифровизация сельского хозяйства посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для увеличения роста производительности сельскохозяйственной отрасли;
- вовлечение профильной аудитории со стороны производителя агропромышленного комплекса, студентов, соискателей и вузов;
- увеличение доступности информации о технологических и производственных возможностях;
- увеличение доли предприятий, использующих технологии промышленного интернета вещей и «цифровых двойников»¹.

¹ Постановление Правительства Московской области от 30.08.2022 № 908/30 «Об утверждении Стратегии в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Московской области». Правительство Московской области. URL: <https://mosreg.ru/dokumenty/normotvorchestvo/prinyato-pravitelstvom/postanovleniya-pmo/18-11-2022-09-37-40-postanovlenie-pravitelstva-moskovskoy-oblasti-ot> (дата обращения: 02.10.2024).

В соответствии с целевыми показателями стратегии должен быть существенно увеличен уровень цифровой зрелости предприятий и организаций различных отраслей экономики МО. Повышение уровня цифровой зрелости предполагает интеграцию информационных систем на уровне отраслей и экономики в целом, внедрение во все сферы управления, основанного на данных, широкого применения предиктивного анализа данных и таких технологий, как «интернет вещей», «цифровые двойники» и др.².

Все эти задачи невыполнимы без подготовки соответствующих кадров, способных системно работать с производственными данными, понимающих цели цифровой трансформации конкретного предприятия в контексте отрасли и экономики в целом. Важным элементом подготовки таких кадров может стать работа с реальными производственными данными в процессе обучения, что может быть обеспечено частичной интеграцией информационных систем вуза и предприятия [2].

Материалы и методы

Подготовка кадров для цифровой трансформации производства, с одной стороны, требует внедрения в образовательный процесс актуальных информационных технологий, используемых предприятиями, а с другой – создают массу возможностей для интеграции процессов предприятий с ИТ-инфраструктурой вузов. Такая интеграция позволит улучшить качество подготовки специалистов за счет обучения их на реальных производственных данных, а также вовлечь вузы в процессы цифровой трансформации промышленности. Расширение применения на предприятиях методов управления, основанных на данных, создает возможность бесшовно интегрировать рабочие процессы и процесс обучения.

Однако подобный подход требует применения соответствующего инструментария, который являлся бы элементом цифровой экосистемы вуза, и одновременно мог бы служить средством интеграции производственных данных и технологий в образовательный процесс.

В качестве такого инструмента может быть предложена виртуальная компьютерная лаборатория (ВКЛ), которая широко используется в университете «Дубна» при изучении современных информационных технологий, требующих развертывания распределенных систем хранения и обработки информации [3].

Дата-центр «Виртуальная Компьютерная Лаборатория» играет важную роль в подготовке ИТ-профессионалов университетом «Дубна», предоставляя всем участникам учебного процесса программные средства контейнеризации, виртуализации и DevOps. Это позволяет обеспечить гибкое и вариативное использование вычислительных ресурсов в виде облачных сервисов с интегрированной средой управления знаниями (СУЗ ВКЛ). СУЗ ВКЛ и принципы самоорганизации, заложенные в основу Виртуальной Компьютерной Лаборатории (как организационной системы), позволяют создать информационную учебную систему с элементами когнитивного представления внутренних операционных ресурсов на основе визуальных моделей и частичной автоматизации основных технологических операций [4, 5].

ВКЛ, за счет возможности развертывания сложных многокомпонентных информационных систем, встроенных средств балансировки нагрузки и обеспечения безопасности данных является прекрасным инструментом для интеграции с ИТ-инфраструктурой практически любого предприятия.

² Приказ Минцифры России от 18.11.2020 N 600 (ред. от 29.12.2023) «Об утверждении методик расчета целевых показателей национальной цели развития Российской Федерации «Цифровая трансформация». ЮИС Легалакт. URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-mintsifry-rossii-ot-18112020-n-600-ob-utverzhdanii/> (дата обращения: 02.10.2024).

Целями такой интеграции для предприятия могут быть: апробация новых решений в «песочнице» перед внедрением, разработка моделей на основе машинного обучения для последующего их внедрения на предприятии, привлечение сотрудников и студентов вузов к реализации проектов цифровой трансформации, осуществление целевой подготовки кадров, способных интегрироваться в рабочие процессы без периода длительной адаптации [6, 7].

Для вуза интеграция – это возможность проводить обучение и научные изыскания на реальных данных, эффективно создавать, внедрять в производство и коммерциализировать объекты интеллектуальной собственности.

Для использования ВКЛ как средства интеграции информационных систем вуза и предприятия требуется соответствующая доработка ее инфраструктуры для обеспечения безопасной передачи и использования данных производственных предприятий, но в целом существующая инфраструктура ВКЛ способна обеспечить развертывание необходимых средств хранения и обработки данных для эффективной интеграции с ИТ-инфраструктурой производственного предприятия. На Рисунке 1 представлена концептуальная модель такой интеграции.

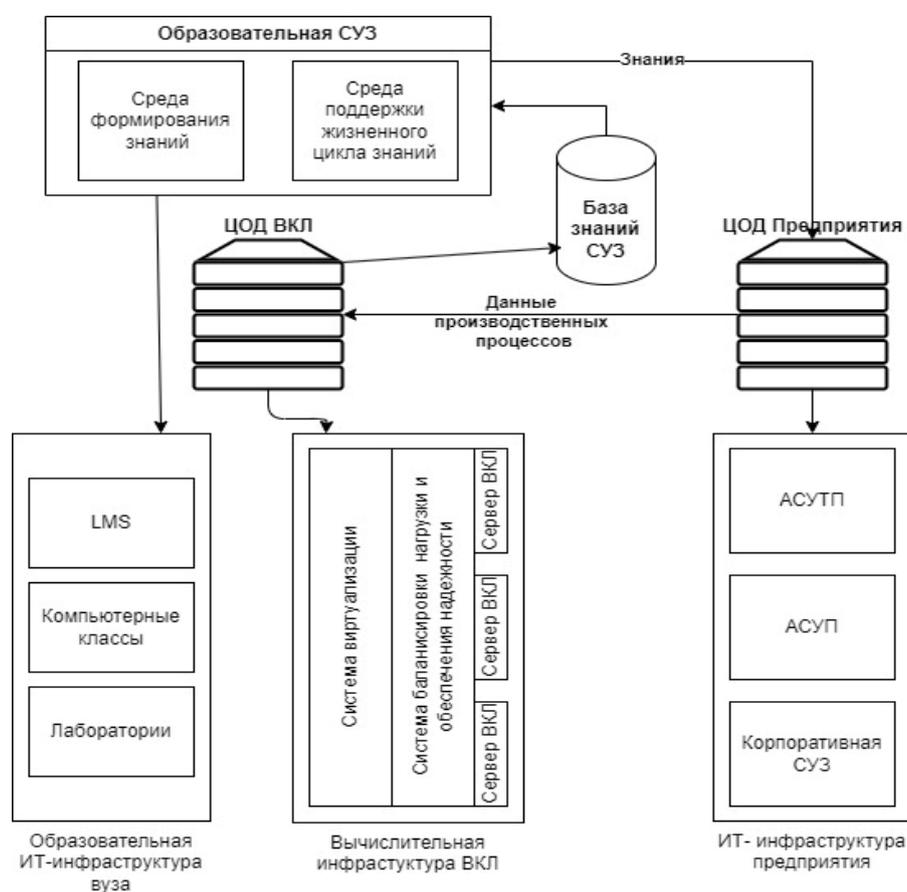


Рисунок 1 – Модель интеграции ВКЛ с информационной системой предприятия

Figure 1 – The model of VCL integration with the enterprise information system

Можно отметить особую роль и перспективы использования СУЗ ВКЛ при интеграции. СУЗ обеспечивает структурированное хранение и использование знаний, применяемых в учебном процессе и возникающих в результате выполнения прикладных и научных работ.

Как правило, развитые корпоративные системы управления знаниями сейчас используют только крупные компании, такие как «Росатом» [8], «Газпром» и ряд других

организаций [9]. Для компаний, относящихся к среднему бизнесу, разработка и поддержка корпоративной СУЗ часто является труднореализуемой задачей, так как требует серьезных усилий по управлению знаниями и наличия соответствующей ИТ-инфраструктуры.

Возможность создания выделенного домена знаний в рамках СУЗ ВКЛ, наполнение и развитие которого происходило бы по мере выполнения совместных образовательных проектов, НИР и НИОКР, позволит предприятию использовать все преимущества корпоративной СУЗ без сопутствующих рисков и затрат.

Создание системы управления знаниями предприятия на основе СУЗ ВКЛ позволит использовать ее как для обучения сотрудников и студентов, так и для предотвращения потери критически важных знаний, обеспечения повторного их использования, создания устойчивых конкурентных преимуществ на основе новых знаний, полученных в результате совместного использования данных и технологий в научных и образовательных целях.

Таким образом, ВКЛ может служить универсальным инструментом интеграции информационных систем вуза и предприятия, создавая при этом дополнительную ценность за счет формирования доменов знаний.

В университете «Дубна» уже реализовывался ряд работ с использованием данных предприятий с использованием ВКЛ, и хотя системная интеграция пока отсутствует, можно привести пример проекта, где были успешно собраны и использованы данные сельхозпредприятия.

Результаты

В качестве примера использования данных сельскохозяйственного предприятия вузом для подготовки образовательных материалов и разработки технологий цифровизации предприятия можно привести проект по созданию интеллектуальной системы управления сельскохозяйственной техникой, выполнявшийся в университете «Дубна» [10].

В рамках проекта были созданы трехмерные карты полей базового предприятия и модели используемых тракторов. Также была разработана обучающая информационная система, которая позволяла при помощи технологий виртуальной реальности обучать студентов базовым навыкам управления сельскохозяйственной техникой на модели реального поля (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Модель трактора в виртуальной реальности
Figure 2 – A tractor model in virtual reality

Для цифровизации производственных процессов был спроектирован кластер облачных сервисов, состоящий из следующих компонентов:

- веб-портал;
- хранилище данных аэрофотосъемки;
- база данных конфигураций слоев нейросети;
- исполняемые среды;
- электронный магазин курсов.

Веб-портал содержит опубликованные данные результатов НИР, совместно выполняемых специалистами предприятия и вуза.

Данные аэрофотосъемки хранят снимки местности для работы сельхозтехники.

База данных конфигураций слоев нейросетей содержит в себе финальные и промежуточные данные для работы нейросетевых фреймворков, обеспечивающих интеллектуальное управление сельскохозяйственной техникой.

Схема организации вычислительного кластера представлена на Рисунке 3.

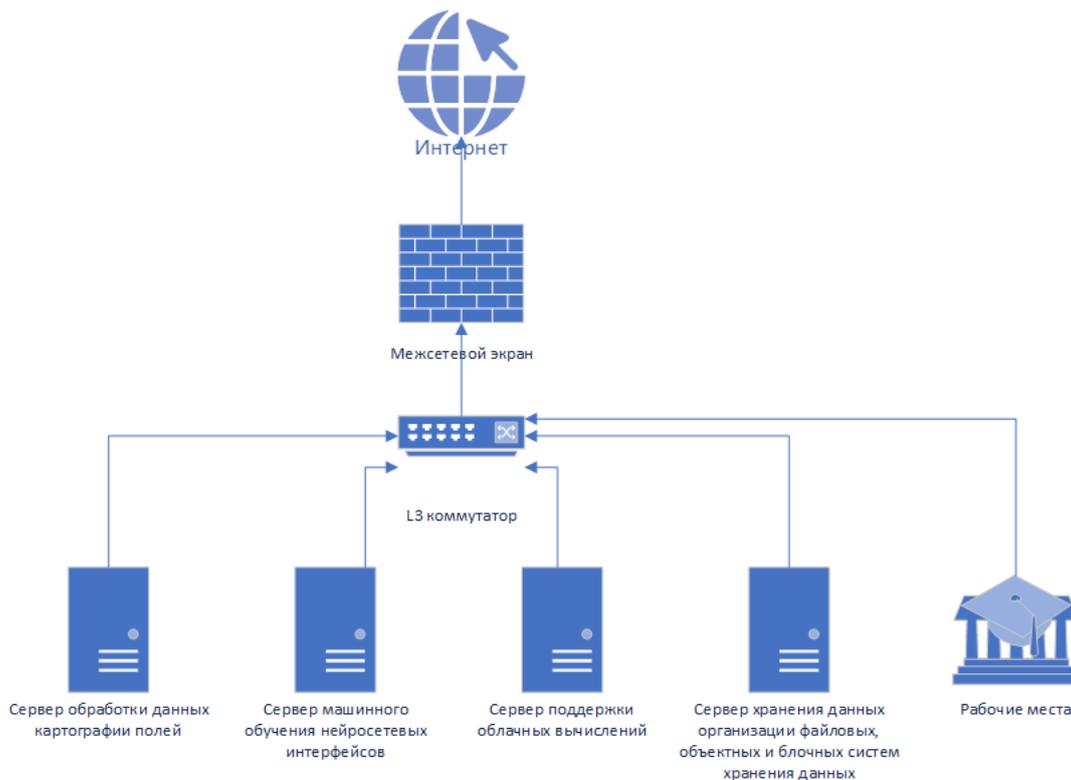


Рисунок 3 – Схема организации вычислительного кластера
Figure 3 – The scheme of the organization of the computing cluster

Серверный кластер состоит из следующих компонентов:

- сервер обработки данных картографии полей;
- сервер машинного обучения нейросетевых интерфейсов;
- сервер поддержки облачных вычислений;
- сервер хранения данных организации файловых, объектных и блочных систем хранения данных.

Сервер обработки данных картографии полей используется для фотограмметрической обработки данных сканирования полей с целью создания 3D-моделей с последующей передачей на сервера машинного обучения нейросетевых интерфейсов с целью формирования программ и совершенствования алгоритмов

управления беспилотной техникой. Хранение данных выполняется на сервере хранения данных организации файловых, объектных и блочных систем хранения данных с возможностью доступа к ним со стороны вуза.

Сервер обработки данных картографии полей укомплектован многоядерным процессором и набором видеоускорителей с целью проведения расчетов по 3D-моделированию поверхностей на основе данных аэрофотосъемки с дрона. Выполняемые на нем расчеты позволяют составлять модели полей.

Развитие данного проекта позволило бы иметь цифровых двойников земель сельскохозяйственного назначения, оперативно получать полную информацию об их состоянии, использовать реальные данные для обучения сотрудников, выполнять НИР и НИОКР, активно вовлекать студентов, аспирантов и сотрудников вузов в цифровую трансформацию промышленности и сельского хозяйства.

Обсуждение

В приведенном проекте большую часть данных приходилось собирать из различных источников, таких, например, как открытые базы аэрофотоснимков. Часть данных необходимо было собрать самостоятельно. При очевидной полезности этих данных, предприятие с ними практически не работало, что свидетельствует о низком уровне цифровой зрелости и неготовности к цифровизации. Реализация таких проектов, особенно на базе сельхозпредприятий, могла бы стать толчком к цифровой трансформации.

Очевидно, что использование реальных производственных данных в образовательном процессе несет много пользы как вузам, так и предприятиям. И можно привести много примеров такого использования в рамках отдельных образовательных курсов или проектов. Но для массовой подготовки кадров требуется системный инструментарий, включающий технологическую, методологическую и нормативную базу.

Требования, которые можно выдвинуть к технологической основе такого инструментария – это, в первую очередь, гибкие возможности развертывания необходимых элементов ИТ-инфраструктуры по требованию, организация хранения и обработки больших объемов данных, обеспечение безопасности данных, предоставление доступа к данным и сервисам как студентам и сотрудникам вуза, так и специалистам предприятий. Всем этим требованиям соответствует дата-центр «Виртуальная Компьютерная Лаборатория».

Заключение

Интеграция процессов цифровой трансформации промышленности и сельского хозяйства с образовательным процессом позволит обеспечить подготовку кадров необходимой квалификации и глубокое вовлечение вузов в эти процессы.

Предложенная модель интеграции информационных систем предприятий и вузов на основе ВКЛ может обеспечить ряд серьезных преимуществ для всех участников процесса:

- ускорение процессов цифровой трансформации на предприятиях за счет использования вычислительной инфраструктуры и технологий вуза, повышения вовлеченности студентов и сотрудников вузов в процессы цифровой трансформации;
- эффективное создание и использование знаний и объектов интеллектуальной собственности, необходимых для развития предприятий и вузов;
- эффективную подготовку кадров для предприятий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Скляр М.А., Кудрявцева К.В. Цифровизация: основные направления, преимущества и риски. *Экономическое возрождение России*. 2019;(3):103–114. Sklyar M.A., Kudryavtseva K.V. Digitization: trends, benefits and risks. *Economic Revival of Russia*. 2019;(3):103–114. (In Russ.).
2. Белов М.А., Лишили М.В., Черемисина Е.Н., Стифорова Е.Г. Роль проектно-ориентированного технологического предпринимательства в стратегии развития ИТ-образования в условиях цифровой трансформации. *Современные наукоемкие технологии*. 2022;(11):86–96. <https://doi.org/10.17513/snt.39401>
Belov M.A., Lishilin M.V., Cheremisina E.N., Stiforova E.G. The role of project-oriented technology entrepreneurship in the development strategy of IT education in the global process of digital transformation. *Modern High Technologies*. 2022;(11):86–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/snt.39401>
3. Лишили М.В. Архитектура системы управления знаниями на основе виртуальной компьютерной лаборатории, ориентированной на подготовку ИТ-специалистов. *Фундаментальные исследования*. 2015;(11):77–84. Lishilin M.V. The architecture of knowledge management system based on the virtual computer lab, focused on training of IT professionals. *Fundamental Research*. 2015;(11):77–84. (In Russ.).
4. Белов М.А., Гришко С.И., Лишили М.В., Осипов П.А., Черемисина Е.Н. Стратегия подготовки ИТ-специалистов с применением инновационного учебного дата-центра «Виртуальная компьютерная лаборатория» для эффективного решения задач цифровой трансформации и акселерации цифровой экономики. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2021;17(1):134–144. <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202101.703>
Belov M.A., Grishko S.I., Lishilin M.V., Osipov P.A., Cheremisina E.N. Strategy for Training IT Professionals Using the Innovative Training Data Center "Virtual Computer Lab" to Effectively Solve the Problems of Digital Transformation and Acceleration of the Digital Economy. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2021;17(1):134–144. (In Russ.). <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202101.703>
5. Лишили М.В. Опыт и перспективы использования виртуальной компьютерной лаборатории при подготовке ИТ-кадров в университете «Дубна». В сборнике: *Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: Материалы II Международной научно-практической конференции, 17–19 ноября 2015 года, Тамбов, Россия*. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет; 2016. С. 361–365.
6. Grishko S., Belov M., Cheremisina E., Sychev P. Model for Creating an Adaptive Individual Learning Path for Training Digital Transformation Professionals and Big Data Engineers Using Virtual Computer Lab. In: *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science: 4th International Conference, CIT&DS 2021, 20–23 September 2021, Volgograd, Russia*. Cham: Springer; 2021. pp. 496–507. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87034-8_36
7. Белов М.А., Гришко С.И., Черемисина Е.Н., Токарева Н.А. Подготовка ИТ-специалистов в условиях глобальной цифровой трансформации. Концепция автоматизированного управления профилями компетенций в образовательных программах будущего. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*. 2021;17(3):658–669. <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202103.658-669>

- Belov M.A., Grishko S.I., Cheremisina E.N., Tokareva N.A. Training of IT Specialists in the Conditions of Global Digital Transformation. The Concept of Automated Management of Competency Profiles in the Educational Programs of the Future. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2021;17(3):658–669. (In Russ.). <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202103.658-669>
8. Куклин Е.В. Управление знаниями ГК «Росатом». *Academy*. 2017;(11):44–48.
9. Безгинова Ю.А., Гаранина Т.А., Кудрявцев Д.В., Плешкова А.Ю. Практики управления знаниями в нефтяных компаниях. *Открытое образование*. 2018;22(6):27–38. <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-6-27-38>
Bezginova Yu.A., Garanina T.A., Kudryavtsev D.V., Pleshkova A.Yu. Knowledge management practices in oil companies. *Open Education*. 2018;22(6):27–38. (In Russ.). <https://doi.org/10.21686/1818-4243-2018-6-27-38>
10. Лишилин М.В., Аверкин А.Н., Дорохин В.А., Теряев Л.Н. Применение технологий виртуальной и дополненной реальности при подготовке операторов автоматизированной сельскохозяйственной техники. В сборнике: *Цифровизация агропромышленного комплекса: Сборник научных статей II Международной научно-практической конференции в 2-х томах: Том II, 21–23 октября 2020 года, Тамбов, Россия*. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет; 2016. С. 454–457.
Lishilin M.V., Averkin A.N., Dorokhin V.A., Teryaev L.N. Application of virtual and augmented reality technologies in training operators of automated agricultural machinery. In: *Digitalization of Agroindustrial Complex: II International Scientific and Practical Conference in 2 volumes: Volume II, 21–23 October 2020, Tambov, Russia*. Tambov: Tambov State Technical University; 2016. pp. 454–457. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Лишилин Михаил Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры системного анализа и управления, Государственный университет «Дубна», Дубна, Российская Федерация.
e-mail: m.lishilin@yandex.ru
ORCID: [0000-0003-3119-2511](https://orcid.org/0000-0003-3119-2511)

Mikhail V. Lishilin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of System Analysis and Management, Dubna State University, Dubna, the Russian Federation.

Пряхин Вадим Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры геоинформационных систем и технологий, Государственный университет «Дубна», Дубна, Российская Федерация.
e-mail: vpryahin@inbox.ru
ORCID: [0000-0001-8738-637X](https://orcid.org/0000-0001-8738-637X)

Vadim N. Pryakhin, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Geoinformation Systems and Technologies, Dubna State University, Dubna, the Russian Federation.

Карапетян Мартик Аршалуйсович, доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина, Москва, Российская Федерация.
ORCID: [0000-0002-6524-0561](https://orcid.org/0000-0002-6524-0561)

Martik A. Karapetyan, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State Agrarian University – K.A. Timiryazev, V.P. Goryachkin Institute of Mechanics and Power Engineering, Moscow, the Russian Federation.

Статья поступила в редакцию 27.11.2024; одобрена после рецензирования 12.12.2024; принята к публикации 18.12.2024.

*The article was submitted 27.11.2024; approved after reviewing 12.12.2024;
accepted for publication 18.12.2024.*