

УДК 378.147.227, 378.147.31, 378.147.34, 378.147.88

## Внедрение интерактивных технологий в инженерном образовании

Барышев Г. К.<sup>1,\*</sup>, Берестов А. В.<sup>1</sup>,  
Божко Ю. В.<sup>1</sup>, Конашенкова Н. А.<sup>1</sup>

\*[gkbaryshev@mephi.ru](mailto:gkbaryshev@mephi.ru)

<sup>1</sup> Национальный исследовательский ядерный  
университет "МИФИ, Москва, Россия

В рамках международного научного конгресса "Наука и инженерное образование. SEE-2016", II международная научно-методическая конференция «Управление качеством инженерного образования. Возможности вузов и потребности промышленности» (23-25 июня 2016 г., МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия).

---

В статье рассматриваются вопросы внедрения интерактивных технологий для развития и оценки компетенций обучающихся в инженерном образовании в современном исследовательском университете мирового класса – Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ». Обсуждаются результаты модернизации основных образовательных программ в соответствии с международными стандартами Всемирной инициативы CDIO (Задумай – Спроектируй – Реализуй – Управляй).

**Ключевые слова:** инженерное образование, интерактивные технологии, CDIO

---

### Введение

Инженерные программы, направленные на подготовку квалифицированных выпускников бакалавриата, специалитета и магистратуры, способных успешно реализовывать собственные личностные задачи, должны реализовываться атомной, редкоземельной и другими высокотехнологичными отраслями промышленности.

С одной стороны, в Московском инженерно-физическом институте с самого основания исторически сложилась традиция, когда подготовка инженерных кадров велась в тесном переплетении с исследовательской и производственной деятельности. Конкретно это проявлялось через обстоятельства, в которых учились студенты МИФИ: помимо мощнейшей фундаментальной физико-математической подготовки, обязательным было участие студентов в научных исследования, разработках (НИР и ОКР), проводимых кафедрами института совместно с ведущими предприятиями отрасли, начиная с младших курсов. Это и активное вовлечение студентов в проектирование высокотехнологичных приборов, устройств, систем, во многом опередивших свое время, в разработку, изготовление опытных образцов, проведение высокотехнологичных экспериментов, в том числе – в реакторных условиях (высокие температуры, ионизирующее излучение, механические нагрузки).

Если в модели университетов второго поколения (исследовательских университетов) основанием и базой для образовательного процесса была наука, то сейчас сама практическая, инновационная деятельность становится основным драйвером изменений в образовании [1-3]. Вообще предпринимательские университеты – сейчас ведущий тренд в мире [4-8].

В Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» ведется активная модернизация основных образовательных программ с учетом международных стандартов инженерного образования Всемирной инициативы CDIO и других программ, учитывающих проектно-внедренческий подход и активную роль инноваций в образовательном процессе современного исследовательского университета [9,10].

В соответствии с требованиями международных стандартов CDIO [11], качественное инженерное образование, в результате которого инженеры будущего получают необходимые знания и компетенции, невозможно без соответствующей инфраструктуры лабораторий. Практико-ориентированный подход, применяемый в инженерном образовании, невозможен без освоения компетенций разработки и постановки физических экспериментов в области ядерных, аэрокосмических, медицинских технологий. Такой подход исторически применялся в МИФИ – сочетание фундаментальной подготовки, освоение практически навыков работы с техническими устройствами и системы через лабораторные работы в сочетании с самостоятельным проектированием и разработкой конструкций, приборов, установок, систем [12]. Этот принцип характерен и в организации образовательного процесса на кафедре конструирования приборов и установок НИЯУ МИФИ. Таким образом, можно представить актуальность поставленной в данном исследовании задачи - рассмотреть вопросы внедрения интерактивных технологий для развития и оценки компетенций обучающихся в инженерном образовании в современном исследовательском университете мирового класса – Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» на примерах развития описанных выше принципов устойчивого практико-ориентированного инженерного образования в современном исследовательском университете с помощью современных интерактивных технологий.

## **1. Модернизация инженерных модулей основных образовательных программ в части развития компетенций обучающихся с помощью интерактивных технологий**

Развитие сетевых и интерактивных технологий даёт возможность переформатирования элементов образовательного процесса с целью реализации новых подходов для развития компетенций обучающихся. Так, для ряда дисциплин инженерных модулей основных образовательных программ стала возможной разработка и организация дистанционных лабораторных работ, позволяющих обучающимся в сетевом режиме овладевать навыками работы с базовыми инструментами автоматизированного проектирования и расчётов. В работе над инженерными проектами используются различные вычислительные программные комплексы – Mathcad и Matlab, система LabVIEW для разработки виртуальных приборов и различные САПР для проектирования устройств и систем [13].

Естественным этапом обучения студентов базовым навыкам работы в этих системах являются лабораторные работы. В рамках реализации проекта были разработаны пилотные проекты таких лабораторных работ по основам программных комплексов Mathcad и LabVIEW.

Другим примером модернизации инженерных модулей основных образовательных программ с помощью интерактивных технологий является интегрирование инструментария социальных сетей в текущую деятельность учебного процесса, организации самостоятельной работы обучающихся.

Социальные сети (Facebook, Вконтакте, Instagram и др.) являются в настоящее время распространенным и эффективным инструментом коммуникации. Практически у любого из нас есть аккаунт в той или иной социальной сети, подавляющее большинство обучающихся ежедневно заходят в социальную сеть Вконтакте: обмениваются сообщениями с друзьями, размещают и обсуждают фотографии и видеоролики, обмениваются актуальной информацией и ведут дискуссии в специальных группах.

В этой связи давно устоявшимся является тот факт, что и вопросы совместного выполнения домашних заданий по тем или иным дисциплинам студенты также решают с помощью возможностей социальных сетей. Для этого в социальной сети «Вконтакте» есть ряд полезных инструментов: возможность организовать онлайн-общение ряда пользователей (общий чат), обмениваться фотографиями, документами и пр.

В настоящее время объем мирового рынка планшетов и смартфонов превышает соответствующий объем персональных компьютеров и ноутбуков. Следствием этого факта является то, что значительная часть заходов пользователей в социальные сети происходит с мобильных устройств – телефонов, смартфонов, планшетов. Развитие современных беспроводных сетей (Wi-Fi, LTE и т.п.) позволяет использовать все технологические возможности современных устройств, обмена не только текстовыми сообщениями, но и мультимедиа (фото, аудио, видео) для поддержания постоянной коммуникации и нахождения в режиме онлайн.

Согласно дорожной карте форсайта «Образование-2030» Агентства Стратегических Инициатив по развитию новых проектов, набирающим силу к 2020 году является тренд «Все в сети» [14]. Его название в явном виде отражает то, что значительная часть коммуникации будет перенесена в онлайн. Это будет естественным процессом для современного цифрового поколения молодежи и, очевидно, в онлайн перейдет и значительная часть образовательных процессов.

Коммуникация в социальной сети позволяет ликвидировать пространственные и временные ограничения, связанные с нахождением людей в различных городах, районах, часовых поясах. Эта особенность может распространяться и на процесс образования, дав возможность вывести коммуникацию студентов, преподавателей и иных субъектов процесса образования в интерактивный режим, не зависящий от временных, пространственных и других ограничений, свойственных традиционному формату аудиторного обучения.

Таким образом, возможность использования социальной сети «ВКонтакте», как наиболее распространенной в Российской Федерации, странах Таможенного союза и СНГ, являлась практически очевидной при организации обучения студентов бакалавриата и специалитета физико-технического факультета в соответствии с международными стандартами инженерного образования CDIO.

Для организации постоянной коммуникации преподавателей, экспертов и студентов, оперативного информирования, решения организационных вопросов и, самое главное, помощи студентам в самостоятельной и групповой работе над инженерными проектами, была создана группа курса «Детали машин и основы конструирования» в социальной сети «ВКонтакте», получившая название «Основы проектирования, конструирования и инжиниринга». Такое название отражает перспективы изменения программы дисциплины в рамках реализации международных стандартов инженерного образования CDIO в НИЯУ МИФИ.

Группа является закрытой, но видимой потенциальным участникам. Руководителем (администратором) группы были назначены модераторы из числа преподавателей для возможности написания публикаций от имени группы (с тем, чтобы они появлялись в новостной ленте всех участников), а также обеспечения эффективного технического администрирования.

Имеется возможность регулярного обновления статуса группы с появлением информации в новостной ленте всех участников для публикации коротких важных объявлений о текущей работе, расписании занятий, зачетов и пр.

Основным инструментом работы в группе являются публикации. Делать публикации имеют право администратор, модераторы и участники группы. Все участники группы также имеют право размещать комментарии, в т.ч. персонально адресованные преподавателям, студентам, экспертам и пр.

В группе возможно размещение:

- Обсуждений в формате форума;
- Документов (распоряжений, образцов технических заданий и отчетов, учебных пособий и пр.);
- Фотографий и рисунков, в т.ч. чертежей деталей и конструкций;
- Видеозаписей, в т.ч. видеолекций, мастер-классов и пр.
- Проведение голосований, опросов, получение обратной связи и т.п.

Следует отметить, что стилистика публикаций, размещаемых в группе, свободна от регламентов или требований, предъявляемых обычно к официальным деловым письмам и т.п. и более приближена семантически и стилистически к протоколам коммуникации, используемым обычно пользователями в социальных сетях.

Инструментарий группы позволяет использовать различные социальные практики с целью разнообразия обучения студентов:

- Обсуждение выложенных дополнительных для изучения материалов – научной фантастики, видеолекций по системной инженерии, ТРИЗ, системно-деятельностной методологии, лекций ведущих экспертов атомной отрасли (С.В. Кириенко, Е.О. Адамов и др.);

- Публикация биографий выдающихся инженеров и изобретателей под хештегом;
- Организация небольших локальных конкурсов, флешмобов, обсуждение актуальных инженерных событий в России и в мире.

В фотоальбомах группы размещаются различные картинки из интернета, описывающие инженерную деятельность прошлого, настоящего и будущего (с возможностью обсуждения участниками группы), фотографии с лекций, семинаров, мастер-классов, деловых игр.

В видеозаписях группы размещаются полезные и развлекательные видеоролики, лекции ведущих ученых, экспертов.

Группа «Основы проектирования, конструирования и инжиниринга» стала удобным и эффективным инструментом в организации сетевого обучения и обеспечении онлайн-коммуникации преподавателей и студентов. Ее возможности позволяют развивать кругозор, картину мира, инженерное мышление студентов благодаря публикации такого количества различных мультимедиа материалов, направленных на развитие личностных и проектных компетенций студентов, какое невозможно осветить или обсудить за время аудиторных часов. В то же время, изучение таких материалов не является для студентов дополнительной нагрузкой, поскольку изучение и обсуждение материалов группы в социальной сети «ВКонтакте» автоматически встраивается в постоянный, каждодневный процесс деятельности студентов в социальной сети. Получение новой информации через группу, её осмысление, рефлексия и обсуждения становится необъемлемым процессом коммуникации студентов в социальной сети. Этот фактор синергии образовательных задач и особенности распространения и обсуждения информации в социальных сетях становится катализом процесса всестороннего развития студентов и обретения им не только знаний и умений, непосредственно связанных с инженерными дисциплинами кафедры «Конструирование приборов и установок» НИЯУ МИФИ, но и личных и проектных компетенций, связанных с их становлением как инженеров будущего.

## **2. Интерактивные способы оценки компетенций в инженерном образовании**

Проектирование новых образовательных программ, соответствующих международным стандартам CDIO, связано с изменением программ дисциплины базовых инженерных курсов, например, дисциплины «Детали машин и основы конструирования», которую преподаватели кафедры «Конструирование приборов и установок» читают студентам бакалавриата и специалитета физико-технического факультета (третий курс).

При разработке учебно-методического комплекса дисциплины (УМКД) к видам учебной работы отнесены: лекции, консультации, семинары, практические занятия, лабораторные работы, контрольные работы, коллоквиумы, самостоятельные работы, научно-исследовательская работа, практики, курсовое проектирование (курсовая работа). Высшее учебное заведение может устанавливать другие виды учебных занятий [10].

Видами учебной деятельности согласно УМКД «Детали машин и основы конструирования» являются лекции и семинары. Организация и проведение курса «Основы проектирования, конструирования и инжиниринга» в соответствии со стандартами CDIO позволили на базе этого формата ввести дополнительные элементы образовательных технологий (деловые игры, мастер-классы и пр.), способствующие развитию инженерного мышления и обучения групповой работе над инженерными проектами.

В силу особенностей формата и содержания обучения, в конце семестра возникает необходимость аттестовать студентов, проверив их компетенций по целому ряду направлений, а именно:

- Работа в команде и лидерство.

В начале работы над проектом команды формировались на основе личных взаимоотношений студентов. Были поставлены граничные условия: команды формируются из одnogруппников. Допустимо формирование межгрупповых команд (такие случаи были и организовывались отдельно) без ущерба для учебного процесса. Всего было сформировано 35 студенческих команд, в которых с течением времени формировались лидеры, генераторы идей и исполнители.

- Технологичность инженерного решения.

Проектирование и поиск решения инженерной задачи являются, несомненно, творческим процессом. Поэтому в программу дисциплины были введены мастер-классы по проектированию, методам теории решения изобретательских задач и другим инструментам, которые помогли бы студентам придумать оригинальные и творческие решения, в то же время технологичные и качественные.

- Правильность оформления отчёта.

Соответствие отчётной документации (в частности, технического задания на разработку конструкции) требованиям ЕСКД и ГОСТ является важным критерием оценки работы. Как показывает опыт, необходимо отдельно учить студентов навыкам правильного оформления отчётов.

- Правильность инженерных расчётов.

В рамках проработки инженерного решения студентами проводился расчёт отдельных узлов и элементов конструкций в соответствии с разделами дисциплины «Детали машин и основы конструирования». Большинство расчётов проводились с использованием автоматизированных средств и программных пакетов типа Mathcad.

В частности, ряд инженерных заданий формулировался с целью вовлечения лучших студентов с наиболее развитыми инженерными компетенциями в решение приоритетных задач по проектированию и разработке систем контроля качества новых типов ТВЭЛов с перспективными видами ядерного топлива для повышения надежности, экологичности и экономической эффективности ядерных энергетических установок.

- Понимания инженерного проекта в контексте жизненного цикла изделия.

Является неотъемлемой частью разработки устройства в соответствии с международными стандартами CDIO. Все проекты являются актуальными разработками для атомной

и других высокотехнологичных отраслей промышленности, реализуемыми в рамках НИОКР, выполняемых кафедрой «Конструирование приборов и установок» и ООО «Сигнал-МИФИ». Поскольку преподаватели являются одновременно и сотрудниками предприятий, отвечающими за ведение более крупных проектов, интегрирующих студенческие разработки, понимание жизненного цикла изделия являлось неотъемлемым компонентом решения инженерной задачи.

Модульная структура организации работы студентов над инженерными проектами позволила, таким образом, обеспечить конкурсную ситуацию и дала возможность осуществить выбор лучшего проекта.

С другой стороны, формат конкурса должен был позволить провести оценку компетенций студентов, связанных со всеми вышеперечисленными аспектами работы над проектом.

Обычный формат научных презентаций не позволяет провести такую оценку. Поэтому кафедрой «Конструирование приборов и установок» был организован конкурс групповых инженерных проектов с привлечением экспертов исследовательской группы «Конструирование Будущего» для организации и проведения деловой игры.

В задачи организационного комитета конкурса входило:

организация конкурса;

- организация работы программного комитета;
- организация работы конкурсной комиссии;
- организация награждения победителей и призеров конкурса.

В задачи программного комитета конкурса входило:

- организация и проведение деловой игры;
- организация методики аттестации студентов для работы конкурсной комиссии;
- организация перевода результатов конкурса в аттестационные баллы студентов на семестровом контроле.

В задачи конкурсной комиссии входило:

- проведение оценки компетенций студентов по критериям, разработанным программным комитетом;
- отбор победителей и призеров конкурса.

Использование в работе предварительного отбора и анализа проектов, представленных на конкурс, социальных сетей – в первую очередь группы курса Вконтакте, - позволило значительно повысить эффективность работы экспертов, оперативно вести обсуждение и взаимодействие с участниками конкурса.

## **Заключение**

Таким образом, по результатам проведенного исследования внедрения интерактивных технологий в инженерном образовании можно сделать следующие выводы:

1. Пилотные проекты по модернизации инженерных образовательных программ продемонстрировали, что интерактивные технологии являются эффективным инструментом,

позволяющим зафиксировать устойчивые результаты в части развития и контроля у обучающихся проектно-внедренческих и других инженерных компетенций.

2. Внедрение интерактивных технологий в инженерном образовании для развития и оценки компетенций обучающихся способствует динамичной модернизации инженерных образовательных программ в соответствии с международными стандартами инженерного образования Всемирной инициативы CDIO, что подтверждается описанными выше примерами (использование инструментария социальных сетей, конкурсов групповых инженерных проектов и пр.).

3. Научная новизна полученных результатов заключается в том, что впервые в рамках пилотного проекта по модернизации инженерных образовательных программ интерактивные технологии развития и оценки компетенций обучающихся были успешно апробированы для решения приоритетных задач по проектированию и разработке систем контроля качества новых типов ТВЭЛов с перспективными видами ядерного топлива для повышения надежности, экологичности и экономической эффективности ядерных энергетических установок.

4. В дальнейшем будут проводиться работы по тиражированию успешных примеров и практик, совершенствованию использования инструментария интерактивных технологий в инженерном образовании, в том числе в рамках повышения конкурентоспособности НИЯУ МИФИ в мировом образовательном пространстве.

### **Благодарности**

Показанные выше результаты исследования получены при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Соглашение № 14.578.21.0067, уникальный идентификатор проекта: RFMEFI57814X0067.

### **Список литературы**

- [1]. Федоров И.Б., Медведев В.Е. Инженерное образование: проблемы и задачи // Высшее образование в России. 2011. № 12. С. 54-60.
- [2]. Владимиров А.И. Об инженерно-техническом образовании. М.: НЕДРА. 2011. 81 с.
- [3]. Сапрыкин Д.Л. Инженерное образование в России: история, концепция, перспективы // Высшее образование в России. 2012. № 1. С. 125-137.
- [4]. Philip G. Altbach and Jamil Salmi. The road to academic excellence: The making of world-class research universities / Ed. by Philip G. Altbach and Jamil Salmi. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Washington DC. 2011. 394 p.
- [5]. Кларк Б.Р. Поддержание изменений в университетах. Преемственность кейс-стади и концепций. / пер. с англ. Е. Стёпкиной. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 2011. 312 с. [Burton R. Clark. Sustaining Change in Universities. Continuities in Case Studies and Concepts. Society for Research into Higher Education & Open University Press. 2004.]



- [6]. Grasso D., Burkins M.B. Holistic Engineering Education. Beyond Technology. / Ed. by Domenico Grasso, Melody Brown Burkins. New York: Springer Science+Business Media. 2010. 301 p. DOI: 10.1007/978-1-4419-1393-7.
- [7]. Дельбанко Э. Колледж: Каким он был, стал и должен быть / пер. с англ. И. Кушнareвой; под науч. ред. А. Васильевой. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2015. 256 с. [Andrew Delbanco. College. What It Was, Is, and Should Be. Princeton University Press. 2012.]
- [8]. Симоньянц Р.П. Проблемы инженерного образования и их решение с участием промышленности // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 3. С. 394-419. DOI: 10.7463/0314.0699795
- [9]. Международные стандарты Всемирной инициативы CDIO / сайт CDIO. Режим доступа: <http://www.cdio.org> (дата обращения 25.07.2016).
- [10]. Образовательные стандарты высшего образования Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» 14.03.02 Ядерные физика и технологии. Режим доступа: <https://mephi.ru/obrdeyat/edst-vo.php> (дата обращения: 25.07.2016)
- [11]. Crawley E.F. The CDIO syllabus: a statement of goals for undergraduate engineering education. The Department of Aeronautics and Astronautics, Massachusetts Institute of Technology. 2001. January. 82 p.
- [12]. Yakovlev D., Pryakhin A., Korolev S., Shaltaeva Y., Samotaev N., Yushkov E., Avanesyan A. Engineering competitive education using modern network technologies in the NRNU MEPhI // Proceedings of the 2015 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems (EESMS). (9-10 July 2015). IEEE. 2015. P. 39-43. DOI: 10.1109/EESMS.2015.7175849
- [13]. Берестов А.В., Варятченко Е.П., Барышев Г.К., Свириденко Ю.В., Максимкин А.И., Родько И.И. Внедрение принципов международного стандарта CDIO в образовательный процесс кафедры «Конструирование приборов и установок» // Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. (Москва, 16-20 февраля 2015 г.). Аннотации докладов. В 3 томах. Т. 3. М.: НИЯУ МИФИ. 2015. С. 241а.
- [14]. Форсайт «Образование-2030». Агентство Стратегических Инициатив по продвижению новых проектов. Режим доступа: <http://www.slideshare.net/ASI-12/2030-14471230> (дата обращения 25.07.2016).