

ИМИТАЦИОННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНАМ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

В инженерном образовании, в том числе, при подготовке специалистов для аэрокосмической отрасли, осуществляется переход на образовательные стандарты нового поколения, включающие усиленные квалификационные требования на основе компетентностной модели.

Согласно этим стандартам, высшее учебное заведение обязано обеспечить гарантию качества подготовки, в том числе, путем разработки объективных процедур оценки уровня знаний и умений обучающихся, компетенций выпускников.

Оценка качества освоения основных образовательных программ (ООП) подготовки специалистов должна включать текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся, причем конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний по каждой дисциплине, в том числе, тесты и методы контроля, разрабатываются вузом самостоятельно [1].

При разработке оценочных средств для контроля качества изучения модулей, дисциплин, практик должны учитываться все виды связей между включенными в них знаниями, умениями, навыками, позволяющие установить качество сформированных у обучающихся компетенций по видам деятельности и степень общей готовности выпускников к профессиональной деятельности [2].

Таким образом, возникает насущная необходимость в разработке новых методов и средств контроля знаний, соответствующих указанным требованиям.

Современные тенденции развития высшего образования связаны с расширенным использованием информационных технологий. Большое значение придается интерактивности учебного процесса, применению мультимедийных и гипертекстовых средств, внедрению различных форм компьютерного обучения и автоматизированного интеллектуального контроля знаний.

Информационный подход позволяет формализовать процесс обучения, построить его модель, обоснованно возложить часть его операций и функций на компьютерное обеспечение.

Метод имитационного тестирования знаний основан на кибернетической компьютерной технологии обучения [3], разработанной на кафедре «Математическая кибернетика» Московского авиационного института.

Согласно этой теории, обучение представляет собой информационный процесс формирования знаний у субъекта обучения под управлением учителя, состоящий из операций, совокупности которых образуют этапы обучения.

Цель каждого этапа – формирование определенной профессиональной компетенции или уровня знания.

Семантической моделью предметной области называют формальное представление её смыслового содержания на заданном уровне знания (в аспекте определенной компетенции).

Таким образом, обучение можно представить как перенос семантических моделей предмета из сознания учителя или информационного пространства в сознание обучаемого.

Формально, процесс обучения является управляемым процессом, целью управления в котором является обучение, декомпозированное на дерево целей, входом – модель требуемых знаний с деревом целей в качестве компонента, выходом – модель текущих знаний обучаемого.

Контроль знаний, таким образом, представляет собой сравнение модели требуемых знаний с моделью текущих знаний студента и обеспечивает оценку достигнутых знаний и организацию обратных связей в процессе обучения.

В традиционных методах обучения процесс контроля знаний осуществляет преподаватель. Модель текущих знаний студента формируется в его сознании на основе сравнения результатов выполнения студентом учебных заданий с правильными результатами, соответствующими модели требуемых знаний, сформированной также в его сознании.

Метод имитационного тестирования основан на идее автоматизации контроля знаний путем имитации его действий по формированию и сравнению указанных семантических моделей и состоит из трёх этапов.

На первом этапе с помощью программного интерфейса (диалогового, командного, визуального – зависит от реализации) преподаватель осуществляет построение модели требуемых знаний, включающей структурную модель предмета в совокупности с деревом целей.

Структурная модель предмета представляет собой подробное оглавление (дерево учебного курса), содержащее разделы, темы и параграфы курса.

Терминальными узлами этого дерева являются вопросы-задания, каждый из которых, помимо фактуальной информационной составляющей (постановка задачи, исходные данные, параметры задачи, шаги решения, правильный ответ или способ его нахождения, подсказки и справочная информация), имеет и определенное целевое назначение, выражающееся в фактической проверке владения информацией, её понимания, заданного умения или навыка.

Таким образом, семантическая модель требуемых знаний позволяет в одной иерархической конструкции отобразить структуру дисциплины и цели, которые должны быть достигнуты в процессе обучения.

На втором этапе метода имитационного тестирования с помощью того или иного программного интерфейса преподаватель осуществляет формирование модели тестирования, включающей структурные модели тестов в совокупности с настройками тестов и их компонентов и списками решающих правил.

Структурная модель теста задается набором компонентов, каждый из которых включает множество вопросов из модели требуемых знаний.

Каждому компоненту ставится в соответствие список решающих правил, определяющих алгоритм перехода от данного компонента к следующему в процессе тестирования.

Таким образом, модель тестирования задаёт как информационную структуру тестов, так и алгоритмическую схему контроля знаний.

Подробное описание формальной модели тестирования дано в работе [4].

На третьем этапе метода имитационного тестирования, возможно без участия преподавателя, происходит процесс автоматизированного тестирования, в котором осуществляется автоматическое построение модели текущих знаний студента, выработка оценки и рекомендаций, как для студента, так и для преподавателя.

Структурно модель текущих знаний соответствует дереву целей в модели требуемых знаний, т.е. она включает фактическую информацию об уровне знаний или профессиональной компетенции, полученную на основе анализа выполнения студентом вопросов-заданий в процессе тестирования.

Механизм генерации вопросов в процессе тестирования и методика оценивания результатов подробно описаны в работе [5].

Компьютерное представление семантических моделей зависит от программной реализации метода имитационного тестирования и может иметь вид базы данных или базы знаний в совокупности с управляющей программой, оперирующей заданными наборами решающих правил.

Компьютерная реализация описанного метода имитационного тестирования знаний базируется на современных принципах разработки программного обеспечения и пользовательских интерфейсов.

В процессе подготовки к её разработке был проведен обзор существующих программных средств создания тестов, проанализированы их достоинства и недостатки. На основе этого анализа, с учетом запросов и рекомендаций преподавательского состава кафедры «Математическая кибернетика» МАИ были выработаны требования к структуре и функциональности разрабатываемого комплекса программных средств имитационного тестирования знаний [6].

Подробное описание процесса разработки, состава и возможностей данной компьютерной среды выполнено в работах [4] и [5].

В настоящее время ведётся разработка новых версий программ в целях улучшения их пользовательских качеств, в частности, добавления функциональных возможностей, повышения надежности и производительности, оптимизации пользовательского интерфейса.

Далее опишем результаты построения в этой компьютерной среде семантических моделей для конкретных предметных областей инженерного образования.

Кафедра математической кибернетики, помимо подготовки специалистов по прикладной математике, осуществляет обучение студентов большинства факультетов МАИ фундаментальным математическим дисциплинам общеобразовательного и профессионального циклов.

В рамках апробации метода имитационного тестирования и внедрения соответствующей компьютерной среды в процесс обучения разработаны системы тестирования для промежуточного и итогового контроля знаний по следующим дисциплинам: «Математический анализ» (1 курс), «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения», «Теория функ-

ций комплексного переменного и операционное исчисление», «Теория игр». Кроме того, разработана система тестирования для входного контроля знаний абитуриентов по теме «Элементарная математика».

В процессе этих работ построены семантические модели каждой предметной области, включающие полный набор вопросов-заданий по всем темам и разделам данных учебных курсов.

Так, например, семантическая модель требуемых знаний по дисциплине «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» содержит 138 типовых вопросов-заданий по 11 главам учебного курса. Постановки задач большинства заданий содержат числовые параметры, генерируемые случайным образом в процессе тестирования. Часть заданий содержит мультимедийные фрагменты и графические образы.

Семантическая модель требуемых знаний по дисциплине «Математический анализ» содержит 229 вопросов-заданий по 9 главам первого года обучения.

Постановки задач включают открытую форму вопроса (ввод ответа), единственный и множественный выбор из альтернатив, задания на установление соответствия, задачи на составление формул, комбинированные задания с пошаговым контролем.

Разработаны отдельные тесты по каждой дидактической единице курса, 4 контрольных работы в рамках текущего контроля знаний, а также итоговые тестирования по каждому семестру.

Семантические модели остальных дисциплин проработаны так же детально, они включают как теоретические вопросы, целевым назначением которых является проверка уровня владения информацией и понимания информации, так и практические задания, целью которых является проверка умений и навыков решения типовых и прикладных задач по каждому предмету.

Состав тестов включает линейные тесты с жестко фиксированной структурой, имитирующие контрольную работу, адаптивные тесты с ветвлениями в зависимости от ответа тестируемого, тесты для самоконтроля с подсказками, а также тесты, имитирующие очный экзамен с возможностью ответа на дополнительные вопросы для повышения отметки.

Разработанные системы тестирования успешно используются в учебном процессе с весеннего семестра 2010 года.

Предложенный и реализованный метод имитационного тестирования знаний решает сразу несколько задач и проблем современного обучения.

В условиях нехватки кадров квалифицированного преподавательского состава и увеличения среднего возраста преподавателей, крайне важно сохранить накопленный годами опыт и выработанные методики обучения.

Благодаря предложенному подходу образовательное учреждение получает возможность сохранения целостной структуры учебной программы и её адаптации к динамичным требованиям компетентностной модели специалиста.

Построенную изначально модель требуемых знаний можно непрерывно совершенствовать на основе знаний и опыта коллектива преподавателей, требо-

ваний государственных стандартов, межвузовского взаимодействия, диалога с предприятиями отрасли и обратной связи с обучаемыми.

Кроме того, путем расширения такой модели за счёт добавления текстовой и мультимедийной информации по учебной дисциплине, возможно создание компьютерных курсов для дистанционного обучения.

Автоматизированный контроль знаний, в соответствии с рекомендациями новых образовательных стандартов [1, 2], позволяет перераспределить учебную нагрузку, путем перенесения совокупности мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации на внеаудиторное время, уменьшить соответствующую нагрузку преподавателей и за счет этого увеличить удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах в сочетании с внеаудиторной работой студентов.

Использование компьютерных интерактивных средств повышает вовлеченность студентов в процесс обучения и стимулирует их самостоятельную работу.

Вырабатываемые в процессе имитационного тестирования модели текущих знаний являются объективными и наглядными показателями уровня знаний и качества обучения, как для студентов, так и для преподавателей и администрации вуза.

Компьютерная среда имитационного тестирования позволяет накапливать, систематизировать, обрабатывать и анализировать данные по индивидуальной и групповой успеваемости, формировать отчетность и рекомендации для адаптивного управления процессом обучения.

Литература

1. *Геращенко А.Н.* и др. Проект ФГОС ВПО по специальности «Самолето- и вертолётостроение». — <http://mon.gov.ru/pro/fgos/vpo/pv160101s.pdf> — 09.11.2009.
2. *Геращенко А.Н.* и др. Проект ФГОС ВПО по специальности «Проектирование авиационных и ракетных двигателей». — <http://mon.gov.ru/pro/fgos/vpo/pv160701s.pdf> — 09.11.2009.
3. *Семенов В.В.* и др. Компьютерные технологии в дистанционном обучении. // Новые информационные технологии в образовании; Вып. 12. — М.: НИИВО, 1997. — 64 с.
4. *Сологуб Г.Б.* Компьютерная среда создания систем имитационного тестирования знаний // Электронный журнал «Труды МАИ» — 2010. — №38. — <http://www.mai.ru/science/trudy/>.
5. *Сологуб Г.Б.* Разработка системы имитационного тестирования // Вестник Московского авиационного института. — 2009. — Т. 16, № 2. — С. 28–33.
6. *Сологуб Г.Б.* Принципы создания компьютерной среды для имитационного тестирования квалификационных характеристик персонала в области проектирования ракетно-космических систем // Электронный журнал «Труды МАИ» — 2010. — №37. — <http://www.mai.ru/science/trudy/>.