

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ

Тырышкин С.Ю.¹

¹ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,
Барнаул, e-mail: service.vip-spe@yandex.ru

В современных быстро меняющихся условиях развития общества и экономики инженерное образование все больше подчеркивает междисциплинарные связи, которые отражают растущую сложность реальных проблем. Набирающий обороты темп технологического прогресса способствует появлению новых и революционных технологий, таких как искусственный интеллект, робототехника, нанотехнологии, трехмерная печать, блокчейн и интеллектуальные сети. Это в свою очередь выдвигает новые требования к формированию технического мышления для студентов инженерных специальностей, подчеркивающие важность контекстуализированной формулировки и решения инженерных задач в более широком техническом контексте. С учетом отмеченного цель исследования заключается в рассмотрении особенностей и результатов использования инновационных технологий в процессе преподавания дисциплин профессионального инженерно-технического направления. Методы исследования включают в себя системный анализ, сравнение, моделирование, группировку, синтез, обобщение, описание. В процессе исследования охарактеризованы принципы подготовки специалистов инженерно-технического направления в эпоху Четвертой промышленной революции и отличительные черты образовательной среды. Также выделены особенности, сферы применения, преимущества и недостатки инновационных технологий, которые используются при преподавании технических дисциплин. Отдельное внимание уделено эффективности использования новых подходов и методов в образовательном процессе подготовки инженерно-технических кадров. Полученные в ходе исследования результаты позволяют сделать такие выводы: инновационные технологии для технического образования имеют неоспоримые преимущества и перспективы. Однако их внедрение требует планирования адаптационных мероприятий с учетом потребностей студентов и преподавательского состава.

Ключевые слова: обучение, инженерная специальность, инновационный подход, эффективность, методика, технические дисциплины.

REVIEW OF MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF TEACHING PROFESSIONAL ENGINEERING AND TECHNICAL SUBJECTS

Tyryshkin S.Y.¹

Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, e-mail: service.vip-spe@yandex.ru

In today's rapidly changing social and economic environment, engineering education increasingly emphasises interdisciplinary links that reflect the growing complexity of real-world problems. The accelerating pace of technological progress is driving the emergence of new and revolutionary technologies such as artificial intelligence, robotics, nanotechnology, 3D printing, blockchain and smart grids. This, in turn, places new demands on the development of technical thinking for engineering students, emphasising the importance of contextualised formulation and solution of engineering problems in a broader technical context. In view of the above, the aim of this article is to examine the features and results of using innovative technologies in the teaching of professional engineering and technical disciplines. The research methods include system analysis, comparison, modelling, grouping, synthesis, generalisation and description. The study characterises the principles of training engineering and technical specialists in the era of the Fourth Industrial Revolution and the distinctive features of the educational environment. It also highlights the features, areas of application, advantages and disadvantages of innovative technologies used in the teaching of technical disciplines. Special attention is paid to the effectiveness of new approaches and methods in the educational process of training engineering and technical personnel. The results obtained in the course of the study allow us to draw the following conclusions: innovative technologies for technical education have undeniable advantages and prospects. However, their implementation requires planning of adaptation measures taking into account the needs of students and teaching staff.

Keywords: teaching, engineering specialty, technical field, innovative approach, effectiveness, methodology.

Введение

Продвинутое и непрерывное инженерно-техническое образование имеет решающее значение для постоянного профессионального развития и адаптивности инженеров, особенно в эпоху, характеризующуюся быстрым технологическим прогрессом и меняющимися требованиями к профессии, которые стимулируются развитием Четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0).

Современные исследования, посвященные Индустрии 4.0, показывают, что она влечет за собой изменения в структуре профессий и видов деятельности, а также выдвигает дополнительные требования к работникам. Эти изменения непосредственно затрагивают систему профессионального образования и обучения. В текущих условиях и со взглядом в будущее очевидным является тот факт, что необходимо изменить подход к подготовке студентов технических вузов на такой, который позволит вооружить их навыками, необходимыми для решения задач Индустрии 4.0. Слушатели этих учебных заведений должны будут демонстрировать новые компетенции и знания в своей профессиональной деятельности [1].

Четвертая промышленная революция определила множество потенциальных возможностей и вызовов, которые входят в пять областей деятельности: горизонтальная интеграция, цифровое комплексное проектирование, вертикальная интеграция, новые социальные инфраструктуры и киберфизические производственные системы. Это, в свою очередь, предопределило следующие требования к подготовке будущих инженеров: цифровые методы обучения, развитие умений управления производственными системами, междисциплинарная разработка продуктов и процессов, специфические компетенции для новых отраслей промышленности, оценка компетенций [2].

Учитывая вышеизложенное, необходимо отметить, что традиционные педагогические подходы зачастую не справляются с динамичной средой Индустрии 4.0, не обеспечивая гибкость и экспертные знания, необходимые современным инженерам. Это несоответствие подчеркивает необходимость значительных преобразований в преподавании инженерно-технических дисциплин с особым акцентом на передовые, инновационные технологии для сохранения актуальности и эффективности образовательных процессов и программ обучения. Для более наглядной аргументации необходимости перехода в технических вузах к новым, инновационным учебным траекториям, в таблице 1 представлена сравнительная характеристика эффективности традиционных и инновационных методик обучения будущих инженеров.

Таблица 1

Сравнение эффективности традиционных и инновационных методик обучения
инженерно-технических дисциплин

Критерий сравнения	Традиционные методики (лекции, семинары, лабораторные работы)	Инновационные методики (проектное обучение, проблемно ориентированное обучение, «перевернутый класс», обучение через дизайн)
Вовлеченность и мотивация студентов	Низкая-средняя: пассивное восприятие, что может снижать интерес и посещаемость. Часто зависит от харизмы преподавателя	Высокая: активное участие, решение реальных задач, самостоятельный поиск, что значительно повышает интерес и внутреннюю мотивацию. Увеличение мотивации на 20-30%, по некоторым данным
Глубина понимания материала	Средняя: акцент на запоминании и воспроизведении. Знания могут быть быстро забыты без активного применения	Глубокая и устойчивая: материал усваивается через применение, анализ и синтез. Знания дольше сохраняются и легче применяются в новых контекстах
Развитие критического мышления и навыков решения проблем	Низкое-среднее: ограниченные возможности для самостоятельного анализа и решения комплексных задач	Высокое: постоянное решение проблем, требующих анализа, оценки и синтеза информации. Улучшение на 0.5-0.7 стандартных отклонений в критическом мышлении по сравнению с традиционными методами
Развитие практических и инженерных навыков	Среднее: освоение навыков по инструкциям в лабораторных работах. Полученные знания могут быть не релевантными для решения реальных инженерных задач	Высокое: развитие навыков проектирования, прототипирования, работы с оборудованием, моделирования в условиях, приближенных к реальным. На 15-20% выше способность к формулированию инженерных проблем и более частое появление инновационных прототипов в выпускных квалификационных работах
Развитие «мягких» навыков (soft skills)	Низкое: минимум возможностей для командной работы, коммуникации, презентации	Высокое: регулярная командная работа, презентации проектов, коммуникация с внешними экспертами. Развитие навыков коллаборации, коммуникации, лидерства
Скорость усвоения информации	Высокая на начальном этапе: быстрая передача большого объема информации	Средняя-низкая на начальном этапе: требуется больше времени для самостоятельного осмысления и поиска
Успеваемость (результаты тестов, экзаменов)	Высокая/стабильная: хорошо измеряется традиционными тестами на запоминание	Смешанная/потенциально выше: может быть временно ниже при адаптации, но в долгосрочной перспективе часто приводит к небольшому, но статистически значимому увеличению успеваемости (5-10% в некоторых случаях), особенно в моделях «перевернутого класса»
Требования к преподавателю	Средние: наличие квалификации в конкретной предметной области, хорошие	Высокие: фасилитатор, наставник, организатор, эксперт по управлению проектами и групповой динамикой.

	навыки изложения материала, поддержания дисциплины	Преподаватель нуждается в дополнительной подготовке и гибкости
Требования к ресурсам	Низкие-средние: классная комната, доска, учебники, стандартное лабораторное оборудование	Высокие: нужны специализированные лаборатории, программное обеспечение, интерактивные инструменты, доступ к реальным кейсам/данным

Примечание. Составлено автором

Таким образом, детальный анализ возможностей и последствий интеграции требований Индустрии 4.0 и передовых практик подготовки инженеров, основанных на инновационных, цифровых технологиях, является актуальной научно-практической задачей, которая и предопределила выбор темы данной статьи.

Цель исследования заключается в рассмотрении особенностей и результатов использования инновационных технологий в процессе преподавания дисциплин профессионального инженерно-технического направления.

Материалы и методы исследования

Педагогический эксперимент проводился на базе кафедры «Информатика, вычислительная техника и информационная безопасность» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова в 2023–2024 учебном году. В исследовании приняли участие 64 студента 3-го курса направления 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника». Участники были распределены на контрольную группу (32 студента) и экспериментальную группу (32 студента).

Контрольная группа обучалась по традиционной методике: лекции, семинарские занятия, лабораторные работы, ориентированные на воспроизведение знаний.

Обучение в экспериментальной группе проводилось с использованием таких инновационных технологий:

- AR/VR-технологии (HoloLens, Autodesk Inventor VR) для преподавания курса «Проектирование аппаратного обеспечения автоматизированных систем»;
- цифровая лаборатория и виртуальные симуляторы для курса «Информационно-измерительные и управляющие системы» [16];
- проектное обучение с использованием микроконтроллеров Arduino и Raspberry Pi, систем контроля и управления доступом PERCo в рамках курса «Эксплуатация программно-аппаратных комплексов»;
- геймификация и компьютерные симуляторы динамических процессов в рамках программы «Технологическая (проектно-технологическая) практика».

Для оценки эффективности проводимого педагогического эксперимента автором использовался комплекс количественных и качественных показателей:

1. Качественная оценка (опрос студентов, самооценка уровня вовлечённости и мотивации, экспертная оценка преподавателей, участвующих в образовательном процессе).
2. Количественная оценка (сравнение среднего балла по тестам/контрольным работам, количество успешно выполненных лабораторных и проектных заданий, показатели участия в научно-исследовательских проектах).
3. Формирование компетенций (оценка по ключевым компетенциям ФГОС – инженерное мышление, работа в команде, способность к проектированию, критическое мышление).

Методы исследования включают в себя системный анализ, сравнение, моделирование, группировку, синтез, обобщение, описание.

Результаты исследования и их обсуждение. Особенности и методы интеграции технического мышления в инженерные учебные программы с целью формирования правильного набора знаний, который позволит повысить вероятность решения практических проблем на производстве, рассматривают в своих трудах Караваев А.А., Петрова Л.Г. [3], Борисов Е.А. [4], Gabriella Coloyan Fleming, Michelle Klopfer [5].

Перспективы и подходы к использованию новых технологий, таких как искусственный интеллект, дополненная реальность, проектное обучение в процессе преподавания дисциплин профессионального инженерно-технического направления с целью создания комплексной платформы, основанной на таксономии навыков, знаний и умений, и использующей технологии обработки естественного языка, изучают Greses Pérez, Trevion Henderson [6], Закиева Р.Р. [7], Меркулова В.А., Третьякова З.О., Шестакова И.Г. [8].

Над разработкой принципов образования 4.0, которые подчеркивают ориентированность на обучающегося, интеграцию технологий и обучения на протяжении всей жизни, обеспечивают целостную основу для переосмысления инженерного образования в цифровую эпоху, а также соответствуют меняющимся потребностям инженерных кадров, трудятся Глаголев С.Н., Алтынник Н.И. [9], Sicong Zhu, Yufei Yuan [10].

Высоко оценивая накопленное на сегодняшний день научное наследие, следует отметить, что еще не все вопросы в данной предметной плоскости нашли свое должное отражение в научно-экспертной литературе. Так, например, отдельного внимания заслуживают проблемы организации технического образования с использованием инновационных технологий, связанные с доступностью передовых решений для учреждений образования, дефицитом квалифицированного педагогического состава. Кроме того, в более детальной проработке нуждается перечень компетенций и навыков, которые могут быть сформулированы у обучающихся инженерным специальностям с применением инновационных подходов и выходят за рамки только технической квалификации.

Прежде всего отметим, что в инженерном образовании традиционно уделяется особое

внимание экспозиционным методам и подходам, основанным на решении математических и физических задач [11]. Однако с развитием технологий и ростом спроса на компетенции в области цифровизации, смарт-производства, устойчивого развития появились новые модели преподавания специализированных дисциплин, способствующие активному и персонализированному обучению.

В результате, отвечая на вызовы современных производств и запросы обучающихся, принципы подготовки специалистов инженерно-технического направления в эпоху Четвертой промышленной революции предусматривают интеграцию передовых технологий и гибких методов обучения для адаптации к меняющимся условиям инженерного образования. Благодаря стремительному научно-техническому прогрессу в сфере образования появились инновационные подходы преподавания, базирующиеся на таких технологиях, как искусственный интеллект, виртуальная реальность и нейролингвистическое программирование, которые применяются для улучшения результатов освоения материала. Эти технологии способствуют персонализации обучения с учетом индивидуальных потребностей и предпочтений студентов. Алгоритмы искусственного интеллекта и методы нейролингвистического программирования позволяют образовательным учреждениям, специализированным кафедрам динамически адаптировать методы подачи и оценки учебного материала, обеспечивая его актуальность и вовлеченность слушателей [12].

Теоретико-концептуальные аспекты использования инновационных технологий в инженерно-техническом образовании

Согласно утверждениям Международной академии производственного инжиниринга, использование инновационных технологий при преподавании дисциплин профессионального инженерно-технического направления дает возможность сформировать учебную среду, имеющую четыре отличительные характеристики:

- процессы, которые являются аутентичными, включают несколько производственных этапов и охватывают как технические, так и организационные аспекты формирования необходимых компетенций;
- условия, которые могут изменяться и отражать характеристики реальной инженерно-технологической цепочки;
- производимый физический продукт;
- дидактическая концепция, охватывающая формальное и неформальное обучение, которая реализуется благодаря кооперации преподавателей и студентов в рамках подхода к обучению на месте.

В таблице 2 приведено описание некоторых инновационных технологий преподавания, с выделением сфер их применения, возможностей и ограничений.

Таблица 2

Характеристика инновационных технологий, используемых при преподавании дисциплин профессионального инженерно-технического направления

Технология	Краткое описание	Преимущества	Недостатки	Практическое применение
Проектное обучение (PBL)	Обучение через выполнение практико-ориентированных проектов	Развитие soft и hard skills, применение знаний на практике, командная работа	Требует времени и ресурсов на организацию, сложная оценка	Разработка инженерных решений, создание прототипов, курсовые проекты
Дополненная реальность (AR)	Визуализация инженерных объектов через AR-приложения	Повышение вовлечённости, наглядность, интерактивность	Необходимость оборудования и специализированного программного обеспечения	Визуализация 3D-моделей, схем, работы механизмов
Виртуальная реальность (VR)	Иммерсивное обучение в виртуальной среде	Безопасность при обучении опасным процессам, высокая мотивация	Высокая стоимость оборудования	Симуляция лабораторий, производственных процессов
Цифровые лаборатории/ виртуальные симуляторы	Моделирование экспериментов в цифровой среде	Безопасность, доступность, экономия материалов	Ограниченность симуляции, нет тактильного опыта	Лабораторные работы по физике, химии, механике
Облачные технологии / LMS	Использование платформ для организации учебного процесса (Moodle, Google Classroom)	Централизованный доступ к материалам, автоматизация контроля	Зависимость от Интернета, низкая мотивация при слабом контроле	Распространение учебных материалов, автоматизация тестов
Геймификация	Внедрение игровых элементов в обучение (баллы, уровни)	Повышение мотивации, вовлечённости	Может отвлекать от сути предмета	Решение инженерных задач в игровом формате, соревнования по проектам
Флиппед-класс (перевёрнутое обучение)	Теория изучается дома, практика – в аудитории	Акцент на практику, развитие самостоятельности	Требует самодисциплины студентов	Решение задач, выполнение лабораторных с преподавателем
Массовый открытый онлайн-курс (МООС) и видеокурсы	Онлайн-курсы от ведущих университетов	Гибкость, доступ к передовому контенту	Отсутствие индивидуального подхода	Изучение дополнительных инженерных дисциплин, самообразование
3D-печать и цифровое	Быстрое изготовление моделей и деталей	Переход от теории к практике, развитие	Высокая стоимость расходных	Моделирование деталей, конструирование,

прототипи- рование		пространственного мышления	материалов	тестирование
-----------------------	--	-------------------------------	------------	--------------

Примечание. Составлено автором

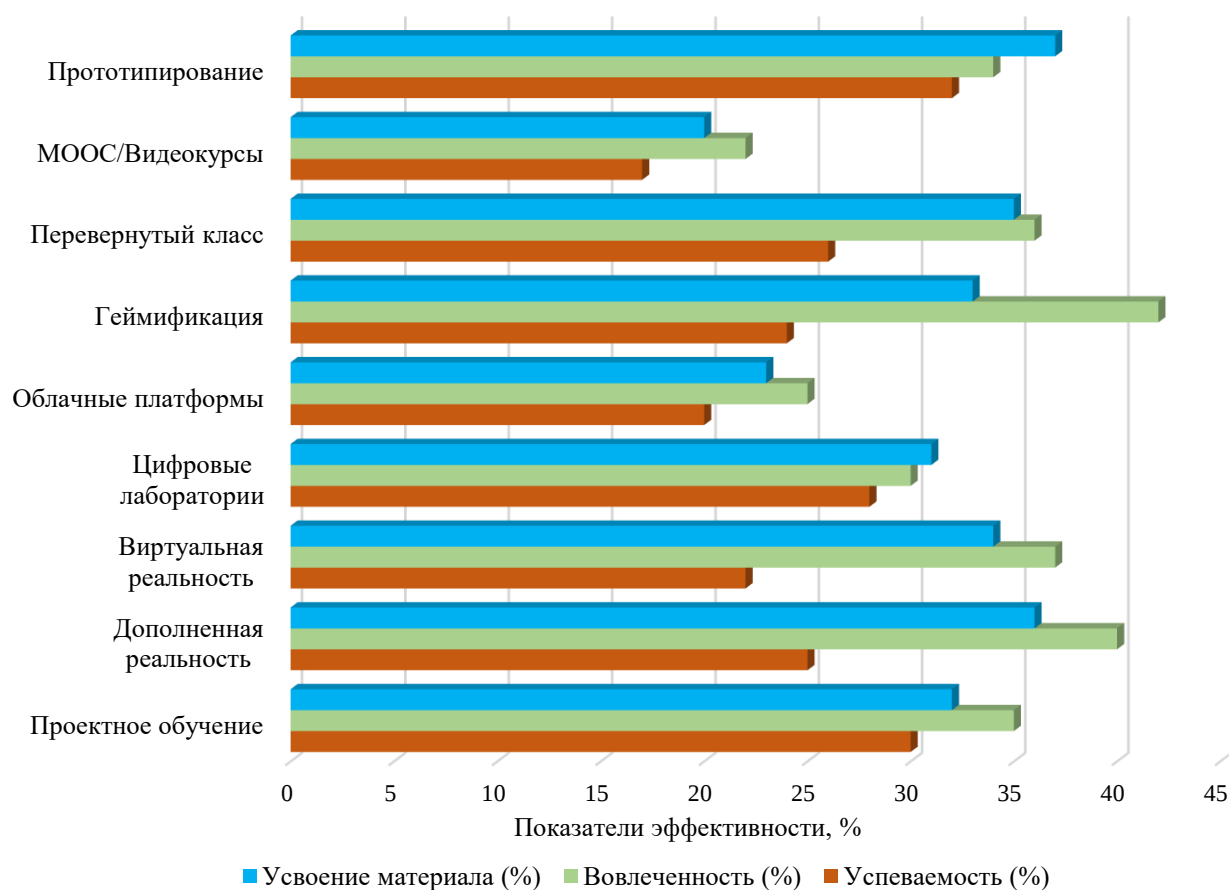
Прикладные аспекты использования инновационных подходов и технологических новинок в обучении будущих инженеров

Виртуальная и дополненная реальность появились как инновационные инструменты, которые позволяют студентам взаимодействовать с реалистичными трехмерными средами, симуляциями физических явлений и системного инжиниринга. Эти технологии помогают преодолеть разрыв между теорией и практикой, улучшая опытное обучение, облегчая понимание сложных концепций и улучшая запоминание знаний [13]. Важно отметить, что VR и AR повышают мотивацию и интерактивность студентов, делая обучение более динамичным и увлекательным.

Геймификация и проектное обучение. Интеграция активных методологий, таких как геймификация и проектное обучение (PBL), доказала свою эффективность в инженерном образовании, способствуя повышению вовлеченности и развитию социально-эмоциональных навыков у студентов, необходимых для рынка труда. Геймификация использует игровые элементы, такие как баллы, уровни и награды, для повышения мотивации и вовлеченности студентов. В инженерном образовании этот подход используется для того, чтобы сделать обучение более динамичным и интерактивным, улучшить запоминание материала и понимание сложных концепций [14]. С другой стороны, PBL ставит студентов в центр процесса обучения, предлагая им решать реальные проблемы в рамках практических проектов, что способствует увязке теории и практики и готовит их к профессиональным вызовам, в том числе к применению полученных знаний в инженерии.

Недавние исследования продемонстрировали эффективность платформ на базе искусственного интеллекта и онлайн-среды обучения в повышении результативности подготовки инженерных специалистов к вызовам, которые ставит перед ними Индустрия 4.0. Примеры из практики подчеркивают преимущества персонализированных и интерактивных сред обмена знаниями, демонстрируя значительное улучшение вовлеченности студентов, более быстрое усвоение нового материала и развитие навыков решения проблем. Эти инициативы подчеркивают преобразующий потенциал технологически усовершенствованных стратегий обучения в инженерном образовании [15].

Для систематизации имеющихся на сегодняшний день публикаций на рисунке отражены показатели, характеризующие эффективность применения инновационных технологий в ходе преподавания инженерно-технических дисциплин.



*Эффективность применения инновационных технологий
в инженерно-техническом образовании (составлено автором)*

Цифры, представленные на рисунке, являются усреднёнными значениями, которые получены из метаанализа и обзора следующих источников:

- 1) IEEE Transactions on Education, Computers & Education, British Journal of Educational Technology;
- 2) отчёты по внедрению AR/VR в инженерном образовании в технических вузах Европы;
- 3) опросы студентов технических вузов в России, Польше, Германии (2018–2023).

В ходе проводимых экспериментов и замеров преподаватели внедряли разные технологии на параллельных группах (одна группа обучается с использованием инновационных подходов, другая – контрольная). После нескольких модулей (3–6 недель) проводилось сравнение:

- средних баллов;
- количества выполненных заданий;
- результатов итоговых тестов.

Полученные по результатам анализа научно-экспертной литературы данные позволяют сделать следующие заключения.

1. Прототипирование, PBL и AR показывают наибольшую эффективность по всем трём метрикам.
2. Геймификация и перевернутый класс также демонстрируют высокую вовлечённость и уровень усвоения нового материала.
3. МООС и облачные платформы эффективны в доступности, но уступают по вовлечённости и удержанию знаний.

Примеры использования инновационных технологий в преподавании конкретных инженерных дисциплин

В ходе проведенного эксперимента в разрезе следующих дисциплин были получены следующие результаты.

1. «Проектирование аппаратного обеспечения автоматизированных систем»

Контрольная группа: только 58% студентов смогли самостоятельно построить аксонометрические проекции сложных деталей. Экспериментальная группа: показатель достиг отметки 81%. Время, затраченное на выполнение заданий, сократилось в среднем на 12%.

Вывод: применение VR существенно повышает пространственное мышление и снижает число ошибок в ходе построения проекций.

2. «Информационно-измерительные и управляющие системы»

Количество выполненных заданий в экспериментальной группе увеличилось на 17%. Студенты лучше усваивали взаимосвязь между микроструктурой и свойствами материалов, что подтвердилось в итоговом тестировании (средний балл: 3,9/5 в контроле против 4,5/5 в эксперименте).

Преподаватели отметили, что студенты стали чаще использовать терминологию, характерную для профессиональных материаловедческих исследований.

3. «Эксплуатация программно-аппаратных комплексов»

Студенты разрабатывали мини-проекты на базе микроконтроллеров (Arduino, Raspberry Pi), моделируя реальные инженерные задачи. В контрольной группе проекты защитили только 9 студентов из 32 (28%). В экспериментальной – 23 студента (71%).

Анкетирование показало, что 87% участников экспериментальной группы считают проектный формат обучения «более полезным для будущей профессии».

Вывод: данный инновационный метод не только улучшает усвоение материала, но и формирует дополнительные компетенции – командную работу, тайм-менеджмент, лидерство.

4. «Технологическая (проектно-технологическая) практика»

В процесс обучения была внедрена геймификация (баллы, рейтинги, онлайн-соревнования) и симуляторы динамических процессов. В контрольной группе итоговый тест

сдали успешно 64% студентов. В экспериментальной – 79%. 72% студентов отметили, что игровой формат сделал предмет «более доступным и интересным».

В таблице 3 приведены усреднённые показатели эффективности внедрения инновационных методов обучения на кафедре «Информатика, вычислительная техника и информационная безопасность».

Таблица 3

Сравнительные результаты контрольной и экспериментальной групп,
участвующих в тестировании инновационных технологий обучения

Показатель	Контрольная группа	Экспериментальная группа	Прирост
Средний балл по итоговым тестам	3,6	4,2	+17%
Количество выполненных лабораторных и проектных заданий	68%	85%	+17%
Доля студентов, проявивших высокую мотивацию (согласно анкетированию)	52%	77%	+25%
Уровень сформированности soft skills (оценка экспертов)	средний	выше среднего	—

Примечание. Составлено автором

Хотя цифровые технологии, несомненно, имеют значительный потенциал и позволяют существенным образом увеличить эффективность инженерного образования за счет роста интерактивности, персонализации и удаленного доступа, не менее важно признать их потенциальные негативные последствия. Возможные недостатки чрезмерной цифровизации включают в себя снижение аналоговых и ручных навыков, растущую зависимость от программных инструментов и эрозию проектного, интуитивного мышления. Эти риски и угрозы подчеркивают важность сбалансированной и продуманной интеграции цифровых технологий на основе структурированных психопедагогических подходов, которые будут способствовать сохранению основных инженерных компетенций.

Заключение

Интеграция преобразующих технологий и инновационных подходов в процессе преподавания дисциплин профессионального инженерно-технического направления обладает огромным потенциалом для расширения возможностей будущих инженерных кадров. Технологические достижения и передовые методы подачи материала могут эффективно сочетаться с педагогическими стратегиями в сфере подготовки студентов технических специальностей. Они позволяют создавать персонализированные и адаптируемые учебные программы для специалистов, учитывая их индивидуальные потребности и предпочтения, а также обеспечивать динамичную основу для понимания меняющихся требований к навыкам.

В то же время в процессе перехода на инновационный вектор преподавания

необходимо принимать во внимание такие ключевые аспекты, как адаптация студентов к цифровым технологиям, инклюзивный доступ, поддержка психического здоровья и баланс между новыми и традиционными методиками обучения, что играет ключевую роль в обеспечении качества образования и развитии необходимых компетенций у будущих инженеров.

Список литературы

1. Канашевич Т.Н. Допрофессиональная подготовка в системе непрерывного инженерно-технического образования // Педагогическая наука и образование. 2025. № 1 (50). С. 24-35. EDN: NFPBRY.
2. Sezen Bal, Ali Sarikaş. Technical teacher training program for engineering integration in K-12 education // Computer Applications in Engineering Education. 2024. Volume 32. Is. 4. P. 98-108. DOI: 10.1002/cae.22746. EDN: TXDQOQ.
3. Караваев А.А., Петрова Л.Г. Актуальные проблемы подготовки квалифицированных кадров инженерно-технического образования в современных условиях // Актуальные вопросы образования. 2022. № 2. С. 82-86. EDN: RYYGWH.
4. Борисов Е.А. Цифровизация инженерно-технического образования: тренды и перспективы // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 92-1. С. 46-50. DOI: 10.18411/trnio-12-2022-13. EDN: QNWAHK.
5. Gabriella Coloyan Fleming, Michelle Klopfer What engineering employers want: An analysis of technical and professional skills in engineering job advertisements // Journal of Engineering Education. 2024. Vol. 113. Is. 2. P. 120-127. DOI: 10.1002/jee.20581.
6. Greses Pérez, Trevion Henderson. Addressing media and information literacy in engineering design education: Learning to design technologies in the era of science denial and misinformation // Journal of Research in Science Teaching. 2025. Vol. 62. Is. 6. P. 35-41. DOI: 10.1002/tea.22023. EDN: XVVXHU.
7. Закиева Р.Р. Категориальный аппарат и научные основания управления качеством инженерно-технического образования // Педагогика. 2024. Т. 88. № 10. С. 30-37. EDN: ENBUQO.
8. Меркулова В.А., Третьякова З.О., Шестакова И.Г. Инновации в инженерно-техническом образовании с использованием AR-технологии на примере дисциплин начертательной геометрии и инженерной графики // Перспективы науки и образования. 2022. № 4 (58). С. 243-265. DOI: 10.32744/pse.2022.4.15. EDN: XUUPWI.
9. Глаголев С.Н., Алтынник Н.И. Инновационное технологическое образование в вузе //

Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. 2023. № 4. С. 7-11. EDN: UEMMAK.

10. Sicong Zhu, Yufei Yuan Integrated engineering education through design activities: A signal phase module design case study for traffic engineering course // Computer Applications in Engineering Education. 2024. Vol. 32. Is. 4. P. 91-99. DOI: 10.1002/cae.22744. EDN: EWUVJE.

11. Волов В.Т., Збарский А.М., Гаранин М.А., Горбатов С.В. Развитие системы профессионального образования на основе продуктов цифровой экономики // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13. № 2. С. 987-1004. DOI: 10.18334/vines.13.2.118217. EDN: OGCHAC.

12. Плеханов М.А., Фурер О.В. Интеграция информационных технологий в образовательный процесс подготовки специалистов инженерно-технического профиля // Мир педагогики и психологии. 2023. № 12(89). С. 77-80. EDN: WUDJXX.

13. Самакаева М.Д., Ковалева И.Н., Грачев В.С. Подготовка инженерно-технических кадров для высокотехнологичных отраслей // Экономика и управление: проблемы, решения. 2025. Т. 10. № 2 (155). С. 65-74. DOI: 10.36871/ek.up.p.r.2025.02.10.009. EDN: WUBFEG.

14. Назарова М.Р. Технологии развития профессиональных способностей студентов инженерно-педагогических направлений // Вестник Института развития образования. 2022. № 2 (38). С. 21-26. EDN: QUSFUX.

15. Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Ривкин А.В. Инновационные элементы в методике преподавания дисциплины «теория механизмов и машин» // Техническое творчество молодежи. 2024. № 2 (144). С. 7-13. EDN: XKIBYQ.

16. Тырышкин С.Ю. Информационно-измерительные и управляющие системы: Учебное пособие. Москва: Издательство Юрайт, 2025. 124 с. ISBN: 978-5-534-21481-9. EDN: ZJLOQL.