

Научная статья

Original article

УДК 330.342

doi: https://doi.org/10.55186/2413046X_2026_11_3_37

edn: OXBEMO

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В
АСПЕКТЕ СОДЕРЖАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
ПРАКТИК**

**DIGITAL TRANSFORMATION OF ENGINEERING EDUCATION IN
TERMS OF CONTENT, TECHNOLOGY, AND TEACHING PRACTICES**



Шангина Елена Игоревна, д.п.н., к.т.н., профессор, зав кафедрой инженерная графика, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», Екатеринбург, E-mail: eishangina@yandex.ru

Сиразутдинова Наталья Борисовна, старший преподаватель кафедры инженерная графика, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», Екатеринбург, E-mail: nsirazutdinova@mail.ru

Савина Татьяна Евгеньевна, старший преподаватель кафедры инженерная графика, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», Екатеринбург, E-mail: tesavina@list.ru

Shangina Elena Igorevna, Doctor of Pedagogics, PhD, Professor, Head of the Department of Engineering Graphics, Ural State Mining University, Ekaterinburg, E-mail: eishangina@yandex.ru

Sirazutdinova Natalia Borisovna, Senior Lecturer at the Department of Engineering Graphics, Ural State Mining University, Ekaterinburg, E-mail: nsirazutdinova@mail.ru

Savina Tatiana Evgenievna, Senior Lecturer at the Department of Engineering Graphics, Ural State Mining University, Ekaterinburg, E-mail: tesavina@list.ru

Аннотация. Статья посвящена анализу процессов цифровой трансформации инженерного образования в контексте современных вызовов 2025-2026 годов. Рассматриваются ключевые технологические драйверы изменений: системы управления жизненным циклом изделий (PLM), искусственный интеллект, цифровые двойники, иммерсивные технологии. Выявляются системные противоречия между традиционной педагогической парадигмой и требованиями цифровой экономики. Обосновывается необходимость перехода от фрагментарного использования цифровых инструментов к формированию целостной цифровой образовательной экосистемы, интегрирующей фундаментальную подготовку, практико-ориентированное обучение и сквозные цифровые компетенции. На основе анализа реализуемых в российских и зарубежных университетах практик предлагаются направления совершенствования инженерной подготовки в условиях новой модели высшего образования.

Abstract. The article is devoted to the analysis of the processes of digital transformation of engineering education in the context of modern challenges of 2025-2026. The key technological drivers of change are considered: product lifecycle management systems (PLM), artificial intelligence, digital twins, immersive technologies. The systemic contradictions between the traditional pedagogical paradigm and the requirements of the digital economy are revealed. The article substantiates the need to move from the fragmented use of digital tools to the formation of a holistic digital educational ecosystem that integrates fundamental training, practice-oriented learning and end-to-end digital competencies. Based on the analysis of the practices implemented in Russian and foreign universities, the directions of improving engineering training in the context of a new model of higher education are proposed.

Ключевые слова: цифровая трансформация, инженерное образование, PLM-системы, искусственный интеллект, цифровые двойники, педагогический дизайн, цифровые компетенции

Keywords: digital transformation, engineering education, PLM systems, artificial intelligence, digital twins, pedagogical design, digital competencies

Цифровая трансформация инженерного образования перестала быть предметом теоретических дискуссий и стала императивом развития высшей технической школы. На рубеже 2025-2026 годов этот процесс приобретает новые черты, обусловленные как внешними вызовами (необходимость достижения технологического суверенитета, кадровый дефицит в высокотехнологичных отраслях), так и внутренними факторами (переход к новой национальной модели высшего образования, массовое внедрение генеративных нейросетей, смена поколенческих характеристик студенческой аудитории) [6,8].

Как справедливо отмечают исследователи Томского политехнического университета, «будущее высшего образования формируется под воздействием цифровых технологий, которые предоставляют перспективы для обучения и преподавания» [9]. Однако, как подчеркивает ректор МАИ М. Погосян, «объективная необходимость трансформации системы образования не вытекает из чего-то одного. Она продиктована и происходящей цифровизацией, и задачами по развитию экономики, потенциал роста которой зависит не просто от притока молодёжи в индустрию, а главным образом от качества подготовки кадров» [3].

Цель данной статьи — выявить ключевые векторы цифровой трансформации инженерного образования, систематизировать проблемы, возникающие в этом процессе, и предложить направления совершенствования образовательной практики.

Рассмотрим технологические драйверы цифровой трансформации. Во-первых, PLM-системы, играющие роль фундамента цифровой подготовки инженеров. Современное инженерное образование невозможно представить без освоения систем управления жизненным циклом изделий (PLM — Product Lifecycle Management). Эти платформы интегрируют процессы концептуального проектирования, конструкторско-технологической подготовки производства, управления инженерными данными и эксплуатационной поддержки изделий [2].

В исследовании, посвященном подготовке инженеров-механиков, обосновывается, что PLM-системы выступают «фундаментальным инструментом формирования цифровых компетенций инженера». Ключевым требованием к образовательным программам становится не просто освоение конкретного программного обеспечения (ПО), а понимание принципов управления данными на всех этапах жизненного цикла изделия. Особую значимость в текущих условиях приобретает интеграция в учебный процесс отечественных PLM-платформ, что позволяет изучать процессы технологического нормирования, управления себестоимостью и формирования документации в соответствии с национальными стандартами [2].

Во-вторых, искусственный интеллект и цифровые двойники все больше внедряются в нашу действительность. Рубеж 2025-2026 годов характеризуется стремительным проникновением генеративных нейросетей и систем машинного обучения в образовательный процесс. Как отмечают исследователи Белорусского национального технического университета, разработана модель интеграции ИИ в лабораторные занятия, включающая выбор данных, обучение моделей, анализ результатов и презентацию решений [7].

Цифровые двойники (digital twins) становятся не просто объектом изучения, но и средой обучения. Студенты получают возможность работать с

цифровыми копиями реальных производственных систем, проводить виртуальные испытания, оптимизировать параметры работы оборудования без риска для реального производства. Ректор Московского Политехнического университета В. Миклушевский подчеркивает: «Промышленность нуждается в специалистах, которые могут реализовать весь цикл создания продукта — от концепции до серийного производства. Без цифровых двойников и искусственного интеллекта невозможно сократить циклы разработки и выйти на собственные технологии в авиации, судостроении, автомобилестроении» [8].

В-третьих, иммерсивные технологии и виртуальные лаборатории позволяют расширить возможности обучения. Развитие виртуальной и дополненной реальности создает принципиально новые возможности для практической подготовки инженеров. Виртуальные лаборатории позволяют проводить сложные, дорогостоящие или опасные эксперименты в безопасной контролируемой среде. В ряде университетов созданы VR-тренажеры для отработки навыков работы с высоковольтным оборудованием, сборки сложных механизмов, действий в чрезвычайных ситуациях [4]. Исследования эффективности иммерсивных технологий показывают, что обучение с использованием VR может повышать качество усвоения материала на 50-75% за счет высокой вовлеченности и возможности многократного повторения сложных операций без риска [4].

Внедрение цифровых технологий влечет трансформацию содержания и методов обучения. Первое направление – это переход от дисциплинарной модели к междисциплинарным цифровым компетенциям. Цифровая трансформация меняет требования к содержанию инженерного образования. Как отмечают участники дискуссии «Образовательный код инженера», состоявшейся в МАИ, ключевыми направлениями развития становятся внедрение ИИ в образовательный процесс, усиление практико-ориентированности, компетентностный подход, индивидуальные

образовательные траектории, ранняя профориентация, развитие у инженера управленческих навыков [6].

Второе направление – это проектное обучение и интеграция с индустрией. Ведущим трендом становится переход от эпизодической производственной практики к модели стратегического партнерства. В Московском авиационном институте реализуется проект дополнительного обучения преподавателей, направленный на перепроектирование образовательных программ на основе прогнозов развития индустрии. Как подчеркивает ректор МАИ, «наша цель — на основе технологического, кадрового и рыночного прогнозов создать образовательные программы, которые дадут возможность готовить лидеров изменений в отрасли» [3].

В Московском Политехническом университете открыты две передовые инженерные школы. В Передовой школе технологического лидерства студенческие команды работают над электромобилями, гибридными силовыми установками, беспилотными платформами — проектами, которые сокращают циклы разработки за счет использования цифровых моделей и искусственного интеллекта. В Передовой школе инженерного дизайна инженеры и дизайнеры учатся в единой команде с первого курса, осваивая полный цикл — от концептуального проектирования до создания 3D-моделей [8].

Третье направление – индивидуализация и адаптивное обучение. Цифровые платформы открывают возможности для персонализации образовательного процесса. Адаптивные системы на основе анализа данных о прогрессе студента позволяют подбирать индивидуальные задания, выявлять пробелы в знаниях, формировать оптимальную траекторию обучения. Как отмечают исследователи Томского политехнического университета, «благодаря конструирующейся на основе цифровизации гибкости учебного процесса, инновационных технологий, адаптивных

образовательных платформ и усовершенствованных систем оценивания создаётся база для глобальной модернизации образования в целом» [9].

Наряду с положительными моментами образовательной цифровизации существуют проблемы и риски цифровой трансформации. Во-первых, противоречие между цифровизацией и фундаментальностью. Ключевое противоречие современного этапа цифровизации инженерного образования — риск подмены глубокого понимания фундаментальных принципов навыком работы с конкретным программным обеспечением. Исследователи отмечают, что «чрезмерный акцент на инструменты в ущерб фундаментальному теоретическому обучению и развитию инженерного мышления может привести к подготовке узких технических исполнителей, не способных к инновациям и системному анализу» [9].

Выход из этого противоречия видится в формировании сбалансированного подхода: цифровые инструменты должны не заменять, а усиливать глубокое понимание математики, физики, механики. Как подчеркивается в дискуссиях, ключевой задачей становится обучение не конкретному ПО, а методологии цифрового моделирования и анализа [9].

Во-вторых, кадровый дефицит и профессиональное развитие преподавателей. Быстрое обновление технологий создает разрыв между компетенциями профессорско-преподавательского состава и требованиями времени. В МАИ эта проблема решается через системное дополнительное обучение преподавателей, включающее три блока: погружение в суть изменений системы высшего образования, формирование управленческих навыков, освоение новых образовательных форматов [3].

Однако, как отмечают эксперты, масштаб проблемы значительно шире: необходимы массовые программы повышения квалификации, чтобы педагоги могли не только освоить новые инструменты, но и эффективно интегрировать их в педагогический дизайн [9].

В-третьих, цифровое неравенство и инфраструктурные ограничения. Серьезным вызовом остается неравенство между университетами в доступе к современной цифровой инфраструктуре. Как отмечает заместитель председателя Комитета Совета Федерации А. Высокинский, многие учебные заведения «даже не отремонтированы, а их нужно оснащать оборудованием в соответствии с курсом на цифровую трансформацию. Кроме того, не хватает современных технологий и программных продуктов, необходимых для обучения строительным специальностям». Решение проблемы требует консолидированных усилий государства, бизнеса и образовательных организаций. В качестве перспективной модели рассматривается возвращение к практике, когда крупные предприятия могут содержать свои профессиональные учебные заведения, обеспечивая их современным оборудованием и программным обеспечением [5].

В качестве основных направлений совершенствования инженерного образования нами рассматриваются следующие.

1. Формирование целостной цифровой образовательной экосистемы.

Преодоление фрагментарности цифровизации требует создания интегрированной образовательной экосистемы, объединяющей:

- цифровые платформы для управления обучением (LMS);
- облачные среды для проектной работы и совместного использования CAD/CAE/CAM/PLM-систем;
- виртуальные лаборатории и тренажеры;
- системы аналитики образовательных данных;
- инструменты для коммуникации и коллаборации [2, 9].

Как отмечается в исследовании по цифровой трансформации подготовки инженеров-механиков, «ключевым условием успеха становится интеграция разнородных CAD/CAM/CAE/PLM систем в единый образовательный пространство университета» [2].

2. Развитие гибридных моделей обучения. Оптимальным путем развития признается сочетание лучшего из цифрового и традиционного форматов. Онлайн-курсы обеспечивают гибкость и доступность теоретического материала, офлайн-практика в высокотехнологичных лабораториях и на реальном производстве – формирование практических навыков и soft skills. Как отмечают исследователи, «преимущество цифровизации образования в XXI веке заключается в том, что оно сочетает в себе как традиционные методики, так и методы онлайн-обучения, которые выступают в качестве взаимодополняющих систем» [9].

3. Переход к непрерывному инженерному образованию. Цифровая трансформация стирает границы между базовым образованием и повышением квалификации. Образование превращается в процесс обучения на протяжении всей жизни, что отвечает потребностям быстро меняющейся промышленности. Цифровая трансформация инженерного образования на рубеже 2025-2026 годов представляет собой сложный, многомерный процесс, затрагивающий все компоненты образовательной системы: содержание, методы, технологии, организационные формы, компетенции преподавателей.

Ключевым выводом анализа является понимание того, что успех цифровизации определяется не скоростью внедрения отдельных технологических инноваций, а способностью образовательной системы к целостной, сбалансированной трансформации. Эта трансформация должна:

- сохранять фундаментальность инженерной подготовки, рассматривая цифровые инструменты как средство усиления, а не замены базовых знаний;
- обеспечивать интеграцию сквозных цифровых компетенций во все компоненты учебного процесса;
- развивать практико-ориентированность через глубинное партнерство с индустрией;
- формировать систему непрерывного профессионального развития преподавателей;

– создавать условия для преодоления цифрового неравенства между образовательными организациями.

Только такой системный подход позволит подготовить инженеров, способных не только эффективно использовать современные цифровые инструменты, но и создавать технологии будущего, обеспечивая технологический суверенитет и конкурентоспособность национальной экономики.

Список источников

1. Боровков А.И., Рождественский О.И., Сачава Д.С. и др. Популяризация инструментов цифрового инжиниринга в деятельности современного инженерного университета в рамках концепции достижения технологического лидерства России. — СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025. — DOI 10.18720/SPBPU/2/i26-12.
2. Шангина, Е.И. Геометрическое моделирование как инструмент повышения качества геометро-графической подготовки студентов. Международная научно-практическая конференция «Уральская горная школа – регионам»// Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2025. – С. 324-329.
3. МАИ запустил программу дополнительного обучения преподавателей для совершенствования подготовки инженеров // АЕХ.RU. — 11.02.2026. — URL: <https://www.aex.ru/news/2026/2/11/292467/>
4. Kulmamatov R.J. Effectiveness of training future engineering students using digitalized educational technologies // Zenodo. — 2026. — DOI 10.5281/zenodo.18708406.
5. Сенаторы предложили вернуть стройкомпаниям возможность содержать свои техникумы // Информационный портал АСДГ. — 11.03.2026. — URL: <https://portal1.asdg.ru/news/391286/>
6. Формируем новые подходы к образованию инженера // Государственный университет "Дубна". — 2026. — URL: <https://news.uni-dubna.ru/posts/1878>

7. Калина А.А., Тимощенко Т.Н., Леоник Ю.С. Цифровая трансформация инженерной подготовки // Сборник материалов 23-й Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике». — Минск: БНТУ, 2026.
8. Цифровые двойники, ИИ, машиностроение: на кого учиться в 2026 году // Национальная Ассоциация нефтегазового сервиса. — 04.01.2026. — URL: <https://nangs.org/news/education/tsifrovye-dvojniki-ii-mashinostroenie-na-kogo-uchitsya-v-2026-godu>
9. Болсуновская Л.М., Ганина О.А. Цифровая трансформация современного образовательного пространства: плюсы и минусы // Векторы благополучия: экономика и социум. — 2025. — Т. 53, № 3. — С. 156-173. — DOI 10.18799/26584956/2025/3/2017.

References

1. Borovkov A.I., Rozhdestvensky O.I., Sachava D.S. and others. Popularization of digital engineering tools in the activities of a modern engineering university within the framework of the concept of achieving technological leadership in Russia. St. Petersburg: POLYTECH PRESS, 2025. — DOI 10.18720/SPBPU/2/i26-12.
2. Shangina, E.I. Geometric modeling as a tool for improving the quality of geometric and graphic training of students. International scientific and practical conference "Ural Mining School for regions"// Ural State Mining University. Yekaterinburg: UGGU Publishing House, 2025, pp. 324-329.
3. MAI launched a program of additional teacher training to improve the training of engineers // AEX.RU . — 02/11/2026. — URL: <https://www.aex.ru/news/2026/2/11/292467/>
4. Kulmamatov R.J. Effectiveness of training future engineering students using digitalized educational technologies // Zenodo. — 2026. — DOI 10.5281/zenodo.18708406

5. Senators proposed to return to construction companies the opportunity to maintain their technical schools // ASDG Information Portal. — 03/11/2026. — URL: <https://portal1.asdg.ru/news/391286/>
6. We are forming new approaches to the education of an engineer // Dubna State University. — 2026. — URL: <https://news.uni-dubna.ru/posts/1878>
7. Kalina A.A., Timoshchenko T.N., Leonik Yu.S. Digital transformation of engineering training // Proceedings of the 23rd International Scientific and Technical Conference "Science for Education, Production, Economics". — Minsk: BNTU, 2026.
8. Digital twins, AI, mechanical engineering: who to study for in 2026 // National Association of Oil and Gas Service. — 04.01.2026. — URL: <https://nangs.org/news/education/tsifrovye-dvojniki-ii-mashinostroenie-na-kogo-uchitsya-v-2026-godu>
9. Bolsunovskaya L.M., Ganina O.A. Digital transformation of the modern educational space: pros and cons // Vectors of well-being: economy and society. — 2025. — Vol. 53, No. 3. — pp. 156-173. — DOI 10.18799/26584956/2025/3/2017

© Шангина Е.И., Сиразутдинова Н.Б., Савина Т.Е., 2026. Московский экономический журнал, 2026, № 3.