

УДК 378.147:004

DOI: 10.54835/18102883_2026_39_11

ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ENGEE В ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНОТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Моисеева Наталья Александровна,

кандидат педагогических наук, доцент,
доцент кафедры прикладной математики и фундаментальной информатики,
факультет информационных технологий и компьютерных систем,
nat_lion@mail.ru

Омский государственный технический университет,
Россия, 625003, г. Омск, пр. Мира, 11

В условиях ускоренной цифровизации промышленности формирование у будущих инженеров актуальных цифровых навыков приобретает первостепенное значение. В статье исследуется технологический потенциал и эффективность применения отечественной цифровой платформы Engее как альтернативы зарубежным САЕ-системам (таким как MATLAB, Simulink, Amesim). Особое внимание уделяется возможностям Engее в обучении ключевым дисциплинам для современного инженера: математические вычисления, физическое моделирование, анализ данных, а также основы машинного обучения и искусственные нейронные сети. Анализируются преимущества Engее для создания виртуальных интерактивных образовательных сред, организации проектной деятельности в инженерно-технической сфере и проведения симуляций в разных инженерных областях. Центральным аспектом является интеграция цифровой платформы Engее с высокопроизводительным языком программирования Julia, что расширяет ее функционал для инженерных расчетов и моделирования сложных технических объектов. В статье представлены методические рекомендации по внедрению этой платформы в учебный процесс, направленные на повышение качества подготовки инженеров и их конкурентоспособности на рынке труда в условиях Четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0, Industry 4.0, 4IR). Статья будет полезна преподавателям и студентам, заинтересованным в модернизации соответствующих учебных дисциплин инженерных специальностей.

Ключевые слова: инженерное образование, цифровые компетенции, цифровая платформа Engее, язык программирования Julia, математические вычисления, физическое моделирование, машинное обучение, искусственные нейронные сети

Введение

Современная эпоха отличается стремительным развитием цифровых технологий, которые проникают во все сферы жизни, включая высшее образование. В условиях перехода промышленности к цифровому производству, Интернету вещей (Internet of Things, IoT) и искусственному интеллекту (Artificial Intelligence, AI), требования к выпускникам резко возрастают. Инженерно-технические специальности, традиционно связанные с внедрением передовых решений, играют ключевую роль в этой трансформации. В связи с этим формирование у студентов инженерно-технического профиля развитых цифровых компетенций становится критически важным условием их успешной адаптации и конкурентоспособности на рынке труда. Цифровые компетенции охватывают широкий спектр навыков – от базовой цифровой грамотности до умения применять специализированные цифровые инструменты и цифровые платформы для решения сложных технических задач, ана-

лиза данных и организации проектной деятельности в инженерном образовании.

Однако существует разрыв между потребностями современной индустрии в высококвалифицированных кадрах, обладающих актуальными цифровыми навыками и реальным уровнем подготовки выпускников. Традиционные подходы к обучению часто не успевают за темпом технологических изменений, а интеграция современных цифровых инструментов в учебный процесс остается недостаточной [1], что обуславливает необходимость поиска и внедрения инновационных цифровых платформ, эффективно способствующих развитию цифровых компетенций студентов инженерно-технического профиля.

В данном контексте российская цифровая платформа Engее (далее – Engее) представляет собой перспективное решение, предназначенное для оптимизации современного образовательного процесса и целенаправленного формирования у студентов необходимых цифровых компетенций. Engее, объединяя

в себе функционал для совместной работы, управления проектами и симуляции рабочих процессов, открывает доступ к образовательным ресурсам от разработчиков платформы и новые возможности для практико-ориентированного обучения будущих инженеров. Применение Engее может стать катализатором для повышения уровня цифровой грамотности, развития навыков критического мышления, командной работы и способности к самостоятельному обучению и саморазвитию в инновационной цифровой среде, что является неотъемлемой частью современного инженера. Таким образом, актуальность данного исследования обусловлена необходимостью изучения потенциала Engее для модернизации национального инженерного образования.

Целью работы является изучение эффективности применения Engее для развития цифровых компетенций у студентов инженерно-технического профиля, а также определения методических рекомендаций по ее интеграции в учебный процесс. В рамках исследования анализируется влияние платформы на формирование ключевых цифровых навыков, таких как работа с данными с помощью языка программирования Julia, проведение физического моделирования и виртуального прототипирования, управление проектами и коммуникации в цифровой среде на примере Engее. Полученные результаты позволяют раскрыть потенциал Engее как инновационного инструмента модернизации национального инженерного образования, повышения адаптации и конкурентоспособности выпускников на современном рынке труда в условиях 4IR.

Ход исследования

Цифровизация любой отрасли экономики инициирует разработку и внедрение специализированных цифровых инструментов, которыми могут пользоваться инженеры. Современная парадигма инженерного образования претерпевает глубокие трансформации, обусловленные беспрецедентным темпом развития цифровых технологий и их проникновением во все аспекты профессиональной деятельности. В условиях 4IR будущий инженер должен обладать не только глубокими

фундаментальными знаниями, но и широким спектром развитых цифровых компетенций. Эти компетенции включают в себя владение современными программными инструментами мирового уровня, способность к анализу данных, в том числе инженерного анализа, навыки математических вычислений, моделирования ТО [2], а также применение алгоритмов машинного обучения (Machine Learning, ML) и искусственных нейронных сетей (Artificial Neural Network, ANN) при исследовании экспериментальных данных. Становится очевидным, что традиционные методики преподавания, часто оторванные от реальных производственных процессов ввиду недоступности зарубежных CAE-систем¹ (Computer-Aided Engineering, система для инженерного анализа) для технических вычислений (MATLAB, Simulink, Amesim), нуждаются в активной модернизации с использованием передовых цифровых платформ на примере Engее. Так, специалисты в области судового машиностроения [3] и авиастроения [4] оценили технологический потенциал Engее в качестве импортонезависимого программного обеспечения (ПО). На примере переноса моделей из MATLAB/Simulink была подтверждена возможность использования Engее для проектирования и моделирования сложных динамических систем, включая системы автоматического управления.

В этом контексте цифровые платформы, интегрирующие различные профессиональные инструменты для инженера, в том числе и образовательного назначения, играют ключевую роль в подготовке нового поколения инженеров для 4IR. Одной из таких перспективных платформ является Engее, которая открывает широкие возможности для создания интерактивной образовательной цифровой среды, способствующей развитию у студентов не только теоретических знаний, но и практических навыков. Engее – это российская цифровая платформа для математических вычислений, модельно-ориентированного проектирования и программирования сложных ТО, которая представляет собой узкоотраслевое решение для инженерного образования. Платформа включает математические библиотеки и интегрирована с высокоуровневым языком

¹ CAE (Computer-aided engineering, системы инженерного анализа, системы автоматизации инженерных расчётов) – общее название программных пакетов для решения инженерных задач из разных отраслей промышленности. Математическое обеспечение CAE-систем чаще всего базируется на численных методах решения дифференциальных уравнений.

программирования Julia, предназначенными для анализа данных и визуального моделирования систем различной физической природы. Engее обеспечивает процессы командной разработки на всех этапах – от концепции до реализации, включая генерацию кода, тестирование и сопровождение эксплуатации с помощью цифрового двойника² [5, 6].

Важно отметить, что Engее является российским ПО, которое разработано ООО «РИТМ»³ и включено в реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных⁴. Данная платформа ориентирована в первую очередь на рынок России и СНГ и создана для наукоемкой промышленности, таких как авиастроение, автомобилестроение, ВПК и БПЛА, космическая отрасль, нефтяная промышленность, радиоэлектроника, сельскохозяйственное машиностроение, судостроение, электроника и энергетика. Engее соответствует требованиям импортозамещения, имеет локализованную техническую поддержку, адаптирована под российские образовательные стандарты и имеет интеграцию с существующей IT-инфраструктурой российских предприятий.

К ключевым особенностям цифровой платформы Engее для современного инженерного образования относятся:

1. *Возможность создания виртуальных инженерных лабораторий для симуляции.* Engее предоставляет симуляторы для проведения экспериментов, сборки конструкций и отработки навыков в условиях, максимально приближенных к реальному производству или лаборатории. Это особенно актуально для дорогостоящего и потенциально опасного инженерного оборудования.

2. *Поддержка 1D-моделирования и модельно-ориентированного проектирования.* Engее включает цифровые инструменты для создания и работы с 3D-моделями, что является основой современного инженерного образования и включает CAD-системы (Computer-Aided Design, или САПР (система автоматизированного проектирования)).

3. *Инструменты для проектной командной работы.* Engее предназначена для организации совместной работы и позволяет студентам выполнять проекты совместно, включая возможность онлайн-сотрудничества.

4. *Возможность создания цифровых двойников.* Engее предоставляет возможность работы с DT реальных объектов или процессов, что является одним из ключевых трендов цифровизации в условиях 4IR.

5. *Интеграция с учебным процессом.* Engее позиционируется не как отдельный облачный сервис, а как экосистема, которую можно интегрировать в образовательные программы вузов для преподавания инженерно-технических дисциплин, таких как «Механика», «Робототехника», «Электротехника» и др.

Необходимо отметить, что эти особенности делают Engее важной образовательной платформой в подготовке будущих инженеров, способствуя их профессиональному развитию в условиях быстро меняющегося технологического мира.

Engее – это многофункциональная платформа, которая сочетает в себе скриптовый язык для вычислений и визуальную среду для разработки систем управления и моделирования сложных технических систем. Визуальная среда моделирования Engее позволяет создавать модели с различной степенью детализации – от атомарных физических компонентов до комплексных системных моделей. Основное назначение Engее заключается в моделировании и симуляции динамических систем, состояние которых изменяется во времени. Платформа обладает значительным потенциалом в освоении критически важных для современного инженера направлений, таких как математические вычисления и физическое моделирование. Интеграция Engее с современными языками программирования, такими как Julia и Python, известными своей высокой производительностью в научных и инженерных расчетах, значительно расширяют ее функциональные возможности. Таким образом, российская платформа Engее

² Цифровой двойник (Digital Twin, DT) – это основа киберфизической системы, в которой виртуальная и физическая части взаимодействуют и влияют друг на друга, создавая новое качество управления сложными объектами и процессами [7]. Технология DT считается базовой и важнейшей технологией для реализации киберфизических систем [8]. DT – это не просто статичная модель или симуляция, а живая, адаптивная и самообучающаяся система, которая непрерывно синхронизируется с физическим миром [9].

³ ООО «РИТМ» специализируется на разработке ПО для промышленности и образования. URL: <https://kpm-ritm.ru/engее> (дата обращения 07.10.2025).

⁴ ENGEE // Реестр программного обеспечения. URL: <https://reestr.digital.gov.ru/reestr/718343/> (дата обращения 07.10.2025).

Таблица 1. Функциональные особенности цифровой среды Engee
Table 1. Functional features of the Engee digital environment

№ п/п	Функциональная особенность Functional feature	Описание Description
1	Мультиязычность Multilingual Support	Поддержка языков программирования Julia, Python, C (Си). Интеграция с MATLAB открывает доступ к международному научно-техническому сообществу и взаимодействию с мировыми стандартами разработки. Возможность переноса кода из MATLAB. К преимуществам языка программирования Julia относятся: простой синтаксис; высокая скорость вычислений и эффективность; ориентация на инженерный анализ; легкость перехода и адаптации программного кода к другим языкам программирования; открытость и модульность (сотни доступных библиотек, тысячи функций и расширений). Пример: использование Julia для высокопроизводительных численных расчетов и Python для ML-библиотек Support for programming languages Julia, Python, and C. Integration with MATLAB, providing access to the international scientific and technical community and alignment with global development standards. The ability to transfer code from MATLAB. The advantages of the Julia programming language include: simple syntax; high computational speed and efficiency; designed for engineering analysis; easy transition and adaptation of code to other programming languages; open and modular (with hundreds of available libraries, thousands of functions and extensions). Example: Using Julia for high-performance numerical computations and Python for ML libraries
2	Специализированные библиотеки Specialized Libraries	Наличие проприетарных библиотек для инженерных расчетов, например графовые ANN (Graph Neural Network, GNN) для моделирования сложных систем. Пример: применение GNN для прогнозирования полей давления и температуры при взрывных процессах Proprietary libraries for engineering calculations (e.g., graph neural networks GNN for complex system modeling). Example: Using GNN to predict pressure and temperature fields in explosion events
3	Визуализация и научная графика Visualization and Scientific Graphics	Наличие графического редактора блок-схем для построения моделей с использованием различных блоков и мощные инструменты для визуализации результатов расчетов. Пример: построение 3D-графиков распределения температуры в механических системах The presence of a graphical flowchart editor for building models using various blocks and powerful tools for visualizing the results of calculations. Example: Creating 3D plots of temperature distribution in mechanical systems
4	Интерактивные скрипты Interactive Scripts	Создание исполняемых инженерных скриптов, объединяющих в цифровой среде программный код, расчёты, графики и пояснения в едином интерактивном документе по аналогии с форматом документа Jupiter ¹ Notebook. Пример: интерактивный скрипт для анализа динамики роботизированной системы Creation of executable engineering scripts that combine program code, calculations, graphs, and explanations in a digital environment into a single interactive document similar to the Jupiter Notebook document format. Example: Interactive script for analyzing robotic system dynamics
5	Модульность и вариативность Modularity and Variability	Содержит встроенные профессиональные пакеты для инженерных расчётов. Наличие десятков предустановленных и сотен сторонних библиотек сообщества для расширения функциональности среды под конкретные инженерные задачи. Пример: подключение библиотек для моделирования энергетических систем или обработки сигналов Contains built-in professional packages for engineering calculations. The presence of dozens of pre-installed and hundreds of third-party community libraries to extend the functionality of the environment for specific engineering tasks. Example: Integration libraries for power system modeling or signal processing
6	Высокая скорость работы High Performance	Поддержка вычислений на GPU (Graphics Processing Unit, GPU) для алгоритмов AI и сложных расчетов. Пример: ускорение обучения нейронных сетей для компьютерного зрения GPU (Graphics Processing Unit) computing support for AI algorithms and complex calculations. Example: Accelerating neural network training for computer vision
7	Low-code-среда для инженеров Low-Code Environment for Engineers	Возможность автоматической генерации кода для встраиваемых систем. Пример: из визуальных моделей генерация Си-кода для программирования микроконтроллеров Arduino, что упрощает процесс прототипирования Automatic code generation capability for embedded systems. Example: generating C code from visual models for programming Arduino microcontrollers, which simplifies the prototyping process

обеспечивает синергию эргономичной среды для инженерных исследований в формате интерактивных скриптов и среду динамического моделирования, которая позволяет собирать сложные системы, используя потоковые схемы (блок-схемы), проводить быстрое прототипирование алгоритмов, а также разрабатывать динамические модели в единой интегрированной цифровой среде (табл. 1, 2). Благодаря этому процесс построения сложных систем становится более интуитивно понятным и удобным, чем при работе с отдельными программными инструментами. Кроме того, применение Engее в учебном процессе способствует освоению студентами основ ML и ANN. Российская платформа Engее поддерживает работу с соответствующими библиотеками, а также позволяет интегрировать ANN, обученные, например, на языке программирования Python, в свои модели. Эти технологии стали неотъемлемой частью современных инженерных разработок – от автоматизации производственных процессов до создания интеллектуальных производственных систем [10].

Рассмотрим функциональные особенности цифровой среды Engее для реализации технических вычислений, инженерных исследований и организации проектной деятельности будущих инженеров (табл. 1).

Согласно табл. 1, российская платформа Engее представляет собой мультязычную интегрированную среду научных вычислений, которая поддерживает несколько языков программирования для удобства конечных пользователей, возможности переиспользования и продолжения развития предыдущих разработок, сделанных в других средах моделирования, синергию разработки промышленных прототипов и динамического моделирования как инновационного стандарта работы современного инженера в условиях 4IR.

Ключевой особенностью Engее является мультидоменное моделирование, под которым понимается подход к проектированию сложных систем, при котором система разрабатывается как совокупность взаимосвязанных моделей, созданных в разных предметных областях (доменах) в более крупную модель симуляции [11, 12]. Обычно это касается механических, управляющих, электронных, гидравлических, пневматических и

других систем. Например, в научной работе [11] авторы реализовали мультидоменное моделирование электромеханической системы с двигателем и механической нагрузкой в среде моделирования NWorks на основе языка Modelica⁵.

Важнейшей функцией Engее является возможность симуляции динамических систем, что позволяет создавать модели с различной степенью детализации – от отдельных компонентов до комплексных систем сложного объекта. К мультидоменному моделированию относятся типы моделей [13], представленные в табл. 2.

Интеграция разнородных моделей из разных инженерных дисциплин является одним из ключевых преимуществ Engее. Моделирование систем, объединяющих несколько физических доменов, особенно важно для междисциплинарных проектов.

Несмотря на очевидные преимущества, которые предоставляет Engее для подготовки будущих инженерных кадров, процесс ее повсеместного внедрения в образовательную практику российских университетов сопряжён с рядом существенных трудностей, требующих системного анализа и поэтапного решения.

Во-первых, технические и инфраструктурные барьеры. Engее является высокопроизводительной средой для моделирования, поэтому предъявляет повышенные требования к вычислительным мощностям (наличие современных процессоров, графических ускорителей для работы с GPU), что не всегда соответствует оснащению компьютерных классов в региональных вузах. Кроме того, для эффективной работы требуется стабильный высокоскоростной доступ к глобальной сети Интернет и интеграция с существующими системами управления обучением (Learning Management System, LMS).

Во-вторых, кадровый дефицит и недостаточная квалификация преподавательского состава. Большинство преподавателей инженерных дисциплин имеют многолетний опыт работы в средах MATLAB/Simulink, но не владеют в должной мере языком программирования Julia и другим инструментарием Engее. Переподготовка кадров требует времени и мотивации, а также наличия доступных про-

⁵ Modelica – это объектно-ориентированный язык программирования для моделирования киберфизических систем.

Таблица 2. Типы моделей в цифровой среде Engee
Table 2. Types of models in the Engee digital environment

№ п/п	Тип модели/Model type	Характеристика/Characteristic
1	Непрерывные модели (системная динамика, модели окружения) Continuous models (system dynamics, environmental models)	Моделирование систем, состояние которых изменяется непрерывно во времени. Пример: динамика механической системы под воздействием внешних сил Modeling systems that change continuously over time. Example: Dynamics of a mechanical system under external forces
2	Дискретные модели (цифровое управление, цифровая обработка сигналов (ЦОС), радиолокации, компьютерное зрение) Discrete Models (digital control, digital signal processing (DSP), radar, computer vision)	Моделирование систем, работающих по дискретным событиям или тактам времени. Пример: цифровая обработка сигналов в системах связи Modeling of systems operating based on discrete events or time ticks. Example: Digital signal processing in communication systems
3	Физические модели (1D-моделирование: газ, гидравлика, магнетизм, механика, теплотехника, электроника, электрические машины, энергетика) Physical Models (1D modeling: gas, hydraulics, magnetism, mechanics, thermal engineering, electronics, electrical machines, energy)	Моделирование многодоменных систем. Позволяет проводить раннюю оценку и оптимизацию технических решений. Пример: гидравлическая система с электронным управлением Modeling multi-domain systems. It allows for early assessment and optimization of technical solutions. Example: Hydraulic system with electronic control
4	Конечные автоматы (управляющая логика, обработка отказов, режимы работы систем) Finite State Machines (control logic, fault handling, operating modes of systems)	Моделирование поведения систем на основе конечного числа состояний и переходов между ними. Используется для проектирования логики управления и анализа режимов работы систем. Пример: управление режимами работы промышленного робота Modeling the behavior of systems based on a finite number of states and transitions between them. It is used for designing control logic and analyzing the operating modes of systems. Example: Controlling operations models of an industrial robot

грамм повышения квалификации для масштабирования практик использования Engee.

Во-третьих, социальные факторы. У преподавателей и студентов существует устойчивая приверженность к «привычным» зарубежным аналогам (MATLAB/Simulink), сформированная за годы их использования. Переход на инновационную российскую платформу Engee требует демонстрации очевидных преимуществ Engee в решении конкретных инженерных задач.

На сегодняшний день известны следующие пути применения Engee в научной, академической и промышленных сферах. И.Н. Радченко [14] в научной работе МГТУ им. Баумана успешно использовала Engee в научных расчетах при исследовании легирования мультикристаллического кремния. В одном из разделов веб-сайта об Engee [15] написано, что ученые выполнили моделирование динамики ледяного покрова акватории Баренцева моря с использованием Engee. Специалисты в области авиастроения отметили эффективность применения платформы Engee при выполнении проекта для разработки критически

важной логики бортовых индикаторов [16]. В другом источнике [17] отмечен опыт применения Engee для определения уровня топлива в ходе эксплуатации автомобиля. Также можно привести примеры внедрения Engee в научно-исследовательскую деятельность студентов на основе докладов будущих инженеров на научно-технических конференциях: студент в 2024 г. представил доклад, тема которого «Разработка навигационной модели наземного базирования в среде моделирования Engee» (направление «Радиотехника и электроника») [18]; в 2025 г. он успешно выполнил выпускную квалификационную работу «Разработка нейросетевого алгоритма классификации объектов на основе микроплеровских сигнатур в среде Engee» [19].

Необходимо отметить, что важно внедрять Engee при проведении специализированных учебных курсов по различным инженерным дисциплинам, а также интегрировать платформу с системами проектного обучения и DT.

На сегодняшний день существует опыт применения Engee в учебном процессе различных университетов России:

- применение Engее при проведении некоторых лабораторных работ по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика» [20];
- изучение принципов модельно-ориентированного проектирования в рамках факультативной дисциплины «Разработка цифровых систем связи» [21];
- выполнение практических заданий по следующим дисциплинам: «Резание материалов», «Технология конструкционных материалов», «Механизация и автоматизация машиностроительного производства», «Станки и инструменты» и т. п. [22];
- проведение лабораторных работ по дисциплинам «Радиотехнические системы» и «Радиосистемы управления» [23];
- освоение магистерской программы «Цифровые технологии в отрасли» по направлению подготовки «Агроинженерия» строится на базе Engее [24].

С осени 2026 г. в Омском государственном техническом университете (ОмГТУ) на базе передовой инженерной школы «СтанкоИнструментТех» [25] начинается обучение Engее, которое будет организовано в рамках дисциплины «Платформы математических вычислений для инженеров» для студентов третьего курса, обучающихся по направлениям подготовки 15.03.05 «Технологии машиностроения» (профиль: Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств), по специальностям 15.05.01 «Проектирование металлорежущих станков и комплексов» (профиль: Проектирование технологических машин и комплексов) 15.05.01 «Проектирование технологических комплексов в сварочном производстве» (профиль: Проектирование технологических машин и комплексов).

Методические рекомендации по внедрению Engее в учебный процесс

Для полноценной реализации потенциала Engее в подготовке конкурентоспособных инженерных кадров, отвечающих вызовам 4IR, необходима системная интеграция этой системы в образовательный процесс, выстроенная по принципу «от простого к сложному» и охватывающая все уровни подготовки. На основе анализа российского и зарубежного опыта, а также функциональных возможностей Engее, предлагаются следующие методические рекомендации интеграции Engее в систему национального инженерного образования:

1. *Иерархическая модель интеграции (принцип «сквозного обучения»)*. Эффективное освоение инструментария Engее должно проходить поэтапно, обеспечивая преемственность знаний и навыков студентов инженерно-технических специальностей.

- Базовый уровень (1–2-й курсы). Цель: формирование фундаментальных навыков работы в среде Engее. На этом этапе студенты знакомятся с интерфейсом Engее, синтаксисом языков программирования C, Jilia и Python, основами программирования на данных языках программирования. В рамках дисциплин «Информатика», «Цифровая грамотность», «Программирование», «Машинное обучение» рекомендуется использовать Engее:

- для решения задачи информационно-математического моделирования и типовых инженерных задач с помощью языков программирования, что позволяет студентам увидеть непосредственную связь между математическими абстракциями и практическими расчетами, а также визуализировать вычисления с помощью встроенных средств графики;
- освоения базовых алгоритмов ML и ANN при решении задач регрессии и классификации с использованием встроенных библиотек.

- Продвинутый уровень (3-й курс). Цель: освоение инструментов модельно-ориентированного проектирования и мультидоменного моделирования. В рамках специальных дисциплин, таких как «Теория автоматического управления», «Моделирование систем», «Электротехника и электроника», «Механика», «Гидравлика», рекомендуется:

- использовать среду визуального моделирования платформы Engее для создания моделей динамических систем различной физической природы (табл. 2). Это позволяет студентам не только изучать теорию, но и наблюдать поведение системы в ответ на внешние воздействия;
- реализовывать проекты по созданию простых DT (например, электродвигателя, гидравлического привода) на основе 1D-моделирования;
- применять технологию интерактивных скриптов для документирования и презентации результатов своих исследова-

ний, объединяя код, расчеты, графики и выводы в едином документе.

- Исследовательский и проектный уровень (4–5-й курсы, магистратура). Цель: решение комплексных научно-технических и прикладных задач по направлениям научно-технологических инициатив в России, подготовка к реальной профессиональной деятельности. В рамках курсового и дипломного проектирования, а также научно-исследовательской работы студентов рекомендуется:

- использовать Engage для разработки и верификации сложных мультидоменных моделей ТО;
- применение технологий ML и ANN для анализа экспериментальных данных, оптимизации параметров моделей, создания систем технического зрения или предиктивной аналитики (как в работах [18, 20]);
- выполнение проектов в командах с использованием инструментов совместной работы Engage, имитируя реальный производственный процесс;
- генерация кода (C/ Verilog) из разработанных в среде Engage моделей для последующего прототипирования на реальных микроконтроллерах (например, Arduino) или ПЛИС.

2. *Интеграция с реальными производственными задачами и проектным обучением.* Для повышения мотивации и практической значимости обучения необходимо:

- Внедрение кейс-метода: использование в учебном процессе инженерных кейсов, основанных на реальных задачах от промышленных партнеров вуза (например, предприятий авиастроения, автомобилестроения, энергетики и др.). Студенты, используя Engage, могут предлагать свои решения, проводить симуляцию и защищать свои проекты перед представителями предприятий.
- Создание междисциплинарных проектов: организация проектов, объединяющих студентов разных специальностей (например, механиков, электронщиков, программистов) для создания в Engage комплексной модели технической системы (робота, беспилотного летательного аппарата, элемента «умного» производства). Это напрямую развивает навыки командной работы и системного мышления у будущих специалистов.

- Виртуальные лабораторные практикумы: создание на базе Engage виртуальных лабораторных стендов для проведения исследований на дорогостоящем или уникальном оборудовании, ДТ которого разработаны в среде Engage. Это особенно актуально для заочной и дистанционной форм обучения.

3. *Развитие цифровых компетенций профессорско-преподавательского состава и учебно-методического обеспечения.* Успешное внедрение Engage в учебный процесс требует комплекса мер, направленных на подготовку преподавателей и методического обеспечения.

- Повышение квалификации профессорско-преподавательского состава: организация регулярных курсов, семинаров и мастер-классов для преподавателей информационных и инженерных дисциплин по работе с Engage, созданию учебных курсов и методических материалов на ее основе.
- Разработка открытых образовательных ресурсов: создание и публикация в открытом доступе банка лабораторных работ, практических заданий, скриптов, моделей и кейсов для Engage по различным дисциплинам, что позволит распространять лучшие практики и снизить порог для других университетов.
- Адаптация рабочих программ: включение модулей по работе с Engage в рабочие программы дисциплин, определяя конкретные компетенции, формируемые с помощью этой платформы.

4. *Инфраструктурная и организационная поддержка внедрения цифровой платформы* включает следующие направления.

- Обеспечение доступа.
- Техническая поддержка.
- Стимулирование использования: включение показателей использования цифровых платформ (в том числе Engage) в критерии эффективности работы кафедр и преподавателей, поощрение преподавателей и студентов, активно применяющих среду Engage в своих исследованиях и разработках.

Заключение

Цифровые платформы, которые интегрируют разнообразные профессиональные инструменты для инженеров и образовательные ресурсы, играют ключевую роль в подготовке нового поколения специалистов для 4IR. Проведенное исследование демонстрирует зна-

чительный технологический и дидактический потенциал российской цифровой платформы EngEE для модернизации образовательного процесса и развития актуальных цифровых компетенций у студентов инженерно-технических специальностей. С учетом стремительной цифровой трансформации инженерного образования формирование у будущих инженеров актуальных навыков становится одной из приоритетных задач.

Анализ применения EngEE в образовательном процессе показывает ее способность комплексно воздействовать на развитие цифровых компетенций, включая уверенное владение языком программирования Julia для выполнения сложных математических вычислений и реализации задач физического моделирования. Ключевые преимуществами данного подхода являются:

1. Снижение порога входа. Интуитивно понятный интерфейс EngEE и встроенные инструменты, а также синтаксис языка программирования Julia делает данную среду моделирования доступной для освоения будущими инженерами, позволяет им сконцентрироваться на решении прикладных задач из инженерной области, а не на технических сложностях реализации алгоритмов.

2. Прикладная направленность. Студенты работают с инструментом, который используется в реальной промышленности, решая актуальные инженерные проблемы.

3. Развитие цифровых компетенций. Обучение охватывает широкий спектр дисциплин на стыке дисциплин – от математических вычислений и физического моделирования до технологий AI, таких как ML и ANN.

4. Практико-ориентированный подход. Обеспечивает готовность выпускников к предстоящей профессиональной деятельности в условиях цифровой трансформации промышленности по всему миру.

Для эффективной подготовки будущих инженеров к применению EngEE в их профессиональной деятельности необходимо внедрить сквозное обучение EngEE на всех уровнях национального инженерного образования. Это позволит студентам развивать навыки инженерного анализа, физического моделирования и применения ML, а также формировать критическое мышление относительно применения EngEE и выбора оптимальных моделей ТО. Акцент на обучение инженерным дисциплинам в среде EngEE в образовательных программах инженерного профиля будет способствовать не только профессиональному росту выпускников, но и их активному участию в цифровой трансформации промышленности в эпоху 4IR.

Таким образом, интеграция EngEE в учебный процесс способствует более глубокому пониманию студентами динамического моделирования в цифровой среде. Цифровая платформа EngEE, основанная на высокопроизводительных вычислениях и глубокой интеграции с современными языками программирования, представляет собой не просто инструмент программирования, а целостную образовательную экосистему, которая способна подготовить специалистов инженерно-технического профиля, отвечающих вызовам 4IR. EngEE является современным и эффективным цифровым решением для интеграции в систему национального инженерного образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В национальном центре «Россия» прошло обсуждение стратегии развития образования до 2036 года. URL: https://russia.ru/news/v-nacionalnom-centre-rossii-proslo-obsuzdenie-strategii-razvitiia-obrazovaniia-do-2036-goda?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com (дата обращения 07.10.2025).
2. Моисеева Н.А., Полякова Т.А. Развитие цифровых компетенций будущих инженеров средствами информационно-математического моделирования // Концепт. – 2021. – № 3. – С. 71–85. DOI: 10.24412/2304-120X-2021-11015. EDN: NAGBPE.
3. Ефремов Е.Н., Орлов О.С. ЦНИИ «Судового машиностроения» оценил потенциал EngEE для импортонезависимого моделирования. URL: https://habr.com/ru/companies/etmc_exponenta/news/940770/ (дата обращения 07.10.2025).
4. Сидоров М. Импортозамещение в моделировании авиационных систем: переносим математическую модель ГТД из Simulink в EngEE. URL: https://habr.com/ru/companies/etmc_exponenta/articles/924014/ (дата обращения 07.10.2025).
5. EngEE. Российская платформа математических вычислений и динамического моделирования. URL: <https://start.engee.com/> (дата обращения 07.10.2025).
6. EngEE – платформа математических вычислений и модельно-ориентированного проектирования. URL: <https://exponenta.ru/engee> (дата обращения 07.10.2025).

7. Дозорцев В.М. Цифровые двойники в промышленности: генезис, состав, терминология, технологии, платформы, перспективы. Часть 1. Возникновение и становление цифровых двойников. Как существующие определения отражают содержание и функции цифровых двойников? // Автоматизация в промышленности. – 2020. – № 9. – С. 3–11. DOI: 10.25728/avtprom.2020.09.01. EDN: RVVHRB.
8. Cunbo Z., Liu J., Xiong H., Ding X. Connotation, architecture and trends of product digital twin // Computer Integrated Manufacturing Systems. – 2017. – Vol. 23. – № 4. – P. 753–768. DOI: 10.13196/j.cims.2017.04.010.
9. Barricelli B.R., Casiraghi E., Fogli D. A Survey on Digital Twin: Definitions, Characteristics, Applications, and Design Implications // IEEE Access. – 2019. – Vol. 7. – P. 167653–167671. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2953499.
10. Моисеева Н.А. Значимость сквозных цифровых технологий в подготовке будущих инженеров (на примере искусственного интеллекта) // Инженерное образование. – 2024. – № 35. – С. 74–86. DOI: 10.54835/18102883_2024_35_7. EDN: OUGOJC.
11. Liu J., Wang G., Luo Y. Multi-Domain Modeling Based on Modelica // MATEC Web of Conferences. – 2016. – Vol. 77. – Art. 07011. DOI: 10.1051/mateconf/20167707011.
12. Qamar A., Tjengren M., Wikander J., During C. Integrating multi-domain models for the design and development of mechatronic systems. URL: https://www.researchgate.net/publication/264195025_Integrating_multi-domain_models_for_the_design_and_development_of_mechatronic_systems (дата обращения 07.10.2025).
13. Среда динамического моделирования Engee. URL: <https://start.engee.com/mbd> (дата обращения 07.10.2025).
14. Radchenko I. Doping Engineering in Multicrystalline Silicon: Accounting Incomplete Ionization and Charge Carrier Mobility // 7th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE). – 2025. – P. 1–6. DOI: 10.1109/REEPE63962.2025.10971002.
15. История успеха: Ученые смоделировали на платформе Engee динамику ледяного покрова акватории Баренцева моря. URL: <https://start.engee.com/success-stories/barents> (дата обращения 07.10.2025).
16. Сидоров М. ГосНИИАС применил ПО Engee в разработке критически важной логики бортовых индикаторов. URL: https://habr.com/ru/companies/etmc_exponenta/news/936296/ (дата обращения 07.10.2025).
17. Сидоров М. Применение Engee для определения уровня топлива: точность, надежность и перспективы. URL: https://habr.com/ru/companies/etmc_exponenta/articles/928174/ (дата обращения 07.10.2025).
18. Лучшие молодые инженеры России выбирают Engee. URL: <https://start.engee.com/success-stories/mpei> (дата обращения 07.10.2025).
19. Разработка на Engee поможет защищаться от БПЛА. URL: <https://start.engee.com/mpei0325> (дата обращения 07.10.2025).
20. В УрФУ с помощью Engee делают лабораторные работы по математической статистике. URL: <https://start.engee.com/success-stories/urfu> (дата обращения 07.10.2025).
21. Студенты ВлГУ прошли практику на Engee на кафедре «Радиотехника и радиосистемы». URL: <https://start.engee.com/success-stories/vlsu> (дата обращения 07.10.2025).
22. РУТ МИИТ применил Engee в нескольких дисциплинах. URL: <https://start.engee.com/success-stories/miit> (дата обращения 07.10.2025).
23. Институт МПСУ (МИЭТ) выполняет лабораторные работы в Engee. URL: <https://start.engee.com/success-stories/miet> (дата обращения 07.10.2025).
24. Дальневосточный ГАУ строит магистерскую программу на основе Engee. URL: <https://start.engee.com/success-stories/dalgau> (дата обращения 07.10.2025).
25. Передовая инженерная школа «СтанкоИнструментТех». URL: <https://pish.omgtu.ru/> (дата обращения 07.10.2025).

Поступила: 21.10.2025

Принята 08.05.2026

UDC 378.147:004

DOI: 10.54835/18102883_2026_39_11

CAPABILITIES OF THE ENGEE DIGITAL PLATFORM IN TRAINING ENGINEERING STUDENTS

Natalya A. Moiseeva,

Cand. Sc., Associate Professor,

nat_lion@mail.ru

Omsk State Technical University,

11, Mira avenue, Omsk, 625003, Russian Federation

Abstract. In the context of the accelerated digitalization of industry, developing relevant digital skills in future engineers is of paramount importance. This article examines the technological potential and effectiveness of the domestic digital platform Engee as an alternative to foreign CAE systems (such as MATLAB, Simulink, and Amesim). Particular attention is paid to the platform's capabilities in the context of teaching key areas for modern engineers: mathematical calculations, physical modeling, data analysis, and the fundamentals of machine learning, including artificial neural networks. The advantages of Engee for creating virtual interactive educational environments, organizing project activities in engineering and technical fields, and conducting simulations in various engineering fields are analyzed. A central aspect is the integration of the Engee digital platform with the high-performance Julia programming language, which expands its functionality for engineering calculations and modeling complex technical objects. This article presents methodological recommendations for integrating Engee into the educational process, aimed at improving the quality of engineering training and their competitiveness in the labor market in the context of the Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0, 4IR). The Engee digital platform aligns with the global trend toward digitalization and the implementation of simulation in modern engineering education. This article will be useful for teachers and students interested in modernizing relevant engineering disciplines.

Keywords: engineering education, digital competencies, Engee digital platform, Julia programming language, mathematical computing, physical modeling, machine learning, artificial neural networks

REFERENCES

1. The National Center "Russia" held a discussion on the education development strategy until 2036. (In Russ.) Available at: https://russia.ru/news/v-nacionalnom-centre-rossii-proslo-obsuzhdenie-strategii-razvitiia-obrazovaniia-do-2036-goda?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com (accessed 7 October 2025).
2. Moiseeva N.A., Polyakova T.A. Development of future engineers' digital competences by means of information and mathematical modeling. *Concept*, 2021, no. 3, pp. 71–85. (In Russ.). DOI: 10.24412/2304-120X-2021-11015. EDN: NAGBPE.
3. Efimov E.N., Orlov O.S. *The Central Research Institute of Marine Engineering has assessed Engee's potential for import-independent modeling*. (In Russ.) Available at: https://habr.com/ru/companies/etmc_exponenta/news/940770/ (accessed 7 October 2025).
4. Sidorov M. *Import substitution in aviation systems modeling: transferring a mathematical model of a gas turbine engine from Simulink to Engee*. (In Russ.) Available at: https://habr.com/ru/companies/etmc_exponenta/articles/924014/ (accessed 7 October 2025).
5. *Engee. Russian platform for mathematical computing and dynamic modeling*. (In Russ.) Available at: <https://start.engee.com/> (accessed 7 October 2025).
6. *Engee is a platform for mathematical computing and model-based design*. (In Russ.). Available at: <https://exponenta.ru/engae> (accessed 7 October 2025).
7. Dozortsev V.M. Digital Twins in Industry: Genesis, Composition, Terminology, Technologies, Platforms, and Prospects. Part 1. The Emergence and Development of Digital Twins. How Do Existing Definitions Reflect the Content and Functions of Digital Twins? *Journal Automation in Industry*, 2020, no. 9, pp. 3–11. (In Russ.) DOI: 10.25728/avtprom.2020.09.01. EDN: RVVHRB.
8. Cunbo Z., Liu J., Xiong H., Ding X. Connotation, architecture and trends of product digital twin. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2017, vol. 23, no. 4, pp. 753–768. DOI: 10.13196/j.cims.2017.04.010.
9. Barricelli B.R., Casiraghi E., Fogli D. A Survey on Digital Twin: Definitions, Characteristics, Applications, and Design Implications. *IEEE Access*, 2019, vol. 7, pp. 167653–167671. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2953499.
10. Moiseeva N.A. Importance of end-to-end digital technologies in future engineers' training (based on example of artificial intelligence). *Engineering Education*, 2024, no. 35, pp. 74–86. (In Russ.) DOI: 10.54835/18102883_2024_35_7. EDN: OUGOJC.

11. Liu J., Wang G., Luo Y. Multi-Domain Modeling Based on Modelica. *MATEC Web of Conferences*, 2016, vol. 77, art. 07011. DOI: 10.1051/mateconf/20167707011.
12. Qamar A., Тдрнгren M., Wikander J., During C. *Integrating multi-domain models for the design and development of mechatronic systems*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/264195025_Integrating_multi-domain_models_for_the_design_and_development_of_mechatronic_systems (accessed 7 October 2025).
13. *Engee Dynamic Simulation Environment*. (In Russ.). Available at: <https://start.engee.com/mbd> (accessed 7 October 2025).
14. Radchenko I. Doping Engineering in Multicrystalline Silicon: Accounting Incomplete Ionization and Charge Carrier Mobility. *7th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE)*, 2025, pp. 1–6. DOI: 10.1109/REEPE63962.2025.10971002.
15. *Scientists Model Ice Cover Dynamics in the Barents Sea Using the Engee Platform*. (In Russ.) Available at: <https://start.engee.com/success-stories/barents> (accessed 7 October 2025).
16. Sidorov M. *GosNIIAS used Engee software in the development of critical logic for onboard indicators*. (In Russ.) Available at: https://habr.com/ru/companies/etmc_exponenta/news/936296/ (accessed 7 October 2025).
17. Sidorov M. *Engee Fuel Level Monitoring Applications: Accuracy, Reliability, and Future Prospects*. (In Russ.). Available at: https://habr.com/ru/companies/etmc_exponenta/articles/928174/ (accessed 7 October 2025).
18. *Russia's best young engineers choose Engee* (In Russ.) Available at: <https://start.engee.com/success-stories/mpei> (accessed 7 October 2025).
19. *Engee development will help defend against drones*. (In Russ.) Available at: <https://start.engee.com/mpei0325> (accessed 7 October 2025).
20. *UrFU uses Engee to conduct laboratory work on mathematical statistics*. (In Russ.) Available at: <https://start.engee.com/success-stories/urfu> (accessed 7 October 2025).
21. *VISU students completed an internship at Engee in the Department of Radio Engineering and Radio Systems*. (In Russ.) Available at: <https://start.engee.com/success-stories/vlsu> (accessed 7 October 2025).
22. *RUT MIIT has applied Engee in several disciplines*. (In Russ.). Available at: <https://start.engee.com/success-stories/miit> (accessed 7 October 2025).
23. *The Institute of MPSU (MIET) carries out laboratory work at Engee* (In Russ.) Available at: <https://start.engee.com/success-stories/miet> (accessed 7 October 2025).
24. *Far Eastern State Agrarian University is building a master's program based on Engee*. (In Russ.) Available at: <https://start.engee.com/success-stories/dalgau> (accessed 7 October 2025).
25. *Advanced engineering school "StankolnstrumentTech"*. (In Russ.) Available at: <https://pish.omgtu.ru/> (accessed 7 October 2025).

Received: 21.10.2025

Accepted 08.05.2026