

Экспертная система оценки знаний студентов по дисциплине «Системы реального времени»

Применение экспертных систем в образовании – актуальная задача, поскольку и оценка достижений обучающихся, и адаптивность обучающих технологий под индивидуальные особенности обучающихся и оценка качества измерительных материалов являются задачами, которые невозможно решить в рамках детерминированного подхода.

Ключевые слова: экспертная система, контроль знаний, тесты, тестирование.

EXPERT SYSTEM FOR THE STUDENTS' KNOWLEDGE IN THE DISCIPLINE OF "REAL-TIME SYSTEMS"

The use of expert systems in education is an urgent task, because the evaluation and achievements of students, educational technology and adaptability to the individual characteristics of students and quality assessment of test materials is a task that can not be solved within the framework of the deterministic approach.

Keywords: expert system, test, testing.

Экспертные системы и системы реального времени на сегодняшний день являются перспективным направлением развития информационных систем. Динамические экспертные системы позволяют решать задачи в условиях, изменяющихся во времени. Программные средства, базирующиеся на технологии экспертных систем, уже давно доказали свою эффективность. Экспертные системы – один из немногих видов систем искусственного интеллекта, которые получили широкое распространение и нашли практическое применение. В настоящее время такие системы активно внедряются в различные сферы человеческой деятельности. Существуют экспертные системы по военному делу, геологии, инженерному делу, информатике, космической технике, математике, медицине, метеорологии, промышленности, сельскому хозяйству, управлению, физике, химии, электронике, юриспруденции и т.д. Экспертные системы являются первым шагом в практической реализации исследований в области искусственного интеллекта [1].

Отдел акустики океана Тихоокеанского океанологического института им. В. И. Ильичёва ДВО РАН ведёт комплексные теоретические и экспериментальные исследования акустических полей океана. Целью таких исследований является обнаружение и изучение разномасштабных естественных и искусственных неоднородностей морской среды. При проведении экспериментальных работ для измерения океанологических и гидроакустических параметров применяются информационные измерительные системы, работающие в режиме реального времени. Разработка таких систем является сложной и актуальной задачей, решение которой позволяет осуществлять мониторинг океанической среды в течение длительного периода времени с адаптивной настройкой параметров измерения.

Поэтому при подготовке будущих специалистов-исследователей, которые проходят обучение на базовых кафедрах Морского государственного университета, особое внимание уделяется учебному кур-

су «Системы реального времени (СРВ)».

В статье представлена разработка экспертной системы оценки знаний студентов по дисциплине «Системы реального времени», которая обеспечивает:

- возможность проведения текущего и рубежного контроля знаний в форме тестирования;
- комплексную оценку знаний по предмету;
- мониторинг процесса тестирования;
- всесторонний анализ результатов тестирования.

Контроль знаний может проводиться в разных режимах как для группы студентов, так и индивидуально. В процессе тестирования экзаменуемому предоставляется возможность самому выбрать порядок и уровень сложности тестовых вопросов. Первичные результаты отражаются в рабочем окне по завершении сеанса тестирования, отчёты о сеансах сохраняются в системе и могут быть использованы в дальнейшем как для оценки подготовки отдельного обучающе-



Ольга Сергеевна Громушова,

к.т.н., снс

Тел.: (423)231-25-97

Эл. почта: gromashova@poi.dvo.ru

Федеральное государственное

бюджетное учреждение науки

Тихоокеанский Океанологический

институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН

www.poi.dvo.ru

Olga S. Gromashova,

Candidate of Technical Sciences, Senior

Researcher

Тел.: (423)231-25-97

gromashova@poi.dvo.ru

V.I.Ilichev Pacific Oceanological

Institute

www.poi.dvo.ru



Инна Александровна Щербинина,

к.п.н., декан Физико-технического

факультета,

Тел.: (423)230-12-57 доб. 55-57

Эл. почта: shcherbinina@msun.ru

Федеральное государственное

бюджетное образовательное

учреждение Морской государственный

университет им. адм. Г.И.Невельского

www.msun.ru

Inna A. Shcherbinina,

candidate of pedagogical Sciences, dean

of Physics and Technology Department,

Тел.: (423)230-12-57 доб. 55-57,

shcherbinina@msun.ru

Admiral GI Nevelskoy Maritime State

University

www.msun.ru

гося, так и для изменения скорости и сложности подачи материала и формирования следующих сеансов аттестации обучающегося по тому же сценарию.

Система проектировалась в течение двух лет при активном участии группы студентов МГУ им. адм. Г. И. Невельского. При изучении дисциплины «Системы реального времени» в качестве практических занятий были подготовлены варианты тестовых вопросов. После пробного тестирования всех студентов курса результаты были проанализированы, отобраны варианты вопросов, отвечающие методологическим концепциям курса «Системы реального времени». Возникла идея создания экспертной системы оценки знаний студентов по дисциплине СРВ с применением клиент-серверной технологии. Был проведен информационный поиск по проблеме использования экспертных систем в преподавании специальных курсов в системе высших учебных заведений, на основе которого была построена логическая модель системы тестирования знаний по СРВ, использующая клиент-серверную архитектуру.

Разработка современных информационных средств эффективного мониторинга знаний студентов принадлежит к разряду инновационных технологий, которые необходимо внедрять в систему вузовского образования [2]. Применение такого рода технологий, которые базируются на применении автоматизированных образовательных систем, повышает качество обучения. Кроме того, учебный процесс становится более эффективным за счёт освобождения преподавателя от рутинной работы.

Первым этапом внедрения автоматизации было создание учебных электронных курсов. Разработка экспертных систем в сочетании с существующим комплексом учебной информации, являются принципиально новым направлением повышения дидактической эффективности образовательного процесса. Они становятся основой программно-методических комплексов управления процессом обучения

и контроля знаний обучающихся. Главная особенность экспертных систем заключается в возможности интеллектуальной поддержки разного уровня подготовленности студентов. Экспертные системы (ЭС) предназначены для того, чтобы сделать для студентов более доступными знания, опыт, навыки и интуицию квалифицированных специалистов.

С использованием ЭС могут решаться различные задачи:

- корректировка процесса обучения (скорости подачи материала, необходимости дополнительных сведений) с учётом индивидуальной подготовленности обучающегося, его индивидуальных особенностей;
- диагностика и прогнозирование качества усвоения предметной информации и формирование изменений в последовательности представления учебного материала;
- поддержание профессионального уровня обучающегося в данной предметной области;
- разработка инструментальных систем.

Одной из форм экспертных систем, нашедших применение в вузовском образовании, являются программы оценки уровня знаний студентов как по различным дисциплинам, так и междисциплинарные.

Таким образом, система компьютерного тестирования – это универсальный инструмент для определения степени усвоения материала студентами на всех уровнях образовательного процесса. Но важно помнить, что тестирование в электронном виде не исключает и не заменяет другие формы контроля качества знаний студентов, а является своеобразным входным контролем подготовки аттестуемого к традиционным формам контроля.

Методология создания тестов требует разработки чёткой структуры курса, выделения основных понятий, определения терминов. Поэтому, первоначально должны быть подготовлены таблицы проверяемых в тестах понятий и тезисов, структурированных по темам и разделам рабочей программы учебной дисциплины. Это стимулирующий аспект в работе преподавателя, обя-

зывающий его к максимально возможной формализации и документированию учебного материала.

Положительными моментами использования компьютерного тестирования для студентов является: приучение студента к регулярному самоконтролю собственных достижений, использование теста в качестве обучающей системы (для отработки отдельных тем, типов задач, подготовки к зачётам и т.д.), освоению компьютера как инструмента учебной деятельности.

Тест по учебной дисциплине представляет собой сформированный в определённой последовательности перечень тестовых заданий, количество, состав и сложность, которых зависит от целей тестирования. При этом на этапах текущего контроля и организации самостоятельной работы студентов тесты должны обладать адаптивностью, позволяющей выделить и локализовать пробелы в знаниях. Технологическая карта теста должна учитывать эти аспекты.

Технология создания теста по учебной дисциплине предполагает несколько последовательных этапов:

- постановка целей и задач учебного курса;
- анализ содержания и систематизация материала учебной дисциплины;
- определение форм и трафика педагогического контроля, соотношение различных форм педагогического контроля;
- определение целей каждого тестирования, включённого в учебный план дисциплины;
- разработка технологической карты теста и её экспертиза;
- разработка множества тестовых заданий для каждой позиции технологической карты;
- экспертиза содержания и формы заданий;
- определение правил адаптации теста с учётом результатов обучающегося;
- формирование конкретного теста для конкретного сеанса аттестации;
- апробация теста;
- определение среднего времени выполнения теста;

– корректировка теста на основании результатов апробации;

– определение и расчёт критериев оценки;

– формирование окончательного варианта теста;

– разработка инструкций для пользователей (преподавателей и студентов).

Дисциплина «Системы реального времени» входит в учебный план подготовки дипломированных специалистов по направлению «Информатика и вычислительная техника» по специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления». Данная дисциплина является одной из базовых и завершающих процесс обучения студентов, специализирующихся в области технологий программирования.

В процессе изучения курса СРВ студенты должны освоить базовые принципы функционирования систем реального времени, используемых в различных системах управления, методы их разработки, способы эффективного применения, особенности построения их программного обеспечения. Дисциплина находится на стыке программирования и администрирования компьютерных систем [3]. Основными задачами дисциплины являются:

- приобретение студентами теоретических знаний по основам построения систем реального времени, в первую очередь операционных систем, обеспечивающих эффективное управление ресурсами;
- получение ими практических навыков по анализу работы компьютерных систем, выбора необходимого режима работы и настройки системы.

В требованиях к уровню освоения дисциплины сказано, что в результате изучения дисциплины студенты должны:

- знать принципы организации вычислительных процессов в цифровых информационно-управляющих системах, работающих в реальном масштабе времени, взаимосвязь программных и аппаратных средств в системах этого класса, методы управления памятью, синхронизации взаимодей-

ствующих процессов, принципы контроля достоверности обработки информации в системах реального времени, основные теоретические методы построения и анализа систем реального времени;

– уметь применять системные средства операционных систем при разработке программ систем реального времени, рассчитывать и анализировать характеристики и показатели эффективности систем реального времени с позиции программиста-аналитика, использовать для программирования алгоритмические языки;

– иметь представление о характеристиках и функциях современных и перспективных операционных систем реального времени, проблемах и тенденциях их развития.

В соответствии с рабочей программой по дисциплине «Системы реального времени» для специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления» были тщательно отобраны вопросы для проверки знаний студентов, которые входят в содержание блока тестирования разрабатываемой экспертной системы.

Вопросы формировались с учётом следующих требований:

- охват всех тем по дисциплине «Системы реального времени», включённых в рабочую программу;
 - подготовка разнородных вариантов ответа на вопрос для однозначности выбора студентом того или иного ответа;
 - точность формулировок вопросов и ответов;
 - применение различных стратегий тестирования: чередование сложных и простых вопросов, увеличение сложности вопросов по мере прохождения теста, формирование теста на основании уже зарегистрированных в системе результатов тестирования.
- Разрабатываемая программа тестирования и оценки знаний студентов является оценочным средством для текущего контроля успеваемости, а также промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Архитектура экспертной системы контроля знаний включает в себя:

- базу знаний;
- базу данных тестовых заданий;
- клиентское приложение проведения сеанса аттестации для студентов;
- клиентское приложение проведения сеанса аттестации для преподавателей.

Разрабатываемая система оценки знаний студентов строится на клиент-серверной архитектуре [5]. Взаимодействие клиентов с сервером происходит в локальной или глобальной сети. Обмен данными между клиентом и сервером реализуется посредством стека протоколов TCP/IP. Для работы с этими протоколами в среде Windows предназначена технология Windows Sockets – программный интерфейс, созданный для реализации взаимодействия приложений в сети на основе протокола TCP/IP.

Для общей синхронизации работы сервис-провайдеров и приложений в WinSock введено понятие объектов событий, которые служат для организации работы, совмещённых по времени процессов информационного обмена. В многозадачных многопользовательских системах стандартные номера портов используются при инициализации процесса. Так как допускается несколько идентичных соединений (например, несколько одновременных сессий FTP) между клиентом и сервером, стандартными номерами портов здесь не обойтись.

В системах, ориентированных на соединение, пара комбинаций IP-адресов и номеров портов однозначно определяет канал связи между двумя процессами в ЭВМ. Такая комбинация называется сокетом (socket). Номера портов могут и совпадать, так как относятся к разным машинам, но IP-адреса должны быть обязательно разными.

При разработке клиентских приложений использовалась парадигма объектного программирования, в которой программа организуется в терминах объектов, включающих в себя данные, методы, свойства. Поведение в этой парадигме организуется путём обособленного функционирования каждого экземпляра объекта и обмена информа-

цией между ними. Объект, получив сообщение, осуществляет его локальную интерпретацию, основываясь на локальных процедурах и данных. Такой подход позволяет описывать сложные системы на более естественным образом.

Для реализации клиентской части системы был выбран язык программирования C++ и объектно-ориентированная парадигма [4]. Кроме того, для разработки использовалась программная платформа .NET Framework, а также сетевой интерфейс Windows Sockets, т.к. система создавалась под операционную систему Microsoft Windows, используемую в компьютерных классах МГУ им. адм. Г.И.Невельского. Средой программирования был выбран Microsoft Visual Studio 2005.

.NET Framework – это программная платформа, выпущенная компанией Microsoft и представляющая совершенно новую модель для создания прикладных приложений как в семействе операционных систем Windows, так и во множестве операционных систем, отличных от Microsoft, таких как Mac OS X и различные варианты Unix/Linux.

Основной идеей при разработке .NET Framework являлось обеспечение свободы разработчика за счёт предоставления ему возможности создавать приложения различных типов, способные выполняться на различных типах устройств и в различных средах. Вторым принципом стало ориентирование на системы, работающие под управлением семейства операционных систем Microsoft Windows.

.NET Framework поддерживает создание программ, написанных на разных языках программирования. Программа для .NET Framework, написанная на любом поддерживаемом языке, сначала переводится компилятором в единый для .NET промежуточный байт-код Common Intermediate Language (CIL). В терминах .NET получается сборка (англ. assembly). Затем код транслируется утилитой в исполняемый код для конкретного целевого процессора.

Приложение Windows Forms представляет собой событийно-ориентированное приложение,

поддерживаемое Microsoft .NET Framework. В отличие от пакетных программ большая часть времени тратится на ожидание от пользователя каких-либо действий, как например, ввод текста в текстовое поле или клика мышкой по кнопке.

Клиентское приложение проведения сеанса аттестации для студентов (файл TestClient.exe) копируется на компьютер каждого студента и там запускается, она предназначена для реализации отдельного сеанса аттестации и обращается к базе данных тестовых заданий.

Клиентское приложение проведения сеанса аттестации для преподавателей (файл TestServer.exe) реализует мониторинг процесса тестирования, а также обработки и статистического анализа результатов тестирования в реальном времени. Программа может быть установлена как на сервере, так и на рабочей станции преподавателя и также обращается к базе данных тестовых заданий.

Клиент-серверная архитектура подразумевает наличие сети. Это значит, что клиенты должны иметь доступ к серверу через локальную или глобальную сеть. В МГУ им. адм. Г.И.Невельского в компьютерных аудиториях развернута единая локальная сеть и поэтому все компьютеры могут осуществлять доступ друг к другу через свои локальные IP-адреса в данной сети. Клиенту для получения доступа к серверу необходим IP-адрес сервера, т.е. IP-адрес компьютера, на котором запущена серверная часть рассматриваемой системы. Узнать IP-адрес можно у системного администратора.

Для работы данной клиент-серверной архитектуры необходимо знать IP-адрес компьютера преподавателя. Компьютер преподавателя может находиться в одной локальной сети вместе с компьютерами студентов либо в глобальной сети Интернет.

Серверная часть программной системы представляет собой базы данных MS SQL Server, в которой хранятся:

- множество тестовых заданий по дисциплине;



Рис. 1. Окно серверного приложения системы тестирования

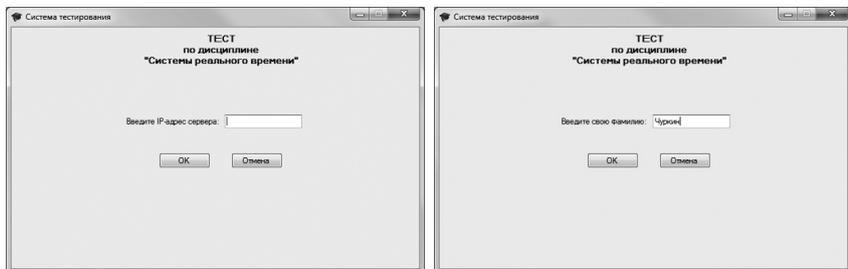


Рис. 2. Окна клиентского приложения

– описание сценариев проведения различных аттестаций (текущего контроля по теме или разделу дисциплины, рубежного контроля);
– результаты проведения аттестаций.

База знаний предназначена для организации адаптивной функции сеанса аттестации, создания теста по выбранному сценарию и проведения контроля качества тестовых заданий. База знаний реализована на языке PROLOG и включает в себя порядка 200 правил. Обращение к ней делается непосредственно из базы данных при решении соответствующих задач. Так, например, при формировании сеанса аттестации решение о включении того или иного вопроса в сеанс принимается на уровне базы знаний с целью формирования как можно более разнообразных вариантов тестов для тестирования одного и того же студента в разное время.

После запуска сервера (файл TestServer.exe) окно данной программы выглядит так, как показано на рис. 1.

Таблица на экране отражает в реальном времени результаты тестирования, в любой момент позволяя экспортировать данные в excel.

В шапке таблицы для отображения данных (рис.1) расположены номера вопросов с правильными вариантами ответов. Первая стро-

ка – номер вопроса, вторая строка – правильный вариант ответа на вопрос. Последние два столбца таблицы – это статистика результатов прохождения тестирования по каждому студенту:

- столбец «OB» – процент вопросов теста, на которые студент уже ответил;
- столбец «POB» – процент вопросов теста, на которые студент ответил правильно;
- строка «ОС» – процент подключённых в данный момент студентов, ответивших на вопрос;
- строка «ПОС» – процент подключённых в данный момент студентов, правильно ответивших на вопрос;
- строка «1» – процент студентов, выбравших первый вариант ответа на вопрос;
- строка «2» – процент студентов, выбравших второй вариант ответа на вопрос;
- строка «3» – процент студентов, выбравших третий вариант ответа на вопрос;

– строка «4» – процент студентов, выбравших четвёртый вариант ответа на вопрос.

В первой колонке в строках таблицы будут отображаться фамилии студентов, а в самих строках – ответы студентов на вопросы теста.

Вид окна клиентской (файл TestClient.exe) программы приведён на рис.2а.

Для подключения к серверу необходимо указать IP-адрес сервера, который сообщает преподаватель.

При удачном соединении на сервере в таблицу добавляется новая пустая строка, в которой вместо фамилии написано «ожидание...». Сервер установил соединение с клиентом и ждёт «авторизации» студента. В клиентском приложении теперь вместо ввода IP-адреса сервера необходимо ввести фамилию студента (рис. 2б).

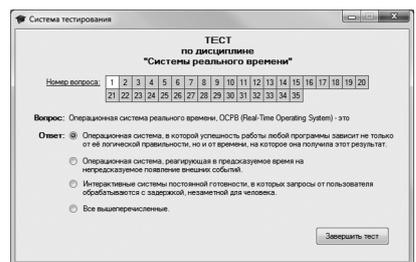


Рис. 3. Окно теста с выбранным ответом

После ввода фамилии и нажатия кнопки «ОК» на сервере в соответствующей строке студента вместо надписи «ожидание...» появится фамилия студента (рис. 2б). В это же время в клиентском приложении отобразится сам тест (рис. 3). Студент может сам выбирать порядок ответа на вопросы, для этого в верхней части экрана доступны кнопки с номерами вопросов. Ответом на вопрос служит выбранный на экране вариант ответа, который тут же отображается на сервере



Рис. 4. Окно сервера с правильным и неверным ответами на вопросы

(рис. 4), цветом отражая правильность сделанного ответа.

Пока студент не завершил тест, он может менять ответы на вопросы. Изменения отображаются на сервере в реальном времени. В любой момент ему доступна кнопка «Завершить тест». Если студент ответил не на все вопросы теста, при нажатии кнопки «Завершить тест» появится сообщение о невозможности завершить тест (рис. 5).

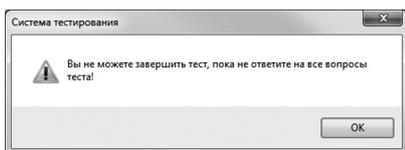
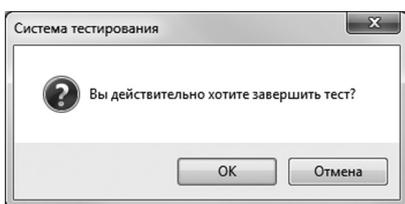
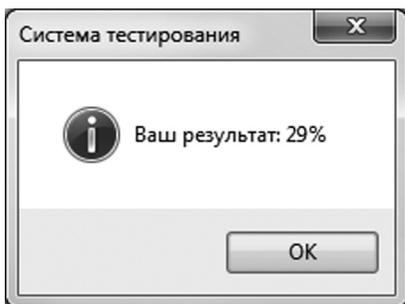


Рис. 5. Сообщение о невозможности завершения теста в текущий момент времени

При нажатии кнопки «ОК», появляется сообщение о результатах теста (рис. 6б), и обновляется информация на консоли преподавателя (рис. 7). По завершении сеанса аттестации у студента появляется возможность увидеть правильные ответы.



а



б

Рис. 6. Сообщения о подтверждении завершения теста и о результате тестирования

При досрочном завершении студентом теста его результаты не учитываются в общей статистике. Импорт результатов тестирования в excel-файл доступен на протяжении всей работы программы. Файл имеет имя TestResults.xlsb и располагается в корне диска C:\. В файл выносятся только сведения о завер-

Рис. 7. Окно сервера с завершившим тест клиентом

шённых сеансах аттестации, а преподавателю выдаётся предупреждение (рис. 8). Вид отчёта в Excel приведён на рис 10. При формировании отчёта в фоновом режиме открывается приложение Microsoft Excel 2010, которое должно быть установлено на компьютере, в нём в автоматическом режиме создается та же таблица, что и в серверном приложении. При закрытии приложения Excel файл будет автоматически сохранен на диске.

Преподаватель многократно может создавать отчёты, но всегда будет перезаписываться один и тот файл TestResults.xlsb на диске C:\.

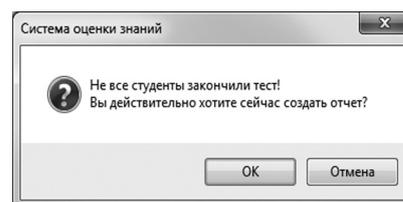


Рис. 8. Сообщение о том, что не все студенты закончили тесты

Рис. 9. Окно программы MS Excel 2010 с отчётом

а

б

Рис. 10. Окна сервера со всплывающими подсказками интерфейса (а) и вопроса (б)

В серверном приложении для удобства используются различные всплывающие подсказки (рис. 10).

Таким образом, представленная в работе экспертная система обеспечивает:

- тестирование, интерактивную оценку знаний по предмету;
- мониторинг процесса тестирования;
- всесторонний анализ результатов тестирования и качества тестовых заданий.

Разработанная система работает в режиме реального времени, т.е. является динамической экспертной системой, решающей динамические задачи анализа.

Обработка и статистический анализ полученных данных позволяет исследовать уровень усвоения предмета и изменять скорость подачи материала. В результате тестирования выявляются наиболее сложные вопросы курса, что позволяет повысить эффективность методических рекомендаций по данному курсу.

Разработанная система прошла апробацию в 2011–2012 учебном году на базе МГУ им. адм. Г.И. Невельского. Анализ результатов применения экспертной системы показал надёжность и устойчивость в эксплуатации, возможность внедрения системы в образовательный процесс. Разработанное программное обеспечение позволяет настроить систему на тестирование практически по любой дисциплине.

Литература

1. *Володин. О.* Экспертные системы / СПб.: БХВ-Петербург, 2011. 441 с.
2. Информационные и коммуникационные технологии в образовании: монография / под. редакцией: Бадарча Дендева – М.: ИИТО ЮНЕСКО, 2013.
3. *Древс Ю.Г.* Системы реального времени: технические и программные средства Учебное пособие / М.: МИФИ, 2010. 320 с.
4. *Потапов В.А.* Язык программирования C++ / СПб.: Невский Диалект, 2010. 394 с.
5. *Кукушкина Л.А.* Клиент-серверное программирование / М.: Мир, 2011. 329 с.