

Эффективное построение курса дискретной математики в системе MathBridge

Сыромясов Алексей Олегович
доцент, к.ф.-м.н.,
доцент кафедры прикладной математики,
дифференциальных уравнений и теоретической механики,
Национальный исследовательский
Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева,
ул. Большевикская, 68, г. Саранск, 430005, 8(8432)233205
syall@yandex.ru

Аннотация

Кратко проанализировано применение системы управления обучением Math-Bridge с целью электронной поддержки курса дискретной математики для направлений подготовки «Программная инженерия» и «Информатика и вычислительная техника» (уровень бакалавриата). Рассматриваются как конкретные возможности Math-Bridge по созданию статического и динамического учебного контента, так и общая стратегия применения указанной системы управления обучением. Обсуждается возможность «встраивания» Math-Bridge в балльно-рейтинговую систему, внедренную в настоящее время во многих российских вузах. Показано, что в сочетании с другими средствами обучения Math-Bridge представляет собой достаточно эффективный инструмент преподавания дискретной математики.

Using of learning management system Math-Bridge for electronic support of discrete mathematics course for Bachelor's major profiles "Software Engineering" and "Informatics and Computer Science" is briefly analyzed. The paper observes Math-Bridge's features to create static and dynamic learning content and the general strategy of Math-Bridge's using as well. Also discussed is the possibility of this LMS incorporation in rating system that is used in many Russian universities. It is shown that Math-Bridge accompanied by other teaching aids might be rather effective while teaching discrete mathematics.

Ключевые слова

дискретная математика, Math-Bridge, система управления обучением;
discrete mathematics, Math-Bridge, learning management system.

Введение

Общей проблемой отечественного и западного высшего образования служит слабая математическая подготовка студентов естественнонаучных, инженерных и IT-направлений подготовки [1, 2]. Знания усваиваются слабо; умения формируются с трудом (и в значительной части случаев эти умения весьма поверхностны); межпредметные связи с другими учебными дисциплинами зачастую не возникают. Решить эту проблему пытаются, в частности, российско-европейский консорциум университетов, участвующих в проекте TEMPUS MetaMath [1, 5].

Одной из главных составляющих учебной деятельности студента является его самостоятельная работа. Согласно современным отечественным ФГОС, ее

трудоемкость составляет в среднем около 50% от общей трудоемкости обучения. Аналогичное место занимает самостоятельная работа студентов и в учебном процессе европейских университетов [7]. Поэтому эффективная организация этой работы, ее конкретное наполнение и контроль за ней – важные задачи преподавания.

В последнее время одним из инструментов поддержки самостоятельной работы студентов служит электронное обучение. В практику внедряются системы управления обучением (learning management system – LMS), например, Moodle. Одной из таких LMS, предназначенной специально для обучения математике, является Math-Bridge, разработанный Немецким центром искусственного интеллекта [4]. Далее рассматриваются возможности этой системы на примере курса дискретной математики, предназначенного для студентов-бакалавров направлений «Программная инженерия» и «Информатика и вычислительная техника».

Курс дискретной математики для студентов IT-направлений подготовки: цели, содержание, проблемы

Среди всех учебных дисциплин, входящих в математический «канон» для студентов IT-направлений, дискретная математика (вместе с математической логикой и теорией алгоритмов) наиболее приближена к их будущей специальности. Она не только формирует навыки логического мышления и математическую культуру, не только обеспечивает необходимым математическим аппаратом другие изучаемые предметы (например, физику). Значительная часть информации, усвоенная студентами в ходе изучения данного курса (алгоритмы на графах, методы сортировки и т.д.) впоследствии может быть непосредственно применена в их профессиональной деятельности.

В Мордовском государственном университете имени Н. П. Огарева курс дискретной математики, преподаваемый студентам укрупненной группы 09 – Информатика и вычислительная техника, отделен от курса математической логики и теории алгоритмов. Он изучается в течение одного семестра; каждую неделю проводится 1 лекционное и 1–2 практических занятия (в зависимости от конкретного направления подготовки). За это сравнительно небольшое время требуется освоить следующие разделы и подразделы дисциплины:

1. Теория множеств и комбинаторика.
 - 1.1. Множества и операции над ними.
 - 1.2. Бинарные отношения. Отображения.
 - 1.3. Основные понятия комбинаторики.
 - 1.4. Бином Ньютона и его обобщения.
2. Теория графов.
 - 2.1. Введение в теорию графов (основные понятия).
 - 2.2. Топология графов.
 - 2.3. Способы задания графов.
 - 2.4. Циклы и деревья.
 - 2.5. Поиск в глубину и ширину.
 - 2.6. Кратчайший путь во взвешенном графе.
 - 2.7. Транспортные сети.
3. Элементы алгебры.
 - 3.1. Алгебраическая операция на множестве. Группа.
 - 3.2. Кольца и поля.
 - 3.3. Деление целых чисел. Кольца и поля вычетов.
 - 3.4. Кольцо многочленов.
4. Теория кодирования.

- 4.1. Введение в теорию кодирования (основные понятия).
- 4.2. Оптимальное кодирование.
- 4.3. Коды с исправлением ошибок.
- 4.4. Кодирование с целью шифрования.
- 4.5. Кодирование с целью сжатия данных.

Помимо сжатых сроков обучения, в преподавании дискретной математики (и не только ее) имеется следующая проблема.

На практических занятиях студент является активным «соучастником» происходящего: решает задачи индивидуально или выполняет задания в составе микрогруппы из 3–6 человек. Между такими микрогруппами можно устраивать соревнования; элемент состязательности делает учебный процесс более живым.

Но глубокое усвоение предмета невозможно без проработки теоретического материала. Российская традиция преподавания математики студентам (в т.ч. будущим инженерам) предполагает, что необходимо устанавливать взаимосвязи между различными понятиями и утверждениями курса, а не ограничиваться его алгоритмической составляющей: информация «know why» («знаю, почему») не менее важна, чем «know how» («знаю, как»). Понятно, что в учебной аудитории такой анализ внутренних и внешних взаимосвязей предмета проводится, главным образом, на лекциях. Однако такие занятия представляют собой, по сути, монолог преподавателя, а роль студентов в значительной степени пассивна. Многие студенты, в особенности на младших курсах обучения, не умеют конспектировать лекции, выделяя суть материала. Из-за необходимости воспринимать информацию, однообразную по форме подачи, внимание слушателей может рассеиваться.

Проблему наглядности и даже красочности изложения могла бы решить замена классических лекций «с мелом и доской» на компьютерные презентации, но такой подход сталкивается с существенным возражением. Преподаватель на лекции по математике не просто излагает материал – он *рассуждает*, ибо математика – это знание *выводимое*. Известное высказывание Н. Бурбаки гласит: «Со времен древних греков говорить “математика” – значит говорить “доказательство”». Опыт показывает, что студенты гораздо яснее и глубже воспринимают математические рассуждения, если соответствующие выкладки постепенно выписывать на доске (тем самым взаимодействуя с аудиторией), а не выводить на проекционный экран.

Итак, лекционные занятия необходимы, но оба способа чтения лекций не свободны от недостатков. Чтобы ликвидировать пробелы в восприятии теоретического материала (недостаточная наглядность при традиционном способе чтения лекций и фрагментарность рассуждений при использовании презентаций), студент вынужден интенсивно прорабатывать этот материал вне аудитории. Именно для электронной поддержки самостоятельной работы студента и предлагается использовать систему Math-Bridge.

Возможности системы Math-Bridge для создания лекционного курса дискретной математики

Идеология обсуждаемой LMS состоит в том, что любой учебный курс собирается из большого количества элементарных учебных объектов (определений, теорем, следствий и т.д.) подобно тому, как здание строится из кирпичей. Функции создателя курсов и создателя конкретных учебных объектов разделены [4]. Соответственно, Math-Bridge предоставляет пользователям два принципиально разных способа организации учебных объектов:

Коллекция – объединение разнородных объектов на локальном сервере по тематическому, авторскому или иному признаку. Например, может быть

создана коллекция учебных объектов по дискретной математике, создателями которых являются преподаватели МГУ им. Н. П. Огарева. Этот способ ориентирован на авторов учебного контента и не предполагает выстраивания учебных объектов в некоторую последовательность, удобную для изучения и преподавания предмета;

Книга. В отличие от предыдущего, этот способ организации ориентирован на взаимодействие «студент – учебный курс» и «преподаватель – учебный курс». Книга в Math-Bridge представляет собой иерархическую структуру: она делится на главы, те, в свою очередь, на подглавы, которые разбиваются на страницы. Наконец, на страницах можно размещать учебные объекты из учебных коллекций, используя для этого средства поиска, предусмотренные в Math-Bridge, и технологию drag-and-drop.

Разработчику курса более интересен именно «книжный» способ организации контента. Каждая глава книги отвечает одному разделу дисциплины, каждая подглава примерно соответствует одной лекции (так, суммарное количество перечисленных выше подразделов курса дискретной математики равно 20, а количество лекций, отводимых на их изучение, – 18). Отдельная страница представляет собой один из вопросов (микротему), рассматриваемый на лекции.

Имеет смысл начинать проектирование курса именно с составления максимально подробного плана, который содержал бы перечень всех его глав, подглав и страниц. Разумеется, подобную работу обязан проводить и автор любого текста, имеющего традиционную структуру [6]. Но автор «бумажного» учебного пособия или научной статьи по математике может надеяться, что «кривая вывезет», а часть структуры текста будет придумана непосредственно в процессе его написания. Напротив, важным этапом создания курса в Math-Bridge служит поиск уже готовых учебных объектов; этот процесс весьма затруднится, если не иметь четкого представления о предмете поиска. Поэтому в идеале в плане курса должны быть перечислены и все учебные объекты, которые автор планирует разместить на каждой из страниц своего произведения.

К примеру, подглава 1.1 «Множества и операции над ними» курса дискретной математики содержит страницу «Понятие множества». На этой странице планируется разместить следующие 10 учебных объектов:

- Множество (два объекта: определение + пример);
- Элемент множества (определение + пример);
- Множества равные (определение + пример);
- Множество пустое (определение);
- Множество универсальное (определение);
- Булеан множества (определение + пример).

Как уже было сказано, Math-Bridge позволяет создавать учебные объекты разных типов. Для электронной поддержки лекций применяются статические (не изменяющиеся) учебные объекты: теоремы, доказательства, примеры, определения, заметки. Разделение материала на элементарные составляющие позволяет лицу, создающему курс, включить в книгу объект-формулировку теоремы, созданную одним автором, объект-доказательство позаимствовать у другого автора, а объект-пример – у третьего. Если же автор предпочитает создавать весь контент самостоятельно, можно рекомендовать использовать одни и те же названия для различных объектов, относящихся к одной и той же микротеме; это облегчает дальнейший поиск созданных объектов. Так, можно создать описание метода «Алгоритм Дейкстры», пример «Алгоритм Дейкстры» и заметку «Алгоритм Дейкстры» (она может содержать информацию о том, как данный метод соотносится с другими поисковыми алгоритмами на графах). Противоречия и нарушения целостности данных при этом не происходит, поскольку на локальном сервере каждый учебный объект Math-Bridge имеет свой уникальный идентификатор (ID),

включающий большое число символов. Так, описание алгоритма Дейкстры, размещенное на сервере Мордовского государственного университета, имеет следующий ID: [mbase://publish_collection/syromyasovao-ppmethod-1471099994739/syromyasovao-ppmethod-1471099994739](https://publish_collection/syromyasovao-ppmethod-1471099994739/syromyasovao-ppmethod-1471099994739).

Другим приемом, который может несколько сократить суммарное время создания учебных объектов, служит разработка объектов-примеров, иллюстрирующих сразу несколько определений. Так, понятия «множество» и «элемент множества» можно подкрепить одним и тем же примером.

Как и другие средства разработки электронного контента, Math-Bridge позволяет внедрять в создаваемые объекты графическую информацию. Это придает изложению столь необходимую наглядность (рис. 1).

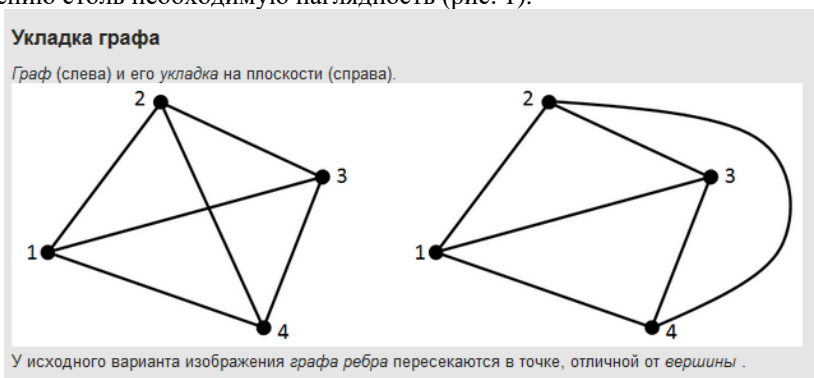


Рис. 1. Пример «Укладка графа» в Math-Bridge

Узкое место электронных учебных курсов по математике – необходимость внедрения в текст большого количества формул. В Math-Bridge эта проблема решена двояко. Во-первых, он обладает встроенным редактором формул Wiris. Во-вторых, система позволяет набирать формулы в формате LaTeX и сохранять их в виде графических объектов.

Тем самым, система управления обучением Math-Bridge предоставляет все необходимые средства для набора и иллюстрирования математических текстов, а также для создания учебных курсов достаточно сложной структуры.

Использование возможностей Math-Bridge для создания упражнений

Не менее важными представляются возможности системы в области создания упражнений – динамических учебных объектов, напрямую взаимодействующих с пользователем и изменяющихся в ходе этого взаимодействия.

Упражнения могут быть объединены в тест и использованы для рубежного контроля знаний. Помимо книги курса, можно создать и книгу теста. Преподаватель имеет возможность назначить тест той или иной студенческой группе, указать дату и время его выполнения и проконтролировать результат. Помимо этого, упражнения могут включаться в книги курса наряду со статическими учебными объектами. Такие упражнения, размещенные на страницах после определений, теорем и примеров, выполняют не контролирующую, а тренировочную функцию.

Использование Math-Bridge при создании динамического учебного контента подробно описано в [3]. Отметим лишь две важные черты таких объектов.

Во-первых, проектируя упражнение, автор создает блок-схему, описывающую взаимодействие учебного объекта с пользователем. Сложность этой

Заключение

Как следует из вышесказанного, система управления обучением Math-Bridge обладает весьма широкими возможностями и может быть с успехом использована для электронной поддержки курса дискретной математики (равно как и многих других математических курсов). К сильным сторонам Math-Bridge следует отнести возможности иерархической организации учебного материала, создания учебных объектов разных типов и внедрения в текст формул и графических объектов, что обеспечивает изложению требуемую иллюстративность. Полезным с точки зрения контроля знаний и умений студентов является создание тестов, также предусмотренное в системе.

Конечно, Math-Bridge, как и любая другая система управления обучением, не является панацеей, но в сочетании с традиционными формами и методами обучения может быть весьма эффективен.



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. Захарова И. В. Проект MetaMath программы Темпус: применение современных образовательных технологий для совершенствования математического образования в рамках инженерных направлений в российских университетах / И. В. Захарова, О. А. Кузенков, И. С. Солдатенко // Сб. избр. тр. IX-й Междунар. науч.-практ. конф. «Современные информационные технологии и ИТ-образование». – М., 2014. – С. 159–171.
2. Захарова И. В. Отечественные стандарты высшего образования: эволюция математического содержания и сравнение с финскими аналогами / И. В. Захарова, А. О. Сыромясов // Вестник Тверского университета. Серия «Педагогика и психология». – 2016. – N 2. – С. 170–185.
3. Медведева С. Н. Разработка динамических учебных объектов в интеллектуальной системе онлайн обучения математике Math-Bridge / С. Н. Медведева // Образовательные технологии и общество. – 2016. – Т. 19. – №3. – С. 522–543.
4. Новикова С. В. Особенности создания учебных объектов в интеллектуальной системе обучения математике Math-Bridge / С. В. Новикова, Н. Л. Валитова, Э. Ш. Кремлева // Образовательные технологии и общество. – 2016. – Т. 19. – №3. – С. 451–462.
5. Сосновский С. А. Информатизация математической компоненты инженерного, технического и естественнонаучного обучения в рамках проекта MetaMath / С. А. Сосновский, А. Ф. Гиренко, И. Х. Галеев // Образовательные технологии и общество. – 2014. – Т. 17. – №4. – С. 446–457.

6. Халмош П. Как писать математические тексты / П. Халмош // Вестник молодых ученых. Серия «Прикладная математика и механика». – 2003. – №1. – С. 3–18.
7. Tampere University of Technology. Study Guide for Degree Students 2013–2014. – Tampere : Juvenes Print, 2013. – 91 p.