УДК 53.072.1; 372.853

КОНЦЕПЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МООС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО АКТИВНОГО ИНДИВИДУАЛИЗИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ И ЕЕ АПРОБАЦИЯ

¹Чирцов А.С., ²Микушев В.М., ¹Сомов Я.М.

¹Университет ИТМО, Санкт-Петербург, e-mail: alex_chirtsov@mail.ru;

²СПбГУ, Санкт-Петербург, e-mail: vicedean@rambler.ru

Создан пакет оригинальных программ электронных конструкторов, позволяющих создавать собственные оригинальные виртуальные интерактивные модели изучаемых систем без использования программирования. В основу был положен принцип физического объектно-ориентированного программирования, являющиеся естественной адаптацией общих идей объектно-ориентированного программирования к формализму описания сложных систем в рамках приближений классической и релятивистской физики. Автоматизация разработки учебных электронных моделей для виртуальных демонстраций и исследований позволила создать библиотеки таких ресурсов по курсам механики, электродинамике, оптики и статистической физики, реализуемым на разных уровнях обучения: как в старших классах школ, так и в университетах.

Ключевые слова: электронные учебные ресурсы, технологии МООС (Massive Online Open Courses), физическое объектно-ориентированное программирование, учебно-исследовательская работа обучающихся

CONCEPT OF MOOC-TECHNOLOGIES' APPLICATION FOR DISTANCE ACTIVE INDIVIDUALIZED PHYSICS LEARNING AND ITS APPROBATION

¹Chirtsov A.S., ²Mikushev V.M., ¹Somov Y.M.

¹ITMO University, Saint-Petersburg, e-mail: alex_chirtsov@mail.ru;

²SPbSU, Saint-Petersburg, e-mail: vicedean@rambler.ru

A package of original electronic designer programs enabling was generated to create own original virtual interactive models of studied systems without programming. The original principle of physical object-oriented programming being natural adaptation of general ideas of object-oriented programming to formalism of complicated systems' description as part of approximations of classical and relativistic physics was taken as the basis of such electronic designers' operation. Automation of electronic training model development for virtual demonstrations and studies enabled to generate libraries of such resources on mechanics, electrodynamics, optics and statistical physics courses implemented at different learning levels: both in high school and universities.

Keywords: electronic training resources, MOOC (Massive Online Open Courses) technologies, physical object-oriented programming, academic and research student's work

Реализуемая сегодня идеология организации обучения с пониженной аудиторной нагрузкой в случае изучения физики требует дальнейшего развития электронных средств сопровождения индивидуальной работы студентов. В этой связи возникает потребность адаптации имеющихся электронных учебных ресурсов, допускающих поисковую учебно-исследовательскую работу учащихся [1] для решения задачи сопровождения самостоятельного повторения и/или изучения углубленных курсов физики. С этой целью был создан пакет оригинальных программ электронных конструкторов, позволяющих пользователям (преподавателям и учащимся) создавать собственные оригинальные виртуальные интерактивные модели изучаемых систем без использования программирования. В основу работы таких электронных конструкторов был положен оригинальный принцип физического объектно-ориентированного программирования, являющиеся естественной адаптацией общих идей объектно-ориентированного программирования к формализму описания

сложных систем в рамках приближений классической и релятивистской физики [2]. Автоматизация разработки учебных электронных моделей для виртуальных демонстраций и исследований позволила создать библиотеки таких ресурсов по курсам механики, электродинамике, оптики и статистической физики, реализуемым на разных уровнях обучения: как в старших классах школ, так и в университетах. Для использования в очном обучении (демонстрации на уроках и лекциях, виртуальные лабораторные работы) были созданы электронные учебники-сборники, объединившие разнообразные мультимедийные материалы: интерактивные электронные модели, компьютерное видео, гипервидео, флеш-анимированные аудиозаписи лекций, их текстовые аналоги и обучающие электронные тесты с элементами интеллектуального анализа ответов для организации диалога с тестируемыми [3].

Удобной и популярной сегодня платформой для этого являются технологии создания МООС-курсов [4,5]. Появившиеся

на платформе западного образования и завоевавшие там гипертрофированную популярность, эти технологии начали использоваться в российском естественнонаучном образовании лишь с начала 2010 годов. Осторожное отношение российской физико-математической школы к технологиям MOOC (Massive Online Open Courses) было обусловлено существенными расхождениями идеологии нового типа электронного контента и традиций фундаментального подхода к физико-математическому образованию. К таковым следует отнести: ориентированные на бизнес-образование «лунговый» формат учебных видеомодулей длительностью 5-6 минут, не допускающий глубокого и подробного обсуждения фундаментальных вопросов; заимствованная из презентаций практика демонстрации готовых формул, не позволяющая аудитории осознать логику их вывода или обоснования; поверхностный контроль качества усвоения курса в процессе тестирования; гипертрофированный спрос на учебную продукцию нового типа, сопровождающийся низкой ответственностью аудитории к обучению (обучение завершает не более 3-5% зарегистрировавшихся на курсе пользователей). Перечисленные недостатки позволяют предполагать, что университеты используют MOOC курсы в первую очередь ради поддержания своего бренда и популярности, а не для решения задач качественного обучения.

Вместе с тем технологии MOOC-курсов и их содержательное наполнение имеют много общих черт с созданными электронными мультимедийными сборниками, положительно зарекомендовавшими себя в качестве новой основной части образовательного процесса, ориентированной на увеличение роли активной самостоятельной работы обучаемых. К ним можно отнести модульный принцип построения, использование различных медийных технологий, ориентированность на проведение распределенного обучения. Главным различием является ориентированность мультимедийных сборников на дополнение образовательного процесса, в то время как MOOC-курсы претендуют на роль альтернативы традиционным методам преподавания. Интересной представляется задача реализации в формате MOOC-курсов идеологии активного обучения физике.

К преимуществам MOOC-лекций следует отнести: доступность для широкой аудитории, возможность структуризации путем разбиения на модули, возможность организации удаленных обсуждений; включение видео фрагментов, анимации и компьютер-

ных симуляций, сопровождение индивидуализированного обучения, доступность взаимодополняющих и конкурирующих между собой ресурсов при их группировке в сборниках. Важным аргументом в пользу использования MOOC-ресурсов является возможность организации на их базе вариативных образовательных траекторий для учащихся с различным уровнем подготовки и мотивации, ориентированных на разные виды профессиональной деятельности.

Первоначальная идея апробации возможности использования MOOC-технологий в преподавании фундаментального курса физики была связана с существенно упавшим уровнем подготовки по физико-математическим дисциплинам выпускников общеобразовательных школ, поступающих в университеты в последнее десятилетие. Этот негативный эффект связан как с общим падением интереса населения к очным наукам и гуманитаризацией образования, так и с переходом России на западноевропейскую систему контроля качества обучения и отбора претендентов на продолжение образования в ходе единого тестирования выпускников школ. Во многом решая проблемы неравенства требований и коррупции при поступлении, такая система частично ориентирует всех участников учебного процесса (и преподавателей, и учащихся) на простое заучивание фактического материала и освоение стандартных приемов выполнения тестовых заданий вместо творческого подхода к решению поставленной проблемы. В результате студенты младших курсов бакалавриата оказываются лишенными навыков творческой исследовательской работы и оказываются мало информированными в вопросах, лежащих у границ стандартных программ общеобразовательных школ. В условиях сокращения числа аудиторных часов в университетском образовании описанная тенденция приводит к угрозе сокращения учебных программ и снижения уровня подготовки выпускников ведущих университетов физико-математических и естественнонаучных специализаций, а также к ущемлению прав наиболее подготовленной части учащихся, желающих получить элитарное образование. В качестве варианта решения описанного блока проблем было признано целесообразным создание углубленных MOOC-курсов по элементарной физике и математике. Наличие последних позволяет избежать переноса в университетские программы материала, ранее излучавшегося на предшествующих уровнях и рекомендовать студентам, не получившим подготовки на достаточном уровне, использовать

освободившееся при сокращении аудиторных часов время на самостоятельное доизучение ряда вопросов элементарной физики и математики. Описанная практика использования, созданного МООС-курса была апробирована в реальном учебном процессе и привела к более чем 50% сокращению числа студентов с академическими задолженностями по физике на младших курсах бакалавриата.

Проблема сочетания фундаментального подхода в изложении базовых физико-математических курсов с МООС-форматом в нашем случае была решена за счет создания многоуровневого курса. Каждая тема излагалась в трех дополняющих и не перекрывающих друг друга вариантах: для учащихся школ, технических колледжей и бакалавриатов физических факультетов университетов. Такая структура должна минимизировать повторения и предоставить возможность формирования индивидуализированных образовательных траекторий, допускающих возможности как восполнения пробелов усвоения материала на предшествующих уровнях обучения, так и углубленного и опережающего образования.

В результате на одну лекцию приходится около 50 минут аудиторного времени, что примерно в 2 раза меньше длительности традиционной лекции. Перенесение части материала в соответствующие модули других уровней сложности решает проблему полноты фактического наполнения курса. Каждая лекция завершается примером решения задач. На стадии обучения допускается прохождение тестов в режиме обучающих диалогов с электронной оболочкой, приближенной к беседе с доброжелательным преподавателем. В случае формирования учащимся, проходящим тестирование с множественным выбором, ответа, содержащего важные утверждения, система автоматически формирует подсказку по наиболее принципиальным ошибкам и предоставляет возможность исправить ответ. После удаления из ответа ошибочных утверждений, система анализирует полноту сформированного учащимся ответа и, при наличии пропущенных тестируемым правильных утверждений, формирует наводящие вопросы. По каждому модулю обучаемым предлагается по 3 теста с множественным выбором, ориентированных на проверку усвоения основных фактов, изложенных в модуле. После окончания работы с модулями лекции учащемуся предлагается итоговый тест, содержащий 5 заданий, выполнение которых требует активного владения всем изученным материалом лекции и, частично, предшествующих занятий. Итоговый тест

дополняется задачей. Подробный анализ решения последней становится доступным учащимся после окончания установленного срока выполнения контрольных заданий к лекции. Разумными решениями проблемы визуализации математических выкладок было признано использование: 1) контекстно-зависимого появления формул, 2) их демонстрация «в письменном варианте» при помощи анимированного изображения пера, 3) запись математических выражений лектором на прозрачной доске с помощью флуоресцирующих маркеров. Разумеется, в качестве иллюстраций к читаемым лекциям могут и должны демонстрироваться имеющиеся мультимедийные ресурсы. Интерактивные тесты должны быть дополнены компьютерными задачами и заданиями для самостоятельных мини-исследований. После просмотра видеозаписи работы преподавателя с интерактивной компьютерной моделью обучаемому должна предоставляться возможность самостоятельной online работы с моделирующей программой или программой-конструктором в режиме удаленного доступа. Учитывая большие аудитории слушателей МООС-курсов, возникает задача создания указанных интерактивных ресурсов в весьма большом количестве. Использование программ-конструкторов для автоматизации таких работ выглядит безальтернативным.

Для проверки работоспособности сформулированной концепции был создан пробный МООС-курс из 6 лекций по классической небесной механике [6], являющийся составной частью подготавливаемого 36-лекционного курса по классической механике. Создание курса явилось совместным проектом Президентского ФМЛ № 239, Университета ИТМО и просветительского проекта «Лекториум». Курс «Небесная механика» включал лекции: «Развитие взглядов на строение ближнего космоса», «Небесная механика Ньютона», «Космические перелеты», «Невесомость», «Псевдосилы инерции», «Элементы космологии». Общая протяженность видеолекций составила 250 минут. Длительность обучения по курсу составила 6 недель. Несмотря на каникулярное время, количество слушателей курса превысило 1500 человек.

Во время обучения помимо перечисленных ранее материалов слушателям предлагались дискуссионные вопросы. Для их обсуждения был открыт специальный чат. На этом же чате слушатели обменивались мнениями и информацией по изучаемым вопросам. Дискуссия модерировалась лектором и куратором курса. Количество записей на чате превысило 500 единиц. Пробный

запуск курса был осуществлен 03.06.2014 на шестинедельный срок. Несмотря на каникулярный период, число слушателей составило 2 210 человек, распределенных по большому числу регионов России, Казахстана, Белоруссии и Украины. По итогам аттестаций 115 человек (более 5% начального количества) было отобрано для представления для награждения, что примерно в 2 раза превышает среднее по реализуемым сегодня курсам МООС отношение числа закончивших обучение к количеству записавшихся на него. Оценки курса как сложного или легкого распределились примерно поровну, что свидетельствует о правильности выбора уровня изложения материала. В целом опыт реализации идеи автоматизированного индивидуализированного обучения следует признать успешным. В настоящее время описанная идеология используется для создания аналогичных курсов по кинематике и классической динамике, технической оптике и физике нелокальной (низкотемпературной) плазмы.

Список литературы

1. Чирцов А.С. Серия электронных сборников мультимедийных материалов по курсу общей физики: новые подходы к созданию электронных конструкторов виртуальных физических моделей с простым удаленным доступом // Компьютерные инструменты в образовании. – 2010. – №6. – С. 42-56.
2. Чирцов А.С. Физическое объектно-ориентированное моделирование в курсах механики. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 148 с.
3. Абутин М.В., Марек В.П., Микушев В.М., Чирцов А.С. Новые варианты использования информационных и мультимедийных технологий для реализации непрерывного высшего профессионального образования // Физическое образование в ВУЗах. – 2012. – Т. 18, №1. – С. 109 – 126.
4. Coursera. Как это работает? / <https://www.coursera.org/about> (дата обращения 23.12.2014).
5. Сомов Я.М., Чирцов А.С. МООС – эффективное применение привычных компонент образовательного процесса // Современное образование: содержание, технологии, качество: тезисы докл. XX Межд. научно-метод. конф., (Санкт-Петербург, 23 апр. 2014 г.). – СПб., 2014, Т.1. – С. 151-152.
6. Чирцов А.С. CS-1. Небесная механика. [Электронный ресурс] // Лекториум: сайт. – URL: <http://mooc.lectorium.tv> (дата обращения 21.11.2014).