

Информатизация курса "Алгебра и геометрия" с помощью интеллектуальной обучающей системы Math-Bridge

Савкина Анастасия Васильевна
к. т. н., доцент кафедры автоматизированных
систем обработки информации и управления,
Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет имени Н. П. Огарева
ул. Б.Хмельницкого, 39, г. Саранск, 430005, (8342)478691
av-savkina@yandex.ru

Нуштаева Анастасия Владимировна
к. т. н., доцент, Московский технологический институт,
Ленинский проспект, д. 38а, г. Москва, 119334, +7 (495) 648-62-26
anastesi@yandex.ru

Петровна Ирина Борискина
к. ф.-м., доцент кафедры математического анализа факультета
математики и информационных технологий
ул. Большевикская, 68, г. Саранск, 430000, (8342)
irinaboriskina@mail.ru

Аннотация

В статье представлены основы конструирования курса «Алгебра и геометрия» с помощью обучающей интеллектуальной системы Math-Bridge, использование которой стало возможным благодаря участию университета в работе проекта MetaMath – «Применение современных образовательных технологий для совершенствования математического образования в рамках инженерных дисциплин в российских университетах. Размещенный и опубликованный в системе курс «Алгебра и геометрия» охватывает все компетенции различных уровней и соответствует требованиям современного математического образования ГОС ВПО, ФГОС ВПО и ФГОС ВО по направлениям подготовки «Информатика и вычислительная техника», «Прикладная математика и информатика».

The article presents design principles of the course "Algebra and geometry" using intelligent learning system Math-Bridge, the use of which became possible thanks to the participation of the University in the project MetaMath – "Application of modern educational technology to improve mathematics education within engineering disciplines in Russian universities. Posted and published in the course "Algebra and geometry" covers all the competencies of different levels in accordance with the modern mathematical education of GOS VPO, FGOS VPO and FGOS VO the training areas of computer science and engineering, "Applied mathematics and Informatics".

Ключевые слова

алгебра и геометрия, дистанционное обучение, компетенции, Math-Bridge
algebra and geometry, e-learning, competence, Math-Bridge

Введение

В последнее десятилетие дистанционное обучение стало неотъемлемой частью современного образования и получило массовое распространение, как за границей, так и в нашей стране. Подобная организация учебного процесса помимо неоспоримых преимуществ, например доступность учебных курсов в любом месте, в любое удобное время, практически с любого устройства, включая мобильные, имеет и ряд недостатков. Несмотря на большое количество доступных систем дистанционного обучения (СДО), все они предлагают лишь простые статичные гипертекстовые страницы для всех пользователей, независимо от их индивидуальных способностей. Это касается, как учебного материала, так и тестирующего, в котором студенту предлагается выбрать из набора вариантов ответов или ввести правильный ответ. В связи с этим возросло число исследовательских проектов, разрабатывающих различные технологии и методы адаптации, целью которых является разработка систем интеллектуального обучения пользователя с учетом его знаний и возможностей. В результате продвинутому студенту не надо будет изучать азы предмета, а перейти непосредственно к усвоению новых знаний на основе уже имеющихся, что значительно экономит время и делает обучение комфортным. И наоборот, студенту с малым багажом знаний представятся все возможности подробного освоения материала на основе тщательно продуманного и изложенного теоретического материала с большим количеством разобранных примеров и упражнений для самостоятельного решения. Далее рассмотрим возможности использования интеллектуальной системы обучения Math-Bridge для повышения знаний студентов по алгебре и геометрии в Мордовском государственном университете им. Н. П. Огарева, использование которой стало возможным благодаря участию университета в работе проекта MetaMath – «Применение современных образовательных технологий для совершенствования математического образования в рамках инженерных дисциплин в российских университетах» [1].

Методология курса

Одной из задач реформы высшего профессионального образования является подготовка высококвалифицированных специалистов, способных к профессиональному росту. Основу профессиональной компетентности высококвалифицированных специалистов составляет предметная подготовка, в том числе и математическая. Математические науки играют огромную роль в образовании современного и конкурентно-способного выпускника высшей школы. Высокий уровень математического развития способствует повышению уровня профессионализма.

Курс алгебры и геометрии – один из базовых курсов, на который опираются другие общеобразовательные дисциплины. Это связано, во-первых, с широким кругом вопросов, охватываемых этим курсом, во-вторых, с тесной связью его со всеми изучаемыми в вузе предметами математического цикла и некоторыми другими естественнонаучными дисциплинами. Цель данного курса – дать студенту представление о классических методах алгебры и геометрии, их применении к решению прикладных задач; привить необходимую математическую культуру и развить технику математических вычислений.

В связи с относительно небольшим количеством часов, отводимых на изучение курса «Алгебра и геометрия» весьма большое время отводится студентам для самостоятельной работы, что при правильной организации такой работы не только оптимизирует весь процесс, но и влияет на развитие познавательной

самостоятельности студентов. Поэтому одним из способов повышения качества обучения математической дисциплины является применение в образовательном процессе методов, направленных на становление и развитие познавательной активности и самостоятельности. В настоящее время важным условием совершенствования учебного процесса в вузе становится разработка форм и методов обучения, способствующих организации самостоятельной работы студентов. Всеобщая тенденция применения компьютерных технологий в образовательном процессе находит своё отражение в преподавании математики и отработке навыков решения сложных задач с помощью элементов электронного обучения, в том числе дистанционных технологий.

Реализация курса «Алгебра и геометрия» для инженерных специальностей

В содержание курса «Алгебра и геометрия» вошли разделы по линейной и векторной алгебре. Линейная алгебра — это раздел математики, изучающий линейные преобразования и системы линейных уравнений. Линейная алгебра первоначально и возникла как наука о решении систем линейных алгебраических уравнений. Построение теории систем таких уравнений потребовало таких инструментов, как теория матриц и определителей, и естественно привело к появлению теории векторных пространств. Векторная алгебра широко используется во многих разделах физики и механики, в кристаллографии, геодезии. Векторы имеют широкое применение в различных разделах математики, например, в элементарной, аналитической и дифференциальной геометрии, в теории поля. Без векторов немыслима и не только классическая математика, но и многие другие науки. Математический аппарат векторной алгебры может с успехом применяться для описания самых разнообразных математических объектов и обладает большим потенциалом своего обобщения, например, на случай векторных пространств произвольной размерности. Дело в том, что многие математические величины имеют одинаковые свойства и правила действий над ними. В частности, правило матричного умножения “строка на столбец” по своей сути идентично скалярному произведению векторов, выраженному в некоторой ортогональной системе координат. Важной составляющей математического аппарата векторной алгебры является разложение вектора по базисному набору, что позволяет сводить действия над векторами к соответствующим операциям над векторами базисного набора, а в конечном итоге - над координатами векторов. Подобный подход оказывается весьма продуктивным и широко применяется для решения задач линейной алгебры, теории дифференциальных уравнений и математического анализа.

Впоследствии предмет линейной алгебры расширился, и сейчас она представляет собой теорию линейных преобразований (операторов) в конечномерных векторных пространствах. Данный раздел в некоторой степени является вводным для дальнейшего изучения векторов, векторных или линейных пространств, линейных отображений и системы линейных уравнений. Линейные пространства встречаются в математике и её приложениях повсеместно. Линейная алгебра широко используется в абстрактной алгебре и функциональном анализе и находит многочисленные приложения в естественных науках. Аналитическая геометрия — раздел геометрии, в котором геометрические фигуры и их свойства исследуются средствами алгебры. Она возникла из потребности создать единообразные средства для решения геометрических задач с тем, чтобы применить их к изучению важных для практики кривых линий различной формы. Эта цель была достигнута созданием координатного метода. В нем ведущую роль играют

вычисления, а построения играют второстепенную, вспомогательную роль. В разделе аналитической геометрии на плоскости подробно изучаются геометрические свойства эллипса, гиперболы и параболы, представляющие собой линии пересечения кругового конуса с плоскостями, не проходящими через его вершину. Эти линии часто встречаются во многих задачах естествознания и техники. Например, движение материальной точки под воздействием центрального поля силы тяжести происходит по одной из этих линий; в инженерном деле для конструирования прожекторов, антенн и телескопов пользуются важным оптическим свойством параболы, заключающимся в том, что лучи света, исходящие из определённой точки (фокуса параболы), после отражения от параболы образуют параллельный пучок. Таким образом, многие методы аналитической геометрии имеют широкое прикладное применение.


Тщательно подобранный и систематизированный материал для изучения курса «Алгебра и геометрия» практикуется и совершенствуется в университете на протяжении десятков лет. Наполнение курса материалами тесно связано с развитием дистанционного обучения. Начиная с 2006 года, курс был адаптирован сначала в институте дополнительного образования в системе дистанционного обучения (СДО) «Прометей», затем на факультете электронной техники на кафедре автоматизированных систем обработки информации и управления в системе Moodle. Для достижения совместимости между системами электронного обучения были разработаны различные стандарты и модели представления учебного материала: SCORM, OpenMath и др. Эти системы содержат встроенные средства управления пользователями, форумами, поддержку стандарта SCORM, организацию групп пользователей и категорий учебных курсов. Учебный курс в такой системе состоит из разделов и учебных материалов курса. В качестве материалов могут выступать различные файлы, мультимедиа, тесты, задания, SCORM-курсы. Несмотря на такое разнообразие доступных систем дистанционного обучения, все они предлагают лишь простые статические гипертекстовые страницы для всех пользователей, независимо от их индивидуальных способностей. Особое значение имело использование теоретических материалов и практических задач при преподавании этого курса студентам инженерных и технических специальностей. Именно такой подход давал студентам возможность работы с материалами курса на протяжении необходимого им времени. Тем не менее, все используемые в университете системы до сих пор были лишены адаптивности учебных материалов и их представления к пользователю. Из-за своей открытости и модульной структуры, эти системы всегда выступали только в качестве основы для проектирования и разработки интеллектуальной системы дистанционного обучения, например, такой как Math-Bridge. «Обладая всеми свойствами и возможностями интеллектуальной обучающей системы, Math-Bridge способен поддерживать процесс обучения, осуществляемый в рамках традиционного университетского (или школьного) курса как с использованием нескольких адаптивных технологий, так и без их использования» [2].

Благодаря наличию интеллектуальной системы, ее богатым возможностям был переработан, дополнен и изменен в соответствии с требованиями системы состав курса, который содержит теперь не только статические, но наряду с ними динамические и структурные компоненты (Рис. 1).

Статические	Динамические	Структурные
 Аксиома	 Упражнение	 Содержание курса/экзамена /теста
 Определение	 Quick Упражнение	 Экзамен/Тест
 Пример	 упражнения из шаблона	
 Метод		
 Заметка или другой текст		
 Доказательство		
 Утверждения		

Рис. 1. Элементы для создания курса

С помощью таких элементов для создания курса, как определение, примеры, заметки была выстроена статическая часть курса, которая была дополнена упражнениями, построенными как на основе шаблона, так и созданными вручную. В результате была сформирована книга курса, в которую вошли 12 основных тем, содержащих как статические, так и динамические объекты (Рис. 2), а также 57 разделов [3].



Содержание	<<
1. Матрицы	
→ 1.1. Основные понятия	
1.2. Действия над матрицами	
1.3. Элементарные преобразован...	
2. Определители	
3. невырожденные матрицы	
4. Системы линейных уравне...	
5. Векторы	
6. Скалярное произведение	
7. Векторное произведение	
8. Смешанное произведение	
9. Системы координат	
10. Линии на плоскости	
11. Кривые второго порядка	
12. Поверхности	

Рис. 2. Содержание курса «Алгебра и геометрия»

Общее количество учебных объектов в коллекции Math-Bridge по курсу «Алгебра и геометрия» более трехсот. Таблица 1 показывает их разбивку по типам.

Таблица 1

Различные типы элементов знаний в коллекции учебного материала Math-Bridge по курсу «Алгебра и геометрия»

Тип	Количество
Интерактивное упражнение	147
Определение понятия	106
Заметки или другой текст	20
Вспомогательных примеров	46

Размещенный и опубликованный в системе курс «Алгебра и геометрия» охватывает все компетенции различных уровней (Рис. 3) и соответствует требованиям современного математического образования ГОС ВПО, ФГОС ВПО и ФГОС ВО по направлениям подготовки «Информатика и вычислительная техника», «Прикладная математика и информатика» [5].

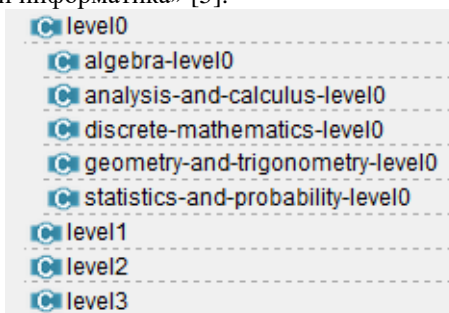


Рис. 3. Окно выбора компетенций в Math-Bridge

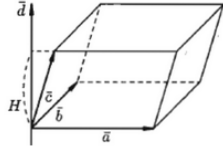
Рабочее окно интеллектуальной системы Math-Bridge по курсу «Алгебра и геометрия» имеет вид, представленный на рисунке 4.

приложения смешанного произведения

1. если векторы \vec{a} , \vec{b} и \vec{c} компланарны, то смешанное произведение этих векторов равно нулю

2. объем параллелепипеда, построенного на векторах \vec{a} , \vec{b} и \vec{c} вычисляется по формуле: $V = |\vec{a} \vec{b} \vec{c}|$

3. объем треугольной пирамиды, построенной на этих же векторах равен: $V = \frac{1}{6} |\vec{a} \vec{b} \vec{c}|$



объем пирамиды

Найдем объем пирамиды, вершинами которой служат точки A(1,2,3), B(0,-1,1), C(2,5,2), D(3,0,-2). Для этого определим координаты векторов $\vec{a} = \overline{AB} = \{-1, -3, -2\}$, $\vec{b} = \overline{AC} = \{1, 3, -1\}$, $\vec{c} = \overline{AD} = \{2, -2, -5\}$. Вычислим смешанное произведение

$$(\vec{a} \times \vec{b}) \cdot \vec{c} = \begin{vmatrix} -1 & -3 & -2 \\ 1 & 3 & -1 \\ 2 & -2 & -5 \end{vmatrix} = -1 \cdot (-17) + 3 \cdot (-3) - 2 \cdot (-8) = 24$$

Следовательно, $V = \frac{1}{6} \cdot 24 = 4$

Задание 7 Алгебра и геометрия

One interaction, simple exercise

[Начать упражнение](#) [Weiteres zum Thema](#)

Рис. 4. Рабочее окно раздела курса «Алгебра и геометрия»

Анализ и оценка разработки

Разработанный курс по алгебре и геометрии для инженерных направлений предназначен для совершенствования знаний по математике и подразумевает самостоятельную работу студентов в интеллектуальной системе обучения Math-Bridge. Важнейшими чертами самостоятельной работы студентов являются целенаправленность и регулярность. Без выполнения двух этих требований невозможно обеспечить качественное усвоение студентом материала данной дисциплины. Именно такой подход обеспечивает интеллектуальная система обучения Math-Bridge [6].

Теоретический материал, предлагаемый в каждом последующем разделе, является логическим продолжением ранее изученного материала и периодически на него ссылается. Поэтому перед каждым следующим выполнением упражнений требуется, как минимум повторить содержание предыдущего материала. Кроме этого, желательно периодически не только повторять текущий материал, но и материал, пройденный к текущему моменту.

Материал, изучаемый на аудиторных занятиях, представляет собой минимум, необходимый для успешного освоения дисциплины. Студентам для углубления своих знаний и умений рекомендуется пользоваться интеллектуальной системой обучения Math-Bridge. Первоочередное внимание следует уделить успешному выполнению упражнений. Поскольку ни один учебник не может излагать всех способов решения всех возможных задач дисциплины, поэтому большая заслуга интеллектуальной системы Math-Bridge состоит в том, что она способствует развитию самостоятельности мышления при решении сложных математических задач.

В настоящее время в системе Math-Bridge проходят обучение 2 группы разных направлений, каждая из которых разбита на 3 подгруппы (effort, mastery,

success) по 8-10 человек. Несомненно, что при богатом теоретическом материале, размещенном в системе, сопровождаемом большим количеством примеров и постоянной доступности использования такой системы обучения в любое время, студенты значительно поднимут свой уровень знаний по алгебре и геометрии с помощью системы Math-Bridge.

Заключение

Применение передовых современных образовательных технологий для совершенствования математического образования в рамках инженерных направлений в российских университетах предоставляет возможность использовать разработанный электронный ресурс в качестве выравнивающего курса, а также в качестве дополнительного материала для студентов разных форм обучения, а также в качестве справочника, с помощью которого можно быстро и удобно найти информацию по интересующей теме, получить определение ключевого термина или потренироваться в решении практических задач. Курс «Алгебра и геометрия», реализованный в интеллектуальной системе обучения Math-Bridge имеет информационную ценность, для всех пользователей, которые хотят не только узнать математические основы предмета, но и выработать определенные навыки в решении сложных математических задач. Использование разработанного электронного ресурса по курсу «Алгебра и геометрия» в учебном процессе, значительно повысит качество обучения студентов, сократит затраты на их обучение, даст возможность использования его в дистанционном обучении, что особенно актуально в настоящее время.



Данный проект профинансирован при поддержке Европейской Комиссии в рамках программы Темпус (№ гранта: 543851-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPCR). Эта публикация отражает исключительно взгляды авторов. Комиссия не несет ответственности за любое использование информации, содержащейся здесь

This project has been funded with support from the European Commission.

This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Литература

1. Sosnovsky, S., Dietrich, M., Andrès, E., Goguadze, G., Winterstein, S., Libbrecht, P., Siekmann, J., & Melis, E. (2014). Math-Bridge: Bridging the gaps in European remedial mathematics with technology-enhanced learning. In T. Wassong, D. Frischemeier, P. R. Fischer, R. Hochmuth, & P. Bender (Eds.), *Mit Werkzeugen Mathematik und Stochastik lernen – Using Tools for Learning Mathematics and Statistics* (pp. 437-451). Berlin/Heidelberg, Germany: Springer.

2. Сосновский С.А., Гиренко А.Ф., Галеев И.Х. Информатизация математических компоненты инженерного, технического и естественнонаучного обучения в рамках проекта MetaMath // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" - 2014. - V.17. - №4. - С.446-457. - ISSN 1436-4522. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>.
3. Новикова С.В., Валитова Н.Л., Кремлева Э.Ш. Особенности создания учебных объектов в интеллектуальной системе обучения математике Math-Bridge // Международный электронный журнал "Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)" - 2016. V. 19. № С. 451-462. URL: <http://ifets.ieee.org/russian/periodical/journal.html>
4. Захарова И.В., Язенин А.В. О некоторых тенденциях современного математического образования на примере анализа ГОС ВПО, ФГОС ВПО и ФГОС ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» // Междунар. электрон. журн. «Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society)». 2015. т. 18. № 4. С. 629-640.
5. Захарова И.В., Кузенков О.А., Солдатенко И.С. Проект MetaMath программы Темпус: применение современных образовательных технологий для совершенствования математического образования в рамках инженерных направлений в российских университетах // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2014. № 10. С. 159-171.
6. Шармазанов Р. М., Савкина А. В., Нуштаева А. В. Архитектура много-агентной системы (МАС) обучения на базе LMS Moodle. // Ежемесячный научный журнал «НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ УЧЕНЫХ (НАУ)» - 2015. - ЧАСТЬ 2. - № 7 (12) - С. 78-82. - ISSN 3385-8879. URL: http://national-science.ru/wp-content/uploads/2016/02/national_12_p2_6-173.pdf