

Интеллектуальная автоматизированная система обучения на основе информационных и интернет-технологий

Предложена функциональная структура интеллектуальной автоматизированной системы обучения (АСО) на основе интернет-технологий и структура комплекса программных средств. Рассмотрены информационно-образовательные и учебно-методические ресурсы системы, реализованные в модульной объектно-ориентированной среде дистанционного обучения (СДО) Moodle. Рассмотрены: опыт создания адаптивной системы тестирования знаний в интеллектуальной АСО и особенности разработки практических заданий с использованием СДО Moodle и технологии Adobe Flash.

Ключевые слова: интеллектуальная автоматизированная система обучения, информационно-образовательные ресурсы, модульная объектно-ориентированная динамическая среда обучения, дистанционное обучение, тестирование знаний, обучение и подготовка специалистов.

THE INTELLIGENT AUTOMATED SYSTEM OF EDUCATION BASED ON INFORMATION AND INTERNET-TECHNOLOGIES

The article proposes functional structure of the intelligent automated system of training on the basis of Internet technologies and the structure of the complex of software tools. We considered the information-educational and educational-methodical resources of the system, implemented in a modular object-oriented environment for distance education (LMS) Moodle. Experience of creation of adaptive systems of testing of knowledge in intellectual LMS and features of development of practical tasks using LMS Moodle and Adobe Flash technology has been discussed.

Keywords: intelligent automated system of training, information and educational resources, modular object-oriented dynamic learning environment, distance learning, testing of knowledge, education and training of engineers.

Введение

Информационные технологии в образовании относятся к важнейшим компонентам современных образовательных систем всех ступеней и уровней подготовки специалистов и реализуемых в них образовательных процессов.

На протяжении последних 30 лет разрабатываются и успешно применяются в учебном процессе автоматизированные системы обучения для подготовки высококвалифицированных специалистов всех отраслей производственной деятельности. Но только в последние несколько лет, благодаря развитию

новых информационных технологий (НИТ), они стали эффективно использоваться как при очной, так и дистанционной и смешанной формах обучения [1–3].

Переход вузов России на ступенчатую систему обучения бакалавров и магистров и проводимые в вузах мероприятия по разработке образовательных программ (ОП) ВО, в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) третьего поколения, открывают широкие возможности для качественно новой организации подготовки выпускников, предпосылками которой могут служить: компетентностный

подход, широкое использование активных и интерактивных форм обучения, новый подход к формулировке требований к содержанию ОП. Поэтому процесс многоуровневой подготовки выпускников необходимо рассматривать с позиции системного подхода как непрерывно развивающуюся и совершенствующую систему.

Вместе с тем принятие нового Федерального закона № 273-ФЗ от 29.12.2012 г. «Об образовании в Российской Федерации» [4], вступившего в силу с 1 сентября 2013 г., наметило более широкие перспективы применения в образовательной деятельности дистан-



Андрей Владимирович Дементиев,
аспирант кафедры
компьютерно-интегрированных
систем в химической технологии
Тел.: (495) 495-21-34
Эл. почта: andrew-arh@mail.ru
Российский химико-технологический
университет им. Д. И. Менделеева
www.muctr.ru

Andrey V. Dementienko,
Post-graduate student of the Department
of computer-integrated systems in
chemical technology
Tel.: (495) 495-21-34
E-mail: andrew-arhan@mail.ru
D. Mendeleyev University of Chemical
Technology of Russia
http://www.muctr.ru



Александр Федорович Егоров,
д.т.н., заведующий кафедрой
компьютерно-интегрированных
систем в химической технологии
Тел.: (495) 495-21-34
Эл. почта: egorov@muctr.ru
Российский химико-технологический
университет им. Д. И. Менделеева
www.muctr.ru

Alexander F. Egorov,
Doctor of Engineering Science, Head of
the Department of computer-integrated
systems in chemical technology
Tel.: (495) 495-21-34
E-mail: egorov@muctr.ru
D. Mendeleyev University of Chemical
Technology of Russia
http://www.muctr.ru

ционных образовательных технологий и электронного обучения.

Так, в соответствии со ст. 16.3 «Организации, осуществляющие образовательную деятельность, вправе применять электронное обучение, дистанционные образовательные технологии при реализации образовательных программ в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования»;

со ст. 13.2 «При реализации образовательных программ используются различные образовательные технологии, в том числе дистанционные образовательные технологии, электронное обучение»;

со ст. 18.9 «При реализации профессиональных образовательных программ используются учебные издания, в том числе электронные, определенные организацией, осуществляющей образовательную деятельность».

Все эти новые веяния в законодательной системе, а также специфика подготовки химиков-технологов [3] ставят целью создание качественно новой системы подготовки и переподготовки кадров для предприятий химической промышленности с использованием новых доступных и открытых ресурсов и форм обучения, которыми и являются автоматизированные системы обучения (АСО).

1. Цели, задачи и особенности создания интеллектуальной АСО

Целью применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий образовательной организацией является обеспечение доступности образования, повышение его качества.

Функционально АСО должны быть ориентированы на предоставление обучаемым определенного объема знаний, навыков и умений, а также на контроль результатов обучения [3, 5].

Несмотря на разнообразие систем дистанционного обучения в

России [6–12], ни одну из них нельзя назвать интеллектуальной АСО, которая могла бы быть адаптирована к изменяющимся требованиям ФГОС, т.е. структура, которой будет не жесткой, а гибкой. Это и является недостатком всех рассмотренных в работе систем дистанционного обучения (СДО). Но в то же время во всех системах имеется возможность изучения материала по выбранной теме, прохождения тестирования по курсам и по проблемной тематике. Предусмотрена возможность промежуточного и итогового контроля знаний. Большинство курсов рассмотренных систем разработаны в международном стандарте SCORM (Sharable Content Object Reference Model – Стандартная модель контента с возможностью совместного редактирования). Во всех системах существует возможность индивидуального темпа усвоения знаний.

Широкие возможности по планированию изучения отдельных дисциплин по различным видам занятий предоставляет система дистанционного обучения Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment – Модульная объектно ориентированная динамическая среда обучения) [3, 13]. Она ориентирована на преподавателей без глубоких знаний программирования и администрирования.

Вместе с тем совершенствование образовательных стандартов предполагает расширение практики внедрения дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ любых уровней обучения, форм получения образования и любых видов занятий. В этой связи быстрая адаптация существующих информационно-образовательных ресурсов, разработка и реализация новых является актуальной задачей. Кроме того, современный уровень внедрения дистанционных образовательных технологий предполагает как традиционную организацию обучения студентов в группах, объединяемых при необходимости в потоки, так и совершенствование индивидуальных траекторий (программ) обучения студентов.



Лина Александровна Запасная,
аспирант кафедры компьютерно-интегрированных систем в химической технологии
Тел.: (495) 495-21-34
Эл. почта: li1988na@mail.ru
Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева
www.muctr.ru

Lina A. Zapasnaya,
Post-graduate student of computer-integrated systems in chemical engineering
Tel.: (495) 495-21-34
E-mail: li1988na@mail.ru
D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia
http://www.muctr.ru



Сергей Александрович Никитин,
аспирант кафедры компьютерно-интегрированных систем в химической технологии
Тел.: (495) 495-21-34
Эл. почта: serij-nik@mail.ru
Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева
www.muctr.ru

Sergey A. Nikitin,
Post-graduate student of the Department of computer-integrated systems in chemical technology
Tel.: (495) 495-21-34
E-mail: serij-nik@mail.ru
D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia
http://www.muctr.ru

Новые возможности для этих целей появились и в последней версии Moodle (2.6.1+) [13].

Помимо этого, в стандартах нового поколения большое внимание уделяется компетенциям выпускников, формируемым в процессе изучения совокупностей дисциплин гуманитарного и социально-экономического, естественно-научного и математического и профессионального циклов дисциплин, установленным основными образовательными программами различных направлений и профилей. В этой связи в процессе обучения бакалавров и специалистов по различным направлениям и профилям появляются неопределенности в знаниях, умениях, навыках, компетенциях выпускников, поступающих на следующую ступень обучения в магистратуру/аспирантуру [3, 14].

Эти неопределенности должны быть выявлены на стадии разработки и реализации ОП и создания интеллектуальной автоматизированной системы обучения, направленной на анализ и обработку информации и установление степени соответствия специальности выпускника предыдущего уровня обучения – «абитуриенту» последующего уровня, а также выработки рекомендаций по использованию информационно-образовательных ресурсов (ИОР) системы для более быстрой адаптации в новой предметной области и приобретения новых знаний, умений, навыков и компетенций.

Поэтому, наряду с традиционными задачами [5] создания междисциплинарной АСО для подготовки выпускников инженерной направленности, необходима разработка и реализация интеллектуальных методов обработки информации и реализация алгоритмов гибкого планирования процесса обучения на всех стадиях подготовки выпускника и адаптации к изменяющимся требованиям ФГОС.

На основе проведенного анализа определены недостатки существующих систем обучения, к которым относятся: полное соответствие типовой учебной программы учебной дисциплине без возможности быстро адаптироваться к из-

меняющимся требованиям ФГОС; практическое отсутствие таких систем и методов их разработки; теоретические трудности в построении интеллектуальных обучающих систем, основанных на знаниях опытных специалистов; трудности выявления экспертных знаний.

Проведен анализ существующих методов и подходов к созданию интеллектуальных АСО [14–16]. В результате определены перспективные методы создания таких систем и требования к создаваемой интеллектуальной АСО:

- интеллектуальность – реализация АСО на базе методов искусственного интеллекта;
- способность адаптироваться к изменяющимся требованиям ФГОС;
- общедоступность создаваемых учебно-методических комплексов, автоматизированных лабораторных комплексов и систем удаленного доступа, интегрированных банков тестовых заданий и новых средств обучения.

2. Функциональная структура интеллектуальной АСО и структура комплекса программных средств системы

В соответствии с поставленными задачами и требованиями к создаваемой системе разработана функциональная структура интеллектуальной АСО. Разрабатываемая с позиции системного анализа интеллектуальная междисциплинарная АСО является развитием разработанной ранее базовой версии автоматизированного лабораторного комплекса (АЛК) [17], междисциплинарной АСО на основе технологии MediaWiki [18], подробно рассмотренных в [3]. В интеллектуальной междисциплинарной АСО реализовано расширение функций, междисциплинарных взаимосвязей, интеллектуальных методов обработки информации.

Функциональная структура и основные функции интеллектуальной междисциплинарной АСО представлены на рис. 1. Она включает учебно-методический блок,



Татьяна Вадимовна Савицкая,

д.т.н., профессор кафедры
компьютерно-интегрированных
систем в химической технологии

Тел.: (495) 495-21-34

Эл. почта: savitsk@muctr.ru

Российский химико-технологический
университет им. Д. И. Менделеева

www.muctr.ru

Tatiana V. Savitskaya,

Ph.D. Professor of the Department of
computer-integrated systems in chemical
technology

Тел.: (495) 495-21-34

E-mail: savitsk@muctr.ru

D. Mendeleyev University of Chemical

Technology of Russia

http://www.muctr.ru

предназначенный для организации процесса обучения и контроля знаний, путем предоставления образовательных материалов, учебно-методических комплексов (УМК), банков тестовых заданий и программно-аппаратный блок, предназначенный для организации и управления информацией в системе, создания баз данных и баз знаний, интеллектуального анализа и обработки информации.

В состав АСО входят следующие виды ресурсов, необходимые для изучения каждой дисциплины: информационно-образовательные; учебно-исследовательские; информационно-методические (учебно-методические комплексы дисциплин и процессов).

Кроме того, в состав интеллектуальной АСО входят интеллектуальные методы обработки информации (методы обработки экспертных знаний, нечеткой логики, адаптивного тестирования), предназначенные для оценки сложности тестовых заданий и анализа и обработки информации по сово-

купности дисциплин в рамках ОП одного и/или различных направлений и профилей подготовки выпускников для проведения системного анализа уровня их подготовки для обучения на следующих ступенях. Некоторые из полученных результатов опубликованы в [3, 14].

В целом структура интеллектуальной АСО является открытой, гибкой, модульной. Она предусматривает возможность расширения как функциональных возможностей, так и информационного наполнения. Эти качества системы позволяют быстро и эффективно реализовать гибкую перенастройку и адаптацию реализованных в ней различных видов информационно-образовательных, учебно-исследовательских и информационно-методических ресурсов в зависимости от требований подготовки химиков-технологов по различным направлениям, специальностям и программам.

В соответствии с функциональной структурой интеллектуальной междисциплинарной АСО разрабо-

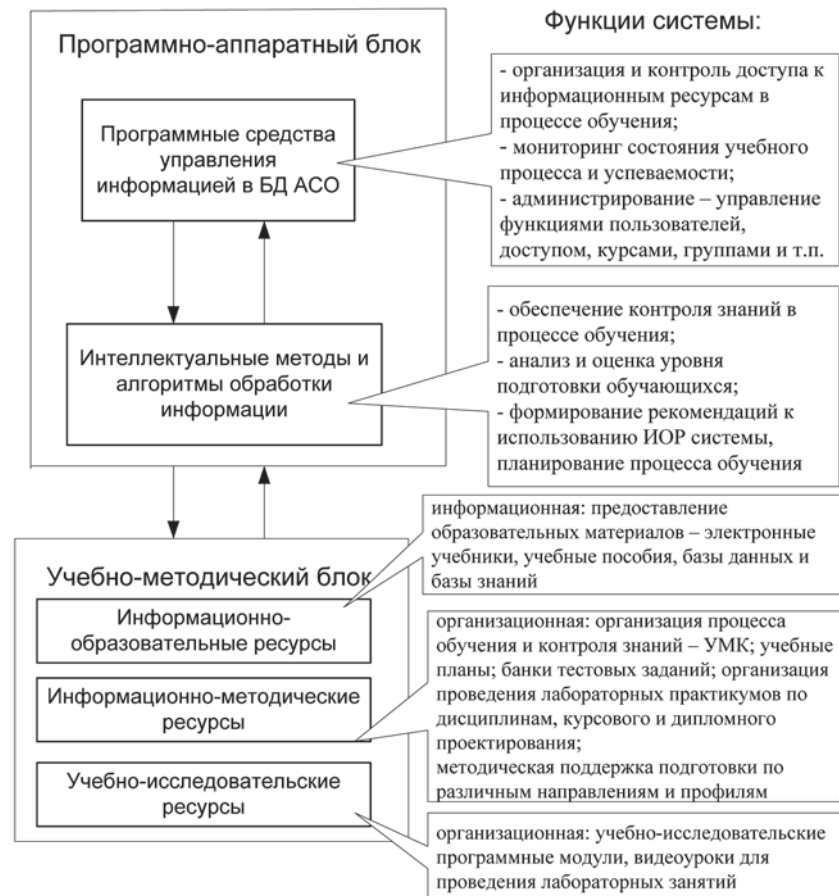


Рис. 1. Функциональная структура интеллектуальной междисциплинарной АСО

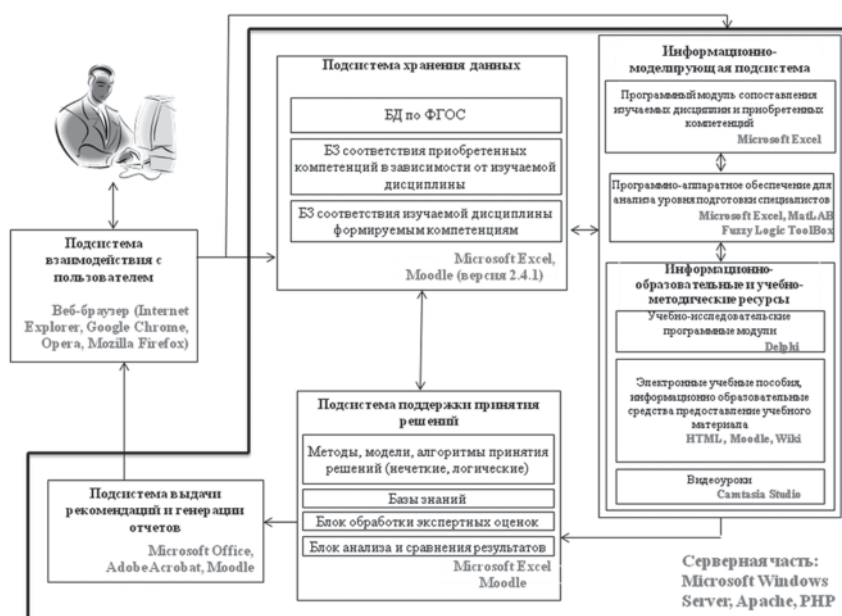


Рис. 2. Структура комплекса программных средств интеллектуальной автоматизированной системы обучения

тана структура комплекса программных средств системы (рис. 2).

В состав комплекса программных средств интеллектуальной АСО входят подсистемы: хранения данных; информационно-моделирующая; поддержки принятия решений; выдачи рекомендаций и генерации отчетов.

Подсистема хранения данных содержит базы данных (БД) по ФГОС и ОП ВО и реализованные на их основе базы знаний (БЗ) сопоставления дисциплин изучаемых профилей формируемым компетенциям. Для реализации БЗ использованы программные средства MsExcel и функциональные возможности СДО Moodle версии 2.4.1, в которой реализована возможность хранения БД.

Данная подсистема взаимодействует с подсистемами поддержки принятия решений и информационно-моделирующей. Состав информационно-моделирующей подсистемы включает в себя программные модули для сопоставления дисциплин различных профилей приобретенным компетенциям и анализа уровня подготовки выпускников, а также информационно-образовательные (электронные учебники и пособия, БД и БЗ и др.) и учебно-методические ресурсы (учебные планы, банки тестовых заданий и др.).

Информационно-моделирующая подсистема взаимодействует также с подсистемой поддержки принятия решения, которая, в свою очередь, содержит БЗ, блоки анализа и обработки экспертных оценок и сравнительных результатов, алгоритмы и методы принятия решений. Подсистема поддержки принятия решений передает данные подсистеме выдачи рекомендаций и генерации отчетов.

Программно-аппаратные средства реализации этих ресурсов представлены на рис. 2. В составе

структуры для реализации АСО использованы системы удаленного доступа серверной части – операционная система Microsoft Windows Server, веб-сервер Apache, скриптовый язык обработки запросов PHP (Hypertext Preprocessor). Взаимодействие с пользователем осуществляется через любой веб-браузер. Для реализации образовательных ресурсов использована СДО Moodle и технология Media Wiki 1.5. Для обработки информации в интеллектуальной АСО использованы средства Microsoft Office – Excel.

Остановимся более подробно на информационно-образовательных и учебно-методических ресурсах системы. Более 7 лет в рамках междисциплинарной АСО эти ресурсы интегрируются с использованием двух технологий: системы управления содержанием (CMS) MediaWiki и системы управления обучением (LMS) в модульной объектно ориентированной динамической среде Moodle 1.6 [3].

Состав и опыт использования данных ресурсов в учебном процессе представлены в [1–3]. Заметим, что на кафедрах, где был накоплен большой предшествующий опыт создания таких ресурсов, приблизительно каждые 3–5 лет возникает необходимость изучения и освоения преподавателями функциональных возможностей, предло-

Междисциплинарная автоматизированная система обучения

The screenshot shows the user interface of the LMS Moodle. On the left is a navigation menu with links to 'В начало', 'Моя домашняя страница', 'Страницы сайта', 'Мой профиль', 'Мои курсы', 'Настройки', 'Настройка главной страницы', 'Режим редактирования', 'Редактировать настройки', 'Пользователи', 'Файлы', 'Отчеты', 'Рефератное копирование', 'Восстановить', 'Банк вопросов', 'Настройка моего профиля', and 'Администрирование'. The main content area is titled 'Курсы' and lists two courses:

- Направление подготовки бакалавров 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, профиль «Основные процессы химических производств и химическая кибернетика»**
 - Методы вычислительной математики и пакеты прикладных программ
 - Универсальные программные средства решения математических задач
 - Основы информационных и интернет-технологий
 - Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения
 - Языки и среды программирования
 - Программирование и численные методы в задачах химической технологии
 - Системы управления химико-технологическими процессами
 - Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств
 - Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств
 - Интегрированные системы управления химическими производствами
- Направление подготовки магистров 18.04.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, магистерская программа «Кибернетика химико-технологических процессов»**
 - Компьютерные системы проектирования и

Рис. 3. Пример главной страницы интеллектуальной междисциплинарной автоматизированной системы обучения, реализованной в LMS Moodle

ставляемых последними версиями СДО, и функций существующих ресурсов.

В 2013/2014 учебном году на кафедре компьютерно-интегрированных систем в химической технологии (КИС ХТ) РХТУ им. Д.И. Менделеева начат переход на новую версию системы (2.6.1) в соответствии с требованиями к модернизации ФГОС. Пример главной страницы интеллектуальной междисциплинарной АСО представлен на рис. 3.

3. Информационно-образовательные и учебно-методические ресурсы системы

Рассмотрим методические аспекты использования в учебном процессе элементов и ресурсов, предоставляемых СДО Moodle версий 2.4–2.6.

В системе предусмотрены как общие настройки на уровне системы в целом, так и настройки каждого курса. Предусмотрена структуризация курсов по тематическим рубрикам или в соответствии с календарным планом изучения разделов (модулей). Каждый учебный курс преподавателем или создателем курса может настраиваться независимо от других курсов и включать различные элементы и ресурсы (рис. 4). К ним относятся: лекция, опрос, задание, книга, база данных и другие, что позволяет организовать изучение теоретического материала, практических разделов курса, промежуточного и итогового контроля знаний в различных формах в режиме удаленного доступа. Рассмотрим некоторые элементы и ресурсы курса.

Элемент курса «Лекция» позволяет создавать набор тематически связанных страниц, содержащих текстовую, графическую, аудио- и видеoinформацию. По желанию преподавателя (создателя курса) может быть настроена удобная навигация по страницам лекции и с использованием оглавления (рис. 5).

В конце каждой лекции преподаватель может включить проверочные вопросы с возможностью

занесения ответов в журнал оценок в соответствии с рейтинговой системой. В системе предусмотрена гибкая шкала настроек оценивания различных элементов курса.

Доступ к лекциям предоставляется студентам неограниченное количество раз, но, при необходимости изучения лекции с ограничением по времени (например, в качестве допуска к подготовке к контрольной точке), может быть установлено ограничение по времени и по количеству попыток ответов на проверочные вопросы.

Краткие опросы по темам (в качестве небольшого промежуточного контроля) позволяют организовать специально настроенный преподавателем для этих целей модуль опроса. В системе предусмотрены возможности настройки сроков сдачи опросов индивидуально или по группам, ограничение на количество попыток, уведомления преподавателям об отправке ответов. Ответы могут быть представлены в

виде текста или в виде файла. Преподаватель может просмотреть ответы студента и направить ему комментарии и замечания через обмен сообщениями.

Широко в процессе обучения может использоваться модуль «Задание». В разделе «Предстоящие события» главной страницы курса (рис. 4) студент видит перечень заданий, которые ему необходимо сдать в ближайшее время. Ответить на задания студент может в произвольной последовательности. Соответственно, меняется статус выполненных или невыполненных заданий. Студенту сообщается последний срок сдачи задания. В режиме проверки задания оно может быть отправлено на доработку. Преподавателю доступен мониторинг отправленных на проверку заданий.

Если рабочим учебным планом предусмотрены семинарские занятия, в новой версии Moodle реализована такая форма занятий.

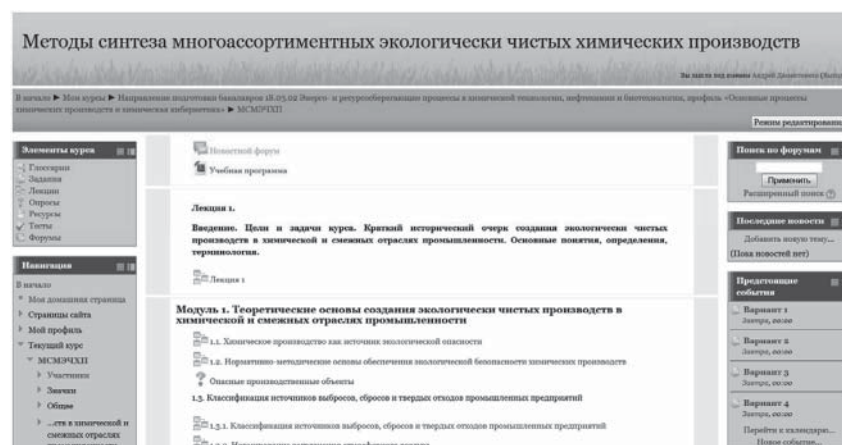


Рис. 4. Пример главной страницы курса

1.5.2. Основные расчётные соотношения прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха на основе методики ОНД-86

Просмотр Редактировать Отчеты Оценить курс

Текущий файл отображается только для студента. Зайдите под именем какого-нибудь студента, чтобы просмотреть текущий файл.

Страница 2

Приближенный расчёт концентраций примесей от наземных источников может быть выполнен по формуле диффузии. Однако особенности этих решений заключаются в том, что при низких температурах и слабых ветрах (до нуля) концентрация примесей неограниченно возрастает, что не соответствует действительности. При этом концентрация примесей неограниченно возрастает, что не соответствует действительности. При этом концентрация примесей неограниченно возрастает, что не соответствует действительности.

Распределение максимальных концентраций примесей C_{max} на расстоянии X и при времени диффузии t для точечного наземного источника может быть описано следующим соотношением:

$$C_{max} = \frac{A \cdot M \cdot t}{X^3} \quad t \leq \min(T_1, T_2), \quad (1)$$

где T_1 – время действия источника фиксированной мощности M для определения границ санитарно-защитной зоны в соответствии с формулой (1) получено;

Соотношение (1) не описывает фактическое поле концентрации примесей. Реальные концентрации отличаются от исходных из-за особенностей рельефа, содержания вредных веществ в воздухе при определении модели для расчёта рассеивания выбросов от стационарных источников, равного времени действия источника, устойчивости атмосферы и малой скорости ветра.

Дополнительные сведения: в атмосфере / Тейсманов Е. Н., Артюхов Н. Е., Бондарь А. А. [и др.], под ред. Е. Н. Тейсманова, Н. А. Тейсманова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергостроиздат, 1985. – 216 с.

Получить условия задания

Рис. 5. Пример лекции

В качестве реализации основного информационно-образовательного ресурса при изучении дисциплины может быть рекомендован элемент курса «Книга», представляющий собой интерактивное электронное учебное пособие по теоретическому курсу. В отличие от лекции в книге не предусмотрены интерактивные контрольные вопросы в конце, но удобство заключается в том, что студенту или преподавателю можно работать с книгой как по отдельным главам, так и со всем материалом в целом. Это обеспечивает удобная навигация по оглавлению.

Для повышения эффективности обучения студентов в рамках направления или профиля в междисциплинарной АСО в модульной объектно ориентированной среде дистанционного обучения Moodle целесообразно создать глоссарий основных понятий и определений, доступ к которому можно организовать из любого изучаемого курса. Вместе с тем в каждом из курсов может быть реализован локальный глоссарий с использованием соответствующего элемента курса. Для того чтобы термины из глоссария не переносились в тесты, предназначенные для проверки знаний студентов, предусмотрена возможность в панели меню «Управление тестом» отключения соответствующего фильтра.

Новый элемент «База данных» позволяет пользователям системы создавать и хранить различные записи в едином хранилище данных. Причем формат и структура записей разнообразны: изображения, числа, текст, файлы, гиперссылки и другие объекты. Хранение в ключевых полях записей (ключей) базы данных позволяет организовать трансклюзию, т.е. вставку фрагмента из одного текста в другой по ссылке так, что встраиваемый текст автоматически синхронизируется с исходным, между отдельными элементами курса. Эта особенность хорошо может использоваться при копировании вопросов в банк тестовых заданий из текста лекции или «Книги», для формирования подсказок в режиме самоконтроля и правильных ответов и ряда других.

Элемент «База данных» может быть добавлен как в отдельный курс, так и реализован в системе в целом. Например, в рамках подготовки по направлению (профилям) и ряду дисциплин может быть организована единая база данных по нормативным и методическим документам, библиографическим ссылкам и т.п. Вместе с тем в отдельных курсах может быть реализовано несколько тематических баз данных информационно-справочного характера. Например, по свойствам веществ, характеристикам оборудования и т.п.

Небольшие отличия в визуализации процесса создания новых тестов появились в новой версии

системы Moodle. Интерфейс среды стал более дружелюбным для разработчика тестов. Появилась возможность «Отложенного вызова» (рис. 6), позволяющая отправлять как все ответы на сервер, так и каждый вопрос отдельно. Это позволяет запретить студентам возвращаться к вопросам, на которые уже был дан ответ. Интересные возможности визуализации и проверки правильности ответов обучаемых в режиме самоконтроля предлагаются в настройках вопросов с вложенными ответами (рис. 7), например на формирование определений.

Существенные отличия и новые возможности предоставляются в новой версии системы Moodle по

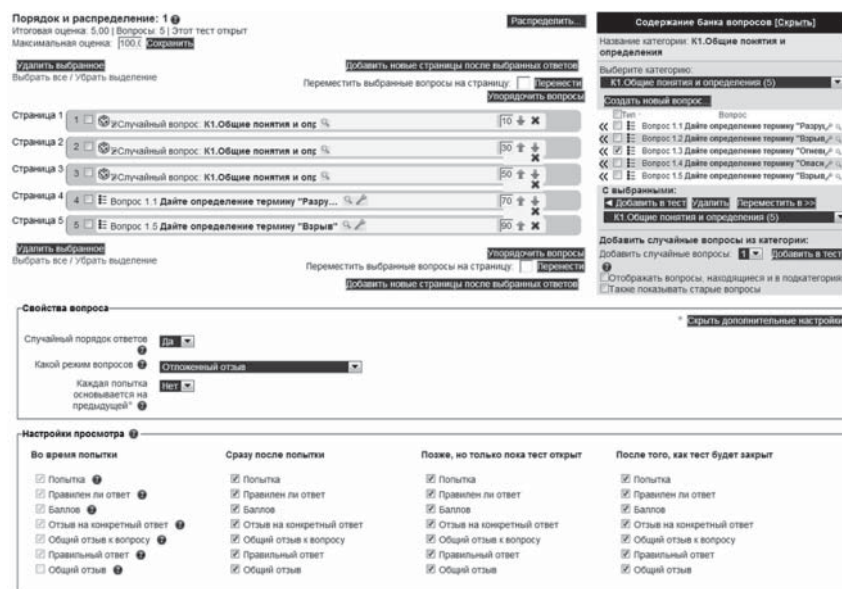


Рис. 6. Пример настройки тестов

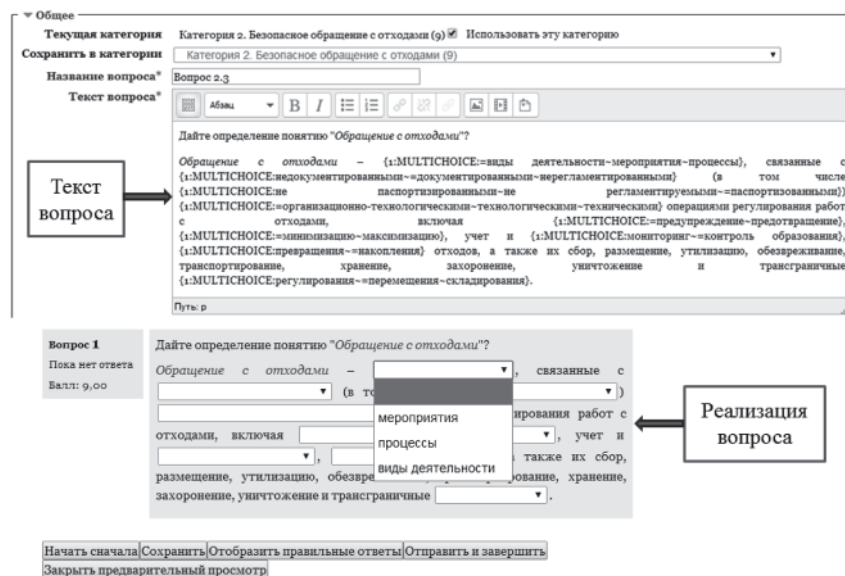


Рис. 7. Пример вопроса с вложенными ответами

обработке результатов тестирования знаний. Больше элементов гибкости настроек появилось в возможности включения в результирующие отчеты просроченных и незавершенных попыток. Эти режимы могут эффективно использоваться преподавателем в обучающих режимах прохождения тестов. Системой Moodle предоставляются возможности отображения сводных отчетов выполненных студентами тестов одной (первой) или всех попыток и получение средних значений по каждому вопросу и тесту в целом (рис. 8).

Предусмотрена визуализация полученных результатов в виде диаграмм, например количество студентов, получивших оценки в определенных диапазонах, в соответствии с выбранной шкалой оценивания. Таким образом, система позволяет осуществить гибкие настройки отдельных заданий в соответствии с рейтинговой формой контроля знаний и может быть адаптирована под любую рейтинговую систему.

Предоставляется возможность анализа подробных ответов студентов в соответствующей цветовой шкале, настроенной для правильных, неправильных и частично правильных ответов. Реализована статистическая обработка информации с возможностью анализа всех или первой попытки. Наряду с

анализом стандартного отклонения ответов обучаемых, у преподавателя появилась возможность исследования случайного угадывания ответа студентами (рис. 8).

По желанию преподавателя имеется возможность включения оценок по отдельным элементам и ресурсам курса (опросам, заданиям, тестам, работе на семинарских занятиях) в журнал и итоговую оценку по курсу. Преподавателю доступны сводные отчеты по оценкам всех обучаемых по всем элементам курса, отчеты по показателям (общему количеству оценок, средним оценкам по курсу или элементу курса) и отчеты по пользователям. Студенту доступен журнал с оценками своей успеваемости.

Повышение интерактивности обучения в соответствии с требованиями ФГОС предполагает внедрение в разрабатываемую АСО мультимедийных средств обучения, таких как видеуроки, электронные учебные пособия и др. Опыт создания обучающих видеуроков с помощью программного средства Camtasia Studio для работы со специализированным программным обеспечением учебного назначения в области анализа риска, оценки последствий аварий и управления безопасностью химически опасных объектов описан в работах [18]. Опыт разработки электронных учебных пособий в составе инфор-

мационно-образовательных ресурсов системы представлен в работах [2, 19].

4. Опыт создания адаптивной системы тестирования знаний в среде дистанционного обучения Moodle

Наряду с подготовкой ИОР интеллектуальной междисциплинарной АСО, важным элементом процесса обучения является контроль знаний. В работе предложен подход к созданию подсистемы тестирования знаний на основе интернет-технологий в среде дистанционного обучения Moodle, включающий следующие этапы:

1. Подготовка банка тестовых заданий и разбиение его на тематические категории по нескольким разделам курса.

2. Реализация единого банка тестовых заданий в системе и настройка вопросов.

3. Формирование тестов для самоконтроля, промежуточного контроля знаний.

4. Апробация тестов в учебном процессе для самоподготовки и промежуточного контроля знаний с анализом результатов сложности тестовых заданий.

5. Настройка тестов итогового контроля знаний.

Для создания подсистемы тестирования знаний в интеллектуальной АСО в среде дистанционного обучения Moodle разработан единый банк тестовых заданий по курсам: «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств», «Методы синтеза многоассортиментных экологически чистых химических производств», «Химическая и биологическая безопасность», «Компьютерные системы проектирования гибких химических производств», который может использоваться вариативно в зависимости от целей обучения и контроля знаний. Опыт разработки и использования в учебном процессе банков тестовых заданий по курсам «Математическое моделирование и методы синтеза гибких химических производств», «Методы синтеза

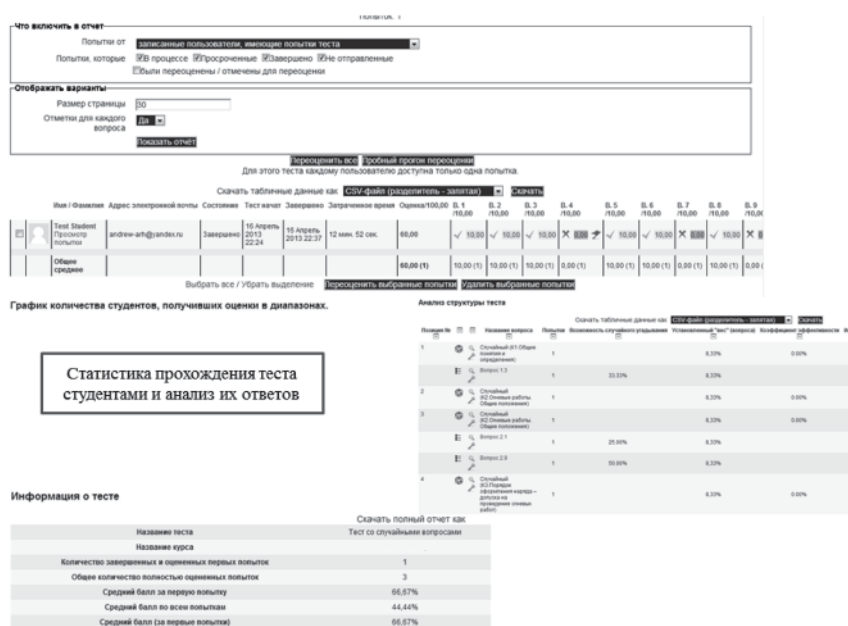


Рис. 8. Интерфейс преподавателя с обработкой результатов тестирования

многоассортиментных экологически чистых химических производств» рассмотрен в [3].

В настоящей статье рассмотрим предложенные методы анализа и обработки оценки сложности тестовых заданий на примере курса «Компьютерные системы проектирования гибких химических производств»: на основе оценок экспертов-студентов, прошедших тесты самоконтроля; метода ранжировки и результатов обработки в СДО Moodle.

Банк тестовых заданий по данному курсу включает 90 вопросов различной сложности, по шести категориям курса. На основании данного банка сформированы 8 тестов самоконтроля по разделам курса, перечисленные ниже, и 4 теста промежуточного контроля, включающие 10 вопросов из различных категорий курса:

- Компьютерные системы проектирования состав, назначение подсистем (10 вопросов);
- Моделирование пожаров и взрывов на опасных производственных объектах (ОПО) (12 вопросов);
- Моделирование последствий химических аварий и анализ риска ОПО (11 вопросов);
- Нормативные основы промышленной безопасности ОПО (8 вопросов);
- Понятия и определения надежности сложных технических систем (10 вопросов);
- Показатели надежности элементов (оборудования) и систем (11 вопросов);
- Расчет систем с резервированием и структурные методы анализа надежности (7 вопросов);
- Информационные системы и базы данных (11 вопросов).

Рассмотрим результаты использования перечисленных методов для оценки сложности тестовых заданий при создании системы адаптивного тестирования.

Проведен анализ и обработка результатов тестирования на основе оценок экспертов, прошедших тесты самоконтроля, метода ранжировки и результатов обработки в системе дистанционного обучения Moodle версии 1.6, используемой в учебном процессе в течение 7 лет.

Таблица 1

Результаты оценки сложности тестов с использованием экспертных оценок

Показатель	Номер теста						
	1	2	3	4	5	6	7
Средняя оценка	3,02	3,23	3,42	3,24	3,01	2,98	3,52
Место теста по сложности	5	4	2	3	6	7	1

Таблица 2

Результаты анализа сложности тестов с использованием индекса легкости

Показатель	Номер теста						
	1	2	3	4	5	6	7
Индекс легкости	84,2	86	77,4	98,125	90,3	85,4	86,4
Место теста по сложности	2	4	1	7	6	3	5

Для оценки сложности тестовых заданий предложено использовать результаты предварительного тестирования студентов, изучивших данный курс и ответивших на вопросы теста не в жестких условиях (т.е. без ограничения по времени) и с возможностью составления после прохождения теста текстового отчета, содержащего анализ сложности каждого вопроса в тесте, как в описательной форме, так и путём выставления экспертных оценок.

Для экспертных оценок студентов-экспертов используется шестибальная шкала, где 1 – очень легкий вопрос, 2 – легкий вопрос, 3 – вопрос средней сложности, 4 – сложный вопрос, необходимы хорошие знания материала, 5 – очень сложный вопрос, 6 – исключительно сложный вопрос.

Девять экспертов оценили первые 7 тестов самоконтроля как вопросы средней сложности. Ранжирование тестов по сложности на основе экспертных оценок представлено в табл. 1.

Анализ тестов промежуточного контроля проводился аналогично.

В объектно ориентированной среде дистанционного обучения Moodle заложены статистические методы, позволяющие обрабатывать как результаты тестирования отдельных студентов, так и групп и потоков в целом по отдельным дисциплинам [3, 13]. При этом ряд рекомендаций направлен на оценку сложности отдельных тестовых заданий, для чего используется индекс легкости (ИЛ), определенный в результате выполнения студентами тестов для самоконтроля знаний. В зависи-

мости от типа вопроса ИЛ рассчитывается по-разному [3].

Ранжирование тестов самоконтроля по сложности с использованием индекса легкости представлено ниже в табл. 2.

По оценке сложности тестов для самоконтроля на основе индексов легкости в среде Moodle можно сделать вывод, что все тесты достаточно легкие, так как средний индекс легкости не ниже 70.

Ранжирование сложности заданий теста проводится с применением метода составления обобщенной ранжировки на основе индивидуальных ранжировок экспертов, составленных на базе матриц парных сравнений. С использованием указанного метода проранжированы вопросы всех тестов самоконтроля знаний по семи разделам курса, результаты ранжирования по двум из которых приведены ниже в качестве примера:

– Самоконтроль по разделу курса «Компьютерные системы проектирования: состав, назначение подсистем»:

$$(a_{2,6} \approx a_{2,10}) > (a_{2,1} \approx a_{2,2} \approx a_{2,3}) > (a_{2,4} \approx a_{2,8} \approx a_{2,9}) > (a_{2,5} \approx a_{2,7});$$

– Самоконтроль по разделу курса «Показатели надежности элементов (оборудования) и систем»:

$$(a_{4,18} \approx a_{4,20}) > a_{4,21} > (a_{4,11} \approx a_{4,12} \approx a_{4,13} \approx a_{4,17} \approx a_{4,19}) > a_{4,16} > (a_{4,14} \approx a_{4,15}),$$

где a_{zx} – вопрос в тесте самоконтроля; индекс z соответствует номеру категории (разделу) курса; индекс x соответствует номеру вопроса в категории.

Из проведенного ранжирования видно, что, как правило, боль-

Таблица 3

Результаты самоконтроля знаний по категории «Компьютерные системы проектирования: состав, назначение подсистем»

Номер вопроса	ИЛ	Средняя экспертная оценка	Метод обобщенной ранжировки
2.1	87 (6-е место)	3,22 (3-е место)	Легкий (6–8-е место)
2.2	78 (3–4-е место)	2,78 (8-е место)	Легкий (6–8-е место)
2.3	78 (3–4-е место)	3,00 (5–6-е место)	Легкий (6–8-е место)
2.4	73 (1-е место)	3,11 (4-е место)	Сложный (3–5-е место)
2.5	86 (5-е место)	2,22 (10-е место)	Очень легкий (9–10-е место)
2.6	77 (2-е место)	4,00 (1-е место)	Очень сложный (1–2-е место)
2.7	92 (9–10-е место)	2,44 (9-е место)	Очень легкий (9–10-е место)
2.8	89 (7-е место)	3,00 (5–6-е место)	Сложный (3–5-е место)
2.9	92 (9–10-е место)	2,89 (7-е место)	Сложный (3–5-е место)
2.10	90 (8-е место)	3,56 (2-е место)	Очень сложный (1–2-е место)

шинство тестов имеют вопросы 4–5 уровней сложности. Наиболее сложными и наиболее простыми, как правило, являются 1–2 вопроса. Основную группу вопросов составляют вопросы средней сложности или достаточно легкие.

На основе вопросов тестов самоконтроля сформированы тесты промежуточного контроля, ранжировка которых проведена аналогично, основную группу вопросов в которых составляют вопросы средней сложности.

Проведен сравнительный анализ полученных результатов обработки сложности тестовых заданий по трем предложенным в работе методам, пример которых представлен в табл. 3 и на диаграммах сравнительных результатов обработки экспертных оценок и результатов ответов студентов для тестов самоконтроля, полученных с использованием MS Excel (рис. 9). Шкала оценки на графиках – место вопроса по сложности. Чем ниже место вопроса – тем он сложнее. В номере вопроса первая цифра означает номер категории. В рассматриваемом примере выбраны вопросы категории 2 – «Компьютерные системы проектирования химических производств: состав, назначение подсистем» (табл. 3).

В целом тест по результатам обработки оценок оказался не сложным. Наиболее сложный вопрос 2.6 (ИЛ – 77 (2-е место), средняя экспертная оценка – 4,00 (1-е

место), метод ранжировки – очень сложный вопрос (1–2-е место)), самый легкий – вопрос 2.7 (ИЛ – 92 (9–10-е место), средняя экспертная оценка – 2,44 (9-е место), метод ранжировки – очень легкий вопрос (9–10-е место)).

Сложность теста составила по экспертным оценкам 3,02; по индексу легкости 84,2.

Проведен сравнительный анализ результатов оценок сложности отдельных вопросов рассмотренными выше методами, который показал несогласованность ответов студентов при прохождении тестов самоконтроля и промежуточного контроля. Результаты анализа отдельных вопросов получились достаточно однозначными (например, вопрос 2.6, рис. 9), но стоит отметить, что имеет место и противоположная ситуация, когда разброс мест вопроса по сложности

достаточно велик при оценке различными методами (например, как вопросы 2.4, 2.9, рис. 9). Это вызвано, в частности, тем, что оценка тестов самоконтроля проводилась по оценкам девяти экспертов, тест же промежуточного контроля, в который попали такие вопросы, прошли только три-четыре эксперта, которые и поставили этому вопросу самую низкую оценку.

Предложенные методы являются достаточно простыми и корректными в применении для проведения сравнительного анализа и ранжирования сложности вопросов тестовых заданий, поэтому могут быть применены для любых банков тестовых заданий по курсам и междисциплинарных банков в интеллектуальной АСО в целом.

С использованием предложенного подхода разработаны рекомендации к формированию банков тестовых заданий для итогового контроля знаний – составление набора правил, которые определяют, в какую из категорий следует отнести конкретный вопрос, исходя из анализа результатов контроля знаний средствами Moodle (по индексу легкости вопроса) и экспертными методами принятия решений.

Таким образом, представлены примеры практического использования предложенных методов и подходов анализа сложности тестовых заданий и формирования тестов итогового контроля знаний. Выработанные рекомендации по созданию подсистемы итогового контроля знаний использованы при создании аналогичных систем по другим курсам в рамках интеллек-

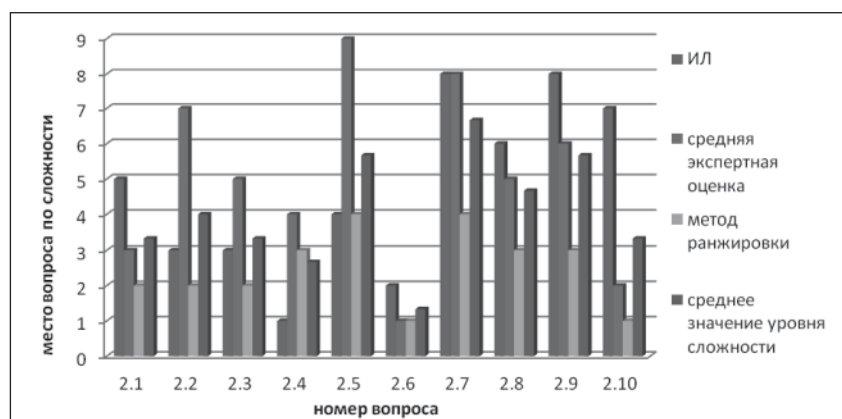


Рис. 9. Сравнение результатов обработки экспертных оценок и результатов ответов студентов для теста самоконтроля знаний по категории 2

туальной АСО. Кроме того, при создании системы адаптивного тестирования рекомендуется учесть новые функциональные возможности среды дистанционного обучения Moodle (версий 2.4–2.6), изложенные ранее в разделе 3.

5. Опыт разработки заданий для отработки практических навыков с использованием СДО Moodle и технологии Adobe Flash

В настоящее время подготовка инженеров по различным направлениям включает не только общетеоретическое обучение, но и обязательную отработку и закрепление практических навыков.

Помимо огромного количества преимуществ, изложенных выше, как для преподавателя и обучаемого, так и для разработчиков, система Moodle имеет недостатки. Основной из которых – сложность разработки заданий с высокой интерактивностью для закрепления практических навыков.

В современных версиях Moodle – 2.5, 2.6 и 2.7 для отработки практических навыков работы студентов по построению структурных схем, формированию сценариев, логических последовательностей действий может быть широко использован пакет SCORM, предусматривающий возможность интеграции в него объектов мультимедиа: изображений, видео и т.п.

Модуль SCORM представляет собой дополнение, расширяющее возможности СДО Moodle путем интеграции с разработками для других систем, в том числе международных. Кроме того, SCORM позволяет интегрировать в среду Moodle Flash-ролики и приложения в формате .swf (Shockwave Flash).

Пакет SCORM включает сборник спецификаций и стандартов, разработанный для СДО. Он содержит требования к организации учебного материала и всей СДО. SCORM позволяет обеспечить совместимость компонентов и возможность их многократного использования: учебный материал представляется отдельными небольшими блоками, которые могут

включаться в разные учебные курсы и использоваться СДО независимо от того, кем, где и с помощью каких средств они были созданы. SCORM основан на стандарте XML (eXtensible Markup Language – расширяемый язык разметки). Благодаря гибкому и понятному интерфейсу настройки, с пакетом можно работать как с обычным элементом курса (лекция, задание или вопрос).

В настоящее время для создания простых и средней сложности информационно-образовательных ресурсов, обладающих интерактивностью, часто используется мультимедийная платформа Flash компании Adobe для создания приложений, веб-приложений или мультимедийных презентаций, которая позволяет работать с векторной, растровой и с трёхмерной графикой, тем самым предоставляется возможность решения разных задач в области моделирования и обучения. Эта платформа значительно упрощает создание интерфейса информационно-образовательного ресурса или компьютерного тренажера.

Широкие функциональные возможности, относительная простота освоения и разработки приложений делают Adobe Flash удобным инструментом для образовательных целей, но остается проблема интеграции разработанных приложений с существующими средами и системами обучения, в том числе дис-

танционного.

Для решения поставленной задачи был разработан модуль (фактически новый тип элемента Moodle) на основе документации разработчиков LMS Moodle. Функциональная схема, показывающая принцип интеграции модуля, приведена на рис. 10.

Файл на языке ActionScript, который является неотъемлемой частью разрабатываемого Flash-апплета, представляет собой набор методов («класс» в терминах объектно ориентированного программирования) для приема-передачи значений переменных. Такой универсальный файл возможно интегрировать в каждый разрабатываемый Flash-апплет. Целесообразно предусмотреть два режима его работы: интегрированный в среде Moodle и самостоятельный режим Flash-приложения для отладки при разработке.

Файл XML используется для задания исходных значений переменных и работы Flash-апплета в режиме отладки. Взаимодействие XML-Flash реализуется при помощи встроенных функций.

На рис. 11 представлен интегрированный модуль «Flash-вопрос». Так же как любой другой модуль в составе Moodle, он имеет стандартные настройки верхнего уровня (ограничение по времени, доступность для определенной группы пользователей, ограничение на ко-

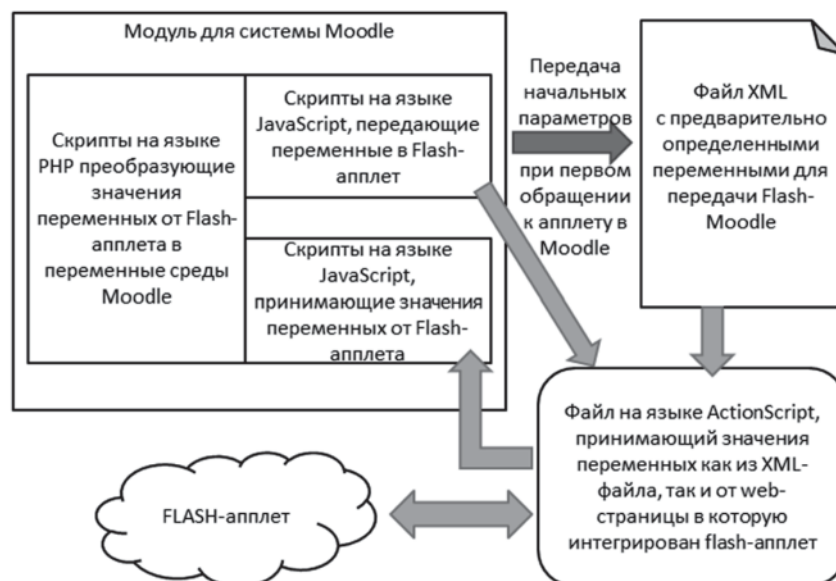


Рис. 10. Функциональная схема работы созданного модуля

Общие

Текущая категория: По умолчанию для Практический курс (96) ☒ Использовать эту категорию

Сохранить в категории: По умолчанию для Практический курс (96)

Название вопроса*: Тестовый пример

Текст вопроса

Шрифт: Размер: Абзац: [Rich Text Editor Icons]

Пример практического задания в виде swf-файла

Путь: p

Балл по умолчанию*: 0

Общий отзыв к вопросу [Rich Text Editor Icons]

Путь: p

Флэш-ролик* Выберите файл...

Для загрузки файлов перетаскивайте их сюда.

XML-Файл конфигурации Выберите файл...

Для загрузки файлов перетаскивайте их сюда.

Рис. 11. Параметры настройки интегрированного в Moodle модуля

личество попыток и прочее) и блок параметров самого модуля. Основных полей 4: название теста, балл по умолчанию, поле для загрузки самого swf-файла и xml-файла инициализации переменных.

С использованием данного модуля реализованы практические задания, направленные на отработку навыков анализа структурной на-

дежности сложных технических на примере фрагментов химико-технологических систем.

Во время прохождения и завершения каждого задания собирается стандартная статистика Moodle, т.е. каждое действие пользователя и каждый ответ с привязкой ко времени.

Заключение

1. С использованием методов системного анализа разработаны функциональная структура интеллектуальной АСО и структура комплекса программных средств системы, реализованная на основе информационных и интернет-технологий.

2. Рассмотрены методические аспекты создания и использования элементов и ресурсов среды дистанционного обучения Moodle для реализации информационно-образовательных ресурсов системы.

3. Предложены методы анализа и обработки результатов контроля знаний на основе оценок экспертов, метода ранжировки и статистических методов обработки в СДО Moodle, рекомендованные для формирования банков тестовых заданий для итогового контроля знаний в интеллектуальной АСО.

4. Разработан метод интеграции СДО Moodle с интерактивными мультимедийными приложениями на основе Flash-технологии для реализации практических заданий.

Таким образом, разработка современных информационно-образовательных ресурсов тесно связана с развитием информационных и интернет-технологий и широким внедрением их в инженерную подготовку выпускников различных направлений и профилей подготовки в соответствии с изменяющимися требованиями и образовательными стандартами.

Литература

1. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Запасная Л.А. Междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для подготовки химиков-технологов // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10–11 апреля 2012 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – С. 363–366.
2. Савицкая Т.В., Запасная Л.А., Егоров А.Ф. Информационно-образовательные ресурсы для подготовки специалистов по проблемам безопасности опасных производственных объектов // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2012 (Москва, 10–11 апреля 2012 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – С. 493–494.
3. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Запасная Л.А. Междисциплинарная автоматизированная система обучения на основе сетевых технологий для многоуровневой подготовки химиков-технологов // Открытое образование. – 2012. – № 6 (95). – С. 20–33.
4. Министерство образования и науки российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/документы/2974> – загл. с экрана (дата обращения: 14.02.2014).
5. Разработка автоматизированных лабораторных комплексов: учеб. пособие / А.Ф. Егоров, Т.В. Савицкая, С.П. Дударов, А.В. Горанский, В.П. Бельков, И.Б. Шергольд; под общ. ред. проф. А.Ф. Егорова. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2006. – 176 с.

6. Учебный сайт кафедры логистики и экономической информатики РХТУ им. Д.И. Менделеева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moodle.milrti.ru/> – загл. с экрана (дата обращения: 28.11.2013).
7. МГТУ им. Н.Э. Баумана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bmstu.ru> – загл. с экрана (дата обращения: 28.11.2013).
8. Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики. Система дистанционного обучения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://de.ifmo.ru> – загл. с экрана (дата обращения: 28.11.2013).
9. Интернет-университет информационных технологий. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru> – загл. с экрана (дата обращения: 28.11.2013).
10. Иванов М.Н., Попова Е.П. Использование дистанционных образовательных технологий в единой информационно-образовательной среде ФГБОУ ВПО «МГИУ» // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2014 (Москва, 15–16 апреля 2014 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – С. 423–424.
11. Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Егорова Т.М. Интеллектуальная дистанционная образовательная среда для инженерного образования // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2014 (Москва, 15–16 апреля 2014 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – С. 397–400.
12. Виноградова И., Ключас Р., Тринкуас В. Вопросы организации дистанционного образования в университете // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2014 (Москва, 15–16 апреля 2014 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – С. 409–412.
13. Модульная объектно ориентированная среда дистанционного обучения Moodle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moodle.org/> – загл. с экрана (дата обращения: 08.05.2013).
14. Савицкая Т.В., Запасная Л.А. Интеллектуальные методы анализа соответствия ФГОС различных направлений и профилей подготовки объектов // Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2014 (Москва, 15–16 апреля 2014 г.). – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – С. 139–142.
15. Эрман Е.А. Автоматизированная обучающая система с расширенными функциями тестового контроля знаний, анализа и классификации информации: автореф. дис. ... канд. техн. наук. / Астрахан. гос. ун-т. – Астрахань, 2004. – 23 с.
16. Потемкина С.В. Информационная среда непрерывного образования на основе системы дистанционного обучения: дис. ... канд. техн. наук. – Дубна, 2006. – 121 с.
17. Автоматизированный лабораторный комплекс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cisserver.muctr.ru/alk/> – загл. с экрана (дата обращения: 06.05.2013).
18. Междисциплинарная автоматизированная система обучения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cisserver.muctr.ru/alkmw/> – загл. с экрана (дата обращения: 06.03.2014).
19. Савицкая Т.В., Запасная Л.А. Подготовка комплексов лабораторных работ и видеоуроков для обучения студентов навыкам использования программных средств в области оценки риска // Труды тринадцатой межвузовской учебно-методической конференции. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – С. 72–73.
20. Егоров А.Ф., Савицкая Т.В., Запасная Л.А., Виноградов А.П. Информационно-образовательные ресурсы по проблемам безопасности опасных производственных объектов // Безопасность в техносфере. – 2013. – № 1. – С. 73–80.