

УДК 378

## ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «ПЕРЕДОВЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ШКОЛЫ». ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Тихомиров Г.В., Рыжов С.Н., Вовчук Р.И.

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Москва, Россия, info@mephi.ru*

**Аннотация.** В статье представлен опыт участников Федерального проекта «Передовые инженерные школы». В проект вошли 50 университетов и более 150 высокотехнологичных компаний, работающих над трансформацией инженерного образования для достижения технологической независимости. Университеты формируют цифровые компетенции совместно с партнерами, заинтересованными в том, чтобы выпускники владели цифровыми технологиями для профессиональной деятельности. Методическим центром «Передовые инженерные школы» собраны и представлены примеры внедрения цифровых технологий в образовательный процесс, а также примеры создания специальных образовательных пространств с применением цифровых технологий.

**Ключевые слова.** Инженерное образование, передовые инженерные школы, ПИШ, цифровизация, цифровые компетенции, цифровые технологии.

Федеральный проект «Передовые инженерные школы» создан в 2022 году по инициативе Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, выполняется в рамках государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации».

На конкурсной основе в проект вошли 50 университетов и более 150 высокотехнологичных компаний, которые совместно улучшают инженерное образование в России, а также создают новые технологии и продукты.

Передовые инженерные школы в партнерстве с высокотехнологичными компаниями представляют лишь часть инженерного сообщества. Поэтому используемые ими практики развития инженерного образования необходимо описывать на конкретных примерах для передачи другим техническим университетам. Составление каталога «Лучших практик» ведет методический центр «Передовые инженерные школы» (МЦ ПИШ) в составе Национального Исследовательского Ядерного Университета «МИФИ» (НИЯУ МИФИ). НИЯУ МИФИ выбран экспертно-методическим и методологическим оператором федерального проекта.

Применение цифровых технологий в инженерном образовании способствует повышению качества и призвано отвечать запросам на изменения инженерных компаний-работодателей. Многие инженерные организации находятся в состоянии перехода в «Индустрию 4.0» и проводят компьютеризацию, автоматизацию и цифровизацию. Подобные процессы требуют соответствующих знаний и навыков, которые могут быть применены в самых разнообразных областях: управление, преподавание и другие формы взаимодействия со студентами, обучение техническим наукам, инфраструктура и способы взаимодействия сторон [1].

Одна из задач МЦ ПИШ - создание банка данных кандидатов лучших практик ПИШ для дальнейшего освещения и тиражирования.

Рассмотрим примеры внедрения цифровых технологий в образовательный процесс.

В ПИШ «Цифровое производство» (Уральский федеральный университет им. первого Президен-

та России Б. Н. Ельцина) реализуется сквозная разработка производственного продукта или объекта управления в цифровой среде. Студентов обучают использовать PLM/CAD/CAM/CAE-системы в промышленности: работе с цифровыми двойниками (ЦД), цифровыми моделями, цифровыми описаниями. Используются данные с реальных производств, энергомашин и мест их эксплуатации, что позволяет одновременно с обучением находить решения актуальных проблем на предприятиях.

В ПИШ «Цифровой инжиниринг» (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого) проводится разработка онлайн-тренажеров, встраиваемых в корпоративные программы дополнительного профессионального образования (ДПО), в том числе с возможностью проведения чемпионатов для студентов и сотрудников предприятий. Обучающийся имеет возможность принимать общие решения, связанные с трансформацией индустриальной модели предприятия, а также по проектам внедрения цифровых технологий.

Материалы курса образовательной программы ПИШ «Электронное приборостроение и системы связи» (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники) объединены в единый электронный курс. Студенты на протяжении всего обучения имеют доступ к своим данным (цифровой след) для анализа, осмысления и изменений. Доступ к цифровым следам улучшает персональное взаимодействие преподавателя со студентами, преподаватель анализирует свои учебные материалы по сравнению с материалами других преподавателей. Руководитель образования сокращает затраты на тестирование изменений, адекватно реагирует на обращения и предложения студентов, преподавателей, а также определяет уровни их знаний и компетенций, и, может рекомендовать повысить квалификацию, уровень знаний, рекомендовать актуализировать учебные материалы.

В ПИШ «Передовая медицинская инженерная школа» (Самарский государственный медицинский университет) используют специально разработанные карты для выявления компетенций и построения компетентностных профилей на основе



корректных аналогий. Технология позволяет мягко встраивать цифровые компетенции специалистам медицинской отрасли, и медицинские компетенции ИТ специалистам.

Рассмотренные примеры внедрения цифровых технологий в образовательный процесс применяются в ПИИШ различной инженерной направленности, что подтверждает важность наличия цифровых компетенций у выпускников всех инженерных направлений.

Инструменты, используемые в образовательном процессе, совершенствуются непрерывно. Мировой опыт показывает неуклонный рост значимости ИТ-технологий во всех сферах, включая академическую. Так, например, достижения в мультимедийных и цифровых технологиях сделали инструменты виртуальной реальности доступными для массового пользователя. Недавнее создание недорогих и доступных массовых моделей шлемов виртуальной реальности, в совокупности с интенсивным развитием видеоигр, привлекли внимание академической среды, и промышленности. Виртуальная реальность рассматривается ими как новый вид образовательной и тренировочной среды. В ней обучающиеся могут свободно практиковаться во взаимодействии с комплексными инженерными системами, осваивать технологический процесс, производство, иметь неограниченный доступ в учебно-исследовательские лаборатории. В статье представлены два подхода реализации виртуальной реальности. Первый подход – дополненная реальность, в котором учащийся, находясь в реальной лаборатории/мастерской/производственной среде, получает данные и информацию о процессе на цифровые устройства в режиме реального времени, например, планшеты, смартфоны, очки. Таким образом, расширяется осведомленность о протекающих физических процессах и работе оборудования. Второй подход – создание виртуальных пространств (лаборатории/мастерские/производства), являющихся либо уникально созданными, либо ЦД реально существующей инфраструктуры [2].

Цифровые пространства предлагают ряд преимуществ. Например, обучающийся может получить неограниченный доступ к сложному и уникальному оборудованию, а также возможность свободной работы на нем без риска его повреждения, создания аварийной ситуации с последствиями (актуально, например, для химической и радиологической отрасли), ущерба для здоровья. Сам по себе образовательный процесс может быть более наглядным, так как студент, благодаря цифровым технологиям, может наблюдать скрытые узлы и механизмы устройств; наблюдать за процессом с различных ракурсов и в разных масштабах, недоступных в реальности. Также, являясь индивидуальным инструментом, цифровое пространство предлагает студенту удобный ему темп и необходимую повторяемость образовательного блока. Цифровые пространства являются менее затратными альтернативами реальным лабораториям, не занимая при этом физического пространства. Тем

не менее, они не лишены недостатков. Цифровые пространства требуют тщательного моделирования изучаемой среды, квалифицированного обслуживающего ИТ-персонала, а также регулярного обновления для сохранения актуальности [2].

Рассмотрим примеры цифровых пространств, реализованных на территориях ПИИШ.

В ПИИШ «Промхитех» (Казанский национальный исследовательский технологический университет) реализована концепция «learning factory», связанная с обучением студентов на тренажерах «RTsim» – компьютерных тренажерах для нефтегазового сектора. Система цифровых тренажеров «РТ-СИМ.Карьера» активно используется в образовательном процессе. В частности, модуль «Цифровые модели нефтегазовой отрасли» встроен в программы ДПО. По программам обучается профессорско-преподавательский состав (ППС). Данная технология предоставляет работодателям цифровые метрики освоения студентами профессии для стажировок и дальнейшего трудоустройства.

В ПИИШ «Передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии» (Московский физико-технический институт) реализована «Цифровая фабрика», которая представляет собой комплекс программно-аппаратных средств, позволяющих проводить совместные и изолированные имитационные и полунатурные испытания программно-аппаратных изделий и технологий сложных технических систем (СТС).

В ПИИШ «Передовая инженерная школа радиолокации, радионавигации и программной инженерии» используется Виртуальный полигон, предназначенный для проведения испытаний ЦД сложных технических систем. При испытаниях на виртуальном полигоне применяются технологии высокопроизводительных вычислений, включая суперкомпьютерные технологии и технологии больших данных.

В ПИИШ «Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии» (Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева), в рамках подготовки по специальности 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (направление «Цифровые технологии управления технологическими процессами атомных станций нового поколения»), используется интерактивный комплекс опережающей подготовки «Интеллектуальные цифровые системы реального времени и SCADA-технологии». Комплекс позволяет проводить изучение технологий разработки систем реального времени и SCADA на основе операционных систем Astra Linux, QNX Neutrino (включая QNX Neutrino-Э для платформы «Эльбрус»). Задачи комплекса: разработка цифровых моделей аппаратных комплексов атомных станций (АКАС), разработка цифровых моделей управления АКАС с применением SCADA в качестве слоя мониторинга и диспетчерского контроля и решение кейсов, связанных с разработкой систем реального времени в атомной отрасли.



В ПИШ «Космическая связь, радиолокация и навигация» (Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского) создана инфраструктура для полномасштабного внедрения пакета программ «Логос» в промышленность: учебный класс «Логос», учебная лаборатория, в которой подготавливаются необходимые учебные материалы. Инфраструктура задействована в программах высшего профессионального образования и в программах дополнительного профессионального образования.

В Передовой инженерной авиакосмической школе (ПИАШ) «Интегрированные технологии в создании аэрокосмической техники» (Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева) создан интерактивный комплекс опережающей подготовки инженерных кадров на основе цифровых технологий «Цифровые аддитивные технологии», обеспечивающий сквозное освоение обучающимися компетенций: универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, содержащих метакомпетенции, и брендовые компетенции, предметные профессиональные компетенции (способность к проектной и исследовательской деятельности в рамках концепции «Цифрового завода», а также способность к междисциплинарному проектному взаимодействию). Связь оснащенного комплекса с образовательными программами, реализуемыми ПИАШ, осуществляется через решение фронтальной задачи и реализацию критических технологий ПИАШ.

В ПИШ «Институт перспективного машиностроения «Ростсельмаш»» (Донской государственный технический университет) создано специальное образовательное пространство – «многофункциональная лаборатория имитационного моделирования и виртуальной реальности», предназначенная для выполнения проектов и решение прикладных задач с применением технологий виртуальной реальности.

Примером переноса «опасных» лабораторных работ в виртуальное пространство служит комплекс виртуальных лабораторных работ в образовательном процессе ПИШ ХИМ «Передовая Инженерная Школа Химического Инжиниринга и Машиностроения» (Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева), в числе которых – лабораторные работы с радиоактивными материалами, сильными кислотами и взрывоопасными составами.

Рассмотрев примеры создания цифровых пространств и цифровых технологий в образовательном процессе, можно сделать вывод, что передовые методы обучения и инновационная инфраструктура играют важную роль в качестве инженерного образования.

Внедрение узкоспециализированных концепций и технологий, таких как цифровые тренажеры, виртуальные полигоны и опережающие комплексы, существенно повышает качество выпускников. Эти технологии обеспечивают практические навыки, позволяют проводить точные испытания технических систем и развивают умения работы с передовыми технологиями. Такие подходы активизируют способность к самообучению, обогащают опыт студентов и способствуют успешной карьере.

#### Литература

1. Меньшикова, И. П. Тенденции цифровизации инженерного образования в высших учебных заведениях / И. П. Меньшикова, // Инженерное образование. – 2022. – № 32. – С. 17-32. – DOI 10.54835/18102883\_2022\_32\_2. – EDN BZUWSU;
2. Diego Vergara, Educational trends post COVID-19 in engineering: Virtual laboratories / Diego Vergara, Pablo Fernández-Arias, Jamil Extremera, Lilian P. Dávila, Manuel P. Rubio // Materials Today: Proceeding. – № 49, 2022. – pp. 155-160. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785321054006#b0055> (дата обращения: 07.11.2023);

## FEDERAL PROJECT «ADVANCED ENGINEERING SCHOOLS». DIGITALIZATION AND DIGITAL COMPETENCIES EDUCATION

G.V. Tikhomirov, S.N. Ryzhov, R.I. Vovchuk

*National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russia, info@mephi.ru*

**Abstract.** The article presents the experience of implementing digital technologies of the participants of the Federal project “Advanced Engineering Schools,” founded in 2022 as part of the state program “Scientific and Technological Development of the Russian Federation”. The project includes 50 universities and over 150 high-tech companies working on the transformation of engineering education to achieve technological independence. Universities form digital competencies together with partners interested in owning graduates of digital technologies appropriate for their future professional activities. The Methodological Center “Advanced Engineering Schools” has collected and presented examples of the introduction of digital technologies into the educational process, as well as examples of the creation of special educational spaces using digital technologies.

**Keywords.** Engineering education, advanced engineering schools, AIS, digitization, digital competencies, digital technologies.