

обучающихся в олимпиадной и конкурсной деятельности по технико-технологическому и художественно-эстетическому направлениям. Приоритетным для обучающихся является участие во Всероссийской олимпиаде школьников по технологии, программном движении JuniorSkills,

региональных конкурсах детских и молодежных проектов, направленных на популяризацию и развитие научно-технического творчества, проектного и конструкторского мышления, предпринимательских качеств личности.

Работа выполнена в рамках Государственного контракта Минобрнауки России № 2016-02.04-08-№79-Ф-8.03 "Исследования по созданию инновационного образовательного-методического обеспечения в условиях реализации концепций по предметным областям"

ЛИТЕРАТУРА

1. Орешкина, А.К. Подходы к модернизации содержанию и технологий обучения в предметной области «Технология» / А.К. Орешкина, Д.А. Махотин, О.Н. Логвинова // Школа и производство. – 2016. – № 8. – С. 14–18.
2. Махотин, Д.А. Технологическая грамотность обучающихся как результат общего образования // Профильная школа. – 2015. – Т. 3, № 2. – С. 8–15.
3. Новиков, А.М. Постиндустриальное образование / А.М. Новиков. – М.: Эгвес, 2008. – 136 с.
4. Новиков, А.М. Методология: словарь системы основных понятий / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2013. – С. 110–113.
5. Махотин, Д.А. Современные подходы к развитию технологического образования в общеобразовательной организации / Д.А. Махотин, В.А. Кальней // Мир науки, культуры, образования. – 2015. – № 4. – С. 65–68.

УДК 378.4, 372.862

Инновационные технологии массового обучения на примере онлайн курса «Инженерная механика»

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
С.А. Берестова, Н.Е. Мисюра, Е.А. Митюшов

На Национальной платформе открытого образования размещен онлайн курс «Инженерная механика». Сбалансированная система авторских решений, специальным образом подобранные практико-ориентированные задачи курса повышают мотивацию студентов к обучению и развивают инженерное мышление. Понедельная структура курса с еженедельным контролем самостоятельной работы, познавательно-прикладной блок, интерактивный программный модуль выгодно отличают электронный курс от традиционной формы обучения.

Ключевые слова: электронный курс, открытое образование, инженерное мышление.
Key words: E-course, open education, engineering thinking.

Согласно действующему Федеральному закону об образовании [1] высшие учебные заведения при реализации образовательных программ могут использовать, помимо традиционных образовательных технологий, и электронное обучение. В Государственной программе РФ «Развитие образования» на 2013–2020 гг. [2] определены приоритеты государственной политики в сфере высшего образования. К числу основных приоритетов относятся: внедрение форм открытого образования; широкомасштабное использование информационно-телекоммуникационных технологий; обеспечение информационной прозрачности системы образования для общества; создание высоко-технологичной образовательной среды.

Прописанные в законе и продекларированные в госпрограмме технологии и приоритеты отражают мировые тренды развития образования [3, 4]: «массовизацию» и интернационализацию, что предполагает: изменение технологий обучения в соответствии с современными техническими и социогуманитарными достижениями; существенное изменение лекционно-семинарской модели обучения; активное использование онлайн курсов; переход на активные методы обучения.

С запуском Национальной платформы открытого образования orepedu.ru появилась возможность перезачесть результаты обучения, документально подтвержденные сертификатом, по предлагаемому онлайн курсам в российских вузах при освоении образовательной программы бакалавриата или специалитета. Концентрация внимания на инженерном содержании учебного материала – это тот путь, которым пошли авторы курса. Авторами были не только максимально использованы технические возможности Национальной платформы, но и изменено во многом содержание курса за счет наполнения его исключительно практико-ориентированными задачами.

При разработке курса, закладывающего основы формирования инженерного мышления, ставилась задача мотивации слушателей с использованием всего арсенала методических новаций и преимуществ информационно-телекоммуникационных технологий. При этом создано современное электронное методическое обеспечение в широком спектре информационных форматов: лекции и примеры решения задач с видео-демонстрациями реальных процессов и явлений; интерактивные учебные задания-тренажеры с



С.А. Берестова



Н.Е. Мисюра



Е.А. Митюшов

комментированием неправильных ответов; теоретические тестовые вопросы и контекстные задачи по расчету реальных конструкций и механизмов с широким диапазоном параметров; домашние работы с пошаговым решением и поэтапной автоматизированной проверкой; базовые проекты, объединяющие несколько разделов курса. Сформирован банк практико-ориентированных учебных заданий, тестов, домашних работ, базовых проектов с их сопровождением видео-демонстрациями реальных процессов и явлений, их эскизов. Создана многовариантивная база контрольно-измерительных материалов, позволяющая в режиме независимого автоматизированного контроля осуществлять еженедельную объективную оценку достижений слушателя. Технологии проектного обучения адаптированы к электронному обучению на примере базового проекта с внедрением результатов научно-исследовательской работы авторов в учебный процесс, включая работы авторов курса, выполненные с участием студентов.

Концепция создания электронного образовательного ресурса «Инженерная механика» вытекает из сложившихся проблем в области инженерной подготовки, а именно, дисбаланса между запросами стейкхолдеров и возможностями традиционной формы подготовки кадров в высших учебных заведениях по инженерным направлениям, который в большинстве своем сохраняется и при реализации образовательных программ по федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования. Необходимость устранения этого дисбаланса диктует потребность к переходу от традиционной модели образования, которую можно сравнить с заполнением копилки знаний, сопровождаемым набором упражнений по гимнастике ума, к активному взаимодействию контента с реалиями окружающего мира. Значительного прогресса на пути реформ базового инженерного образования можно достичь при органичном соединении

лучших традиционных практик с добавлением познавательно-прикладного блока при широкомасштабном использовании информационно-телекоммуникационных технологий.

Выбранная авторами с учетом их опыта концепция реформирования подготовки бакалавров и специалистов в части общеинженерной подготовки направлена на мотивацию к познавательной деятельности, обеспечивающей готовность человека как к овладению профессией, так и к самообразованию и саморазвитию. Ключевые авторские решения нацелены на усиление акцента прикладной направленности обучения в процессе познания окружающего мира, его пространственных и количественных отношений.

Наглядное представление о связи познавательно-прикладного блока курса с традиционным его построением дает рис. 1, иллюстрирующий организацию познавательной деятельности слушателей в процессе обучения. Не нарушая традиционного единства формы и содержания обучения, дополнительный познавательно-прикладной блок позволяет, начиная с базовой подготовки, включить обучающегося в мотивированный активный творческий познавательный процесс. При этом слушатели приобретают навыки самостоятельной работы по получению знаний с использованием различных форм подачи информации: традиционная учебная литература, электронные учебники, интернет-ресурсы, взаимные консультации и консультации преподавателей. Включение в ресурс контекстных задач позволяет переводить реальные процессы и явления окружающего нас мира в математические модели с четким пониманием практико-ориентированной постановки задачи. Задания курса (расчет усилий в стержнях мостовой конструкции, конструкции консольного крана, перегрузки гонщиков и пилотов, позиционирование резца лазерного станка с ЧПУ и др.), и особенно индивидуализированные задания этапов базового проекта с элементами реальных инженерных решений позволяют

обеспечить гармоничный непрерывный переход к изучению профессиональных дисциплин.

В части фундаментальной подготовки для реализации практической направленности к традиционному изложению материала добавляется блок, представленный на рис. 2.

В порядке изложения теоретического материала реализуется возможность инверсии. Фундаментальные знания либо иллюстрируются демонстрацией реальных процессов и явлений, либо демонстрация предшествует изложению теории. Изменение концепции преподавания механики позволяет максимально повысить эффективность в достижении результатов обучения.

Курс «Инженерная механика» ориентирован на реализацию образовательных программ по направлениям подготовки из области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки». Курс содержит систематизированное изложение основных понятий и принципов механики, описание методов математического моделирования инженерных конструкций и типовых машин и механизмов. Содержание курса ориентировано на подготовку к восприятию последующих дисциплин, формирующей направленность образовательной программы. В курсе наглядно в сочетании с математической строгостью рассматривается равновесие и движение механических систем на основе базовых понятий

Рис. 1. Традиционные связи () и новый дополнительный познавательно-прикладной блок ()

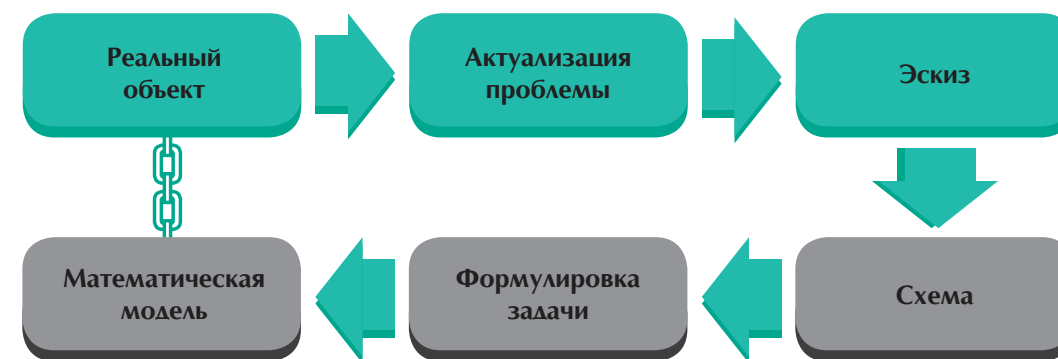


Рис. 2. Познавательно-прикладной блок для теоретического учебного материала. Традиционные форма обучения () и новый дополнительный познавательно-прикладной блок ()



и теорем механики. Традиционный теоретический материал сопровождается разбором исключительно практико-ориентированных задач с составлением 2D и 3D расчетных схем.

После освоения курса обучающийся будет способен: описывать равновесие и движение материальной точки, системы материальных точек и системы твердых тел на основе базовых понятий, законов и теорем механики; составлять 2D и 3D расчетные схемы, описывающие равновесие и движение типовых инженерных объектов; выбирать математические модели для определения геометрических параметров и силовых нагрузок в задачах равновесия и движения инженерных объектов; исследовать движение элементов типовых машин и механизмов; определять кинематические характеристики элементов типовых машин и механизмов при исследовании их движения; применять технику математических операций при составлении и решении уравнений, описывающих равновесие и движение инженерных объектов, согласно полученным математическим моделям.

Методические новации основаны на опыте преподавателей одного из ведущих российских вузов «Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Авторами курса в 2006 году был опубликован учебник [5] с грифом Министерства образования и науки РФ. В 2011 году вышло в свет второе издание учебника для программ бакалавриата [6], а также в 2012 году – задачник [7]. Авторы имеют сертификаты, в том числе подтвержденные, по прохождению онлайн курсов по математике, физике, механике на Международной платформе Coursera. Авторы постоянно повышают свою квалификацию, внедряя в образовательный процесс концепции современного инженерного образования, в частности Conceive – Design – Implement – Operate (CDIO). Результаты научно-практических исследований авторов нацелены на повышение эффективности образовательного процесса в области инженерного образования.

Технологические пути повышения эффективности образовательного процесса заложены в максимальном использовании инструментов платформы openedu.ru и возможности ее наполнения оригинальными программными решениями (интерактивные задания) по курсу «Инженерная механика» с учетом его специфики.

Успешное освоение курса обеспечено ритмичностью работы слушателей и активным участием в онлайн обсуждении возникающих трудностей друг с другом и с преподавателями.

При создании онлайн курса «Инженерная механика» были реализованы оригинальные авторские решения, ориентированные на использование в образовательном процессе имеющихся возможностей платформы openedu.ru.

С целью выделения основных опорных смыслов учебного материала, дифференцирования обучения по степени погружения, мотивации на регулярную работу слушателей учебный материал равномерно по трудоемкости и времени выполнения учебных и контрольных мероприятий разделен на хронологические части – недели. Достигнута равномерность подачи учебного материала и затрат учебного времени слушателями по недельным циклам.

Мотивация к познавательной-прикладной учебной деятельности поддерживается наполнением теоретического учебного материала иллюстрациями исключительно практико-ориентированного содержания, представленными с помощью видео-демонстраций реальных процессов, анимаций, фотографий и эскизов технических объектов, которые предшествуют постановкам проблем. Параметризация задач исследования проводится со строгим учетом диапазона возможных изменений геометрических, физических, конструктивных и технологических характеристик реальных технических объектов и процессов с их участием. Обеспечен разворот в сознании студентов от использования шаблонов решений и фрагментированных знаний к целостному

восприятию реальных проблем с акцентом на инженерные задачи в рамках базового уровня подготовки. Включение контекстных задач и творческих этапов в базовые проекты наряду с возможностью индивидуализации процесса обучения мотивирует перейти к активным поискам дополнительной информации, к имитационному и натурному моделированию, познанию окружающего мира, его пространственных и количественных отношений. В каждом задании отрабатываются практические умения производить по полученным математическим моделям численные расчеты с оценкой погрешности результата, что предусматривает вычисления при помощи инженерных калькуляторов. Для использования результатов решения задач в дальнейшей практической деятельности проводится тщательный выбор системы единиц, который привязывается в каждом случае к конкретному объекту исследования. В курсе нет ни одного примера или задачи, в которых параметры модели не соответствуют ее физическому смыслу или инженерному содержанию.

Максимально используются средства современных информационно-коммуникационных технологий интерактивного взаимодействия «слушатель – учебный материал». Разработан программный продукт для проверки правильности построения диаграмм свободного твердого тела. В результате высокого уровня взаимодействия с виртуальной средой и интерактивности слушатель при выполнении контрольных мероприятий овладевает навыком изображения графических объектов (внешних сил и реакций связей). При выполнении учебных заданий слушателю предоставляется возможность практиковаться в получении правильного ответа неограниченное количество раз, благодаря созданной автоматизированной системе, и работать с комментариями из реестра возможных ошибок. Предусмотрено использование разработанного программного продукта для графического представления кинематических величин.

Для развития исследовательских навыков инженерного мышления в онлайн курс введен базовый проект по созданию имитационной модели реального инженерного объекта. Формулировка задания проекта может варьироваться с учетом направленности образовательной программы. Базовый проект выполняется поэтапно на протяжении нескольких недель. Заключительный этап базового проекта предполагает независимую объективную самооценку слушателями его творческой составляющей.

Практика реализации курса показала, что возможно осуществлять руководство одним преподавателем аудиторией численностью около 500 человек за счет включения в консультативную работу самих слушателей.

С целью масштабирования контрольных мероприятий и индивидуализации их выполнения была выработана система подбора данных для контрольно-измерительных материалов. Практически неограниченная вариативность контрольно-измерительного материала достигается программным образом организованным изменением параметров при помощи встроенного генератора случайных чисел. При этом области изменения варьируемых параметров определяются исходя из анализа реальных процессов и явлений, для которых получены соответствующие математические модели. Это касается геометрических параметров, кинематических, динамических и других величин. В некоторых случаях характеристики модели получены из решения динамических задач, выходящих за рамки данного курса, но обеспечивающих адекватное отображение постановок рассматриваемых инженерных задач. Примерами может служить выбор: углов поворота управляемых колес автомобиля, закона движения автомобиля при выполнении мертвой петли, параметров движения автомобиля по гоночной трассе, параметров при выполнении фигур высшего пилотажа самолетом и др. При подборе данных для поставленных задач курса

авторами осуществлен обширный поиск конструктивных, геометрических, технологических, физических параметров в справочной литературе, технической, патентной, нормативной и рабочей документации, в научно-исследовательских журналах и Интернете.

В курсе обеспечены связи с пререквизитами и кореквизитами, а также единство базового образования. Органическим образом встроены ранее полученные знания по многим естественнонаучным и смежным техническим дисциплинам, а также освещаются вопросы использования излагаемого материала в постреквизитах. Примерами могут служить используемые навыки математики в построении кривых, дифференцировании и интегрировании сложных функций, навыки инженерной графики в построении аксонометрических проекций, знания из физики об общих понятиях скорости и ускорения, опыт использования информационных технологий, таких как 3D-моделирование, анимация движения, переход от математической модели к программированию процессов, использование онлайн калькуляторов для инженерных расчетов и онлайн помощников при построении графиков функций заданных параметрически и др.

В январе 2016 года на Гайдаровском форуме в своем выступлении Г Греф

говорил об онлайн обучении и модели образования: «Я, вообще, не верю в онлайн образование прошлого века. Онлайн образование должно радикально быть изменено. Оно сейчас пока такое же, как и традиционное, то есть мы перевели систему традиционного образования в онлайн. На мой взгляд, и то, и другое, и те, и другие лузеры. Онлайн будет использоваться, но содержание образования будет абсолютно другим и методы образования будут абсолютно другими. Нам нужно успеть поменять модель образования»¹.

Первый опыт запуска на Национальной платформе открытого образования курса «Инженерная механика» показал его эффективность при использовании в обучении студентов второго курса Уральского федерального университета. Показатели успеваемости студентов в период осенне-зимней экзаменационной сессии намного превышают аналогичные показатели прошлого года. Экзамен по итогам электронного обучения (табл. 1) проходил онлайн с идентификацией личности без непосредственного участия в процедуре экзамена преподавателя.

Основным результатом работы является кардинальное изменение содержания и формы изложения традиционного материала по механике. Для образовательных программ по направлениям подготовки из области образования «Инженерное

дело, технологии и технические науки» курс «Инженерная механика» закладывает основы формирования результатов обучения общеинженерного модуля [8],

который предусматривает выполнение междисциплинарного проекта [9] и раскрывает неограниченные возможности для реализации онлайн технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 29 дек. 2012 г. № 273-ФЗ. – [М., 2012]. – 404 с. – URL: http://минобрнауки.рф/документы/2974/файл/1543/12.12.29-ФЗ_Об_образовании_в_Российской_Федерации.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 19.12.2016).
2. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2013–2020 годы [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства Рос. Федерации от 15 мая 2013 г. № 792-р. – [М., 2013]. – 700 с. – URL: http://минобрнауки.рф/документы/3409/файл/2228/13.05.15-Госпрограмма-Развитие_образования_2013-2020.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 19.12.2016).
3. Ливанов, Д.В. Ставка на новое содержание [Электронный ресурс] / Д.В. Ливанов, А.Е. Волков // Ведомости. – 2012. – 3 сент. (№ 3179). – URL: http://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2012/09/03/stavka_na_novoe_soderzhanie, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 19.12.2016).
4. Конанчук Д. Эпоха «Гринфилда» в образовании [Электронный ресурс] : исслед. SE-DeC / Денис Конанчук, Андрей Волков; Центр образоват. разраб. Моск. шк. упр. СКОЛКОВО (SEDeC). – Сколково, 2013 (сент.). – 52 с. – URL: http://www.skolkovo.ru/public/media/documents/research/education_10_10_13.pdf, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 19.12.2016).
5. Митюшов, Е.А. Теоретическая механика: учеб. / Е.А. Митюшов, С.А. Берестова. – М.: Академия, 2006. – 320 с.
6. Митюшов, Е.А. Теоретическая механика: учеб. / Е.А. Митюшов, С.А. Берестова. – 2-е изд., перераб. – М.: Академия, 2011. – 320 с. – (Сер.: Бакалавриат).
7. Теоретическая механика в примерах и задачах / [З.В. Беляева, С.А. Берестова, Ю.В. Денисов и др.]; под. ред. Е. А. Митюшова. – М.: Академия, 2012. – 176 с.
8. Берестова, С.А. Проектирование общеинженерного модуля программ производственно-технологического бакалавриата // Инженерное образование. – 2014. – № 14. – С. 100–105.
9. Rebrin, O.I. Interdisciplinary project for Bachelor Engineering Program [Electronic resource] / O.I. Rebrin, I.I. Sholina, S. A. Berestova // Sharing successful engineering education experiences : 10th Int. CDIO Conf., Barcelona, Spain, June 16–19, 2014: Proc. – Barcelona, 2014. – [9 p.]. – URL: http://www.cdio.org/files/document/cdio2014/14/14_Paper.pdf, free. – Tit. from the screen (usage date: 12.12.2016).

Таблица 1. Количественный состав слушателей по различным формам обучения

	Активные слушатели онлайн курса, 2015 г.	УрФУ традиционное обучение, 2014-15 учебный год	УрФУ электронное обучение, 2015-16 учебный год
Общее количество слушателей	517	323	186
Достижение результатов обучения	292	213	179

¹ Гайдаровский форум – 2016: выступление Германа Грефа URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Tkj3sE492T0>