

Разработка и использование электронных учебников*

Л.В. Зайцева, В.Н. Попко
Рижский технический университет, Рига, Латвия
Lzaiceva@egle.cs.rtu.lv

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются структура и основные возможности разработанного в РТУ электронного учебника «Выучи HTML с нуля». Анализируются результаты его применения в течение двух лет в учебном процессе при изучении курса «Разработка WEB-приложений». Приводятся результаты сравнительного анализа порядка 100 электронных учебников, доступных в среде Интернет, а также формулируются основные требования к универсальному электронному учебнику. Описывается архитектура и основные функции пользователей (студент, преподаватель, администратор) разработанного в РТУ универсального электронного учебника.

Structure and basic possibilities of the electronic textbook (ET) “Study HTML” developed at RTU are described. Results of using this book during two years to tutor the subject “Web application development” are considered. The results of comparative analysis of about 100 electronic textbooks available in Internet are considered and basic requirements to universal ET are formulated. The architecture of Web-based electronic textbook developed at RTU and basic functions for each of four user categories (student, tutor and administrator) are described.

Ключевые слова

Электронный учебник, обучение, контроль знаний, компьютерные технологии.

Введение

Проблемам образования в современном мире уделяется большое внимание, так как неуклонно растет спрос на высококвалифицированных специалистов, появляются новые профессии, а качество подготовки специалистов не всегда удовлетворяет работодателей. В то же время количество необходимой информации стремительно растет, но значительно увеличить продолжительность обучения не представляется возможным. При постоянном научно-техническом прогрессе требуются также переквалификация и повышение квалификации существующих специалистов. Поэтому вопросы повышения эффективности и качества образования являются весьма актуальными. В настоящее время компьютерные технологии широко используются для обучения: различные учебные и методические материалы, задания и примеры выполнения лабораторных работ доступны в глобальной сети Интернет, разработаны и успешно используются как отдельные тестирующие и обучающие программы, так и компьютерные системы контроля знаний, специализированные и универсальные системы обучения (Zaiceva, 2000). Это позволяет существенно повысить качество и эффективность учебного процесса. Одной из форм повышения эффективности обучения являются электронные учебники.

Электронный учебник (ЭУ) – это комплекс информационных, методических и программных средств, который предназначен для изучения отдельного предмета и обычно включает вопросы и задачи для самоконтроля и проверки знаний, а также

* Первая часть статьи является переводом работы (Zaitseva, 2005) с небольшими дополнениями

обеспечивает обратную связь. Электронные учебники позволяют решать такие основные педагогические задачи, как (Башмаков, 2003):

- начальное ознакомление с предметом, освоение его базовых понятий и конструкций;
- базовая подготовка на разных уровнях глубины и детальности;
- контроль и оценивание знаний и умений;
- развитие способностей к определенным видам деятельности;
- восстановление знаний и умений.

Электронные учебники могут быть использованы на всех уровнях образования: в школах и колледжах, институтах и университетах, для повышения квалификации. Поэтому ЭУ разрабатываются во многих странах (Горелов, 1999; Гуров, 2000; Никитов, 2003; Шауцукова, 2004; Dukulis, 2004; Mathe, 2004). В настоящее время электронные учебники существуют в двух формах: на компактном диске и в среде Интернет (Интранет). У этих ЭУ есть как общие черты, так и различия. В обоих случаях электронный учебник позволяет получить знания по предмету в любом месте и в любое время, используя персональный компьютер. Но ЭУ, доступные в среде Интернет, имеют ряд преимуществ: могут быть использованы одновременно многими студентами; преподавателю предоставляется возможность ознакомиться с результатами деятельности студентов и принять соответствующие решения по оптимизации процесса обучения. Обе формы представления ЭУ полезны для студентов.

Поэтому на кафедре Технологий разработки программного обеспечения Рижского технического университета (РТУ) ведутся работы по созданию ЭУ, в частности, в 2002 году был разработан электронный учебник «Выучи HTML с нуля».

Электронный учебник «Выучи HTML с нуля» и результаты его применения в учебном процессе

Электронный учебник «Выучи HTML с нуля» предусматривает четыре режима работы: обучение, включая самоконтроль; контроль (тестирование); справочник и помощь (Zaitseva, 2004). Учебник состоит из восьми глав: структура HTML документа; тексты; графика; ссылки; фреймы; таблицы; стили; динамический HTML. Отдельные главы включают несколько разделов. Всего в ЭУ – 19 разделов, между которыми обеспечивается навигация.

Режим обучения. Каждая глава и/или раздел содержит теоретический материал по теме и ряд примеров, которые представляют собой последовательность тегов на языке HTML. По желанию студента может быть показана страница, сформированная предложенной последовательностью тегов. В каждой главе также предусмотрен набор вопросов и заданий для самоконтроля. Если студент хочет проверить свои знания, ему случайным образом выдаются пять вопросов, отвечать на которые он может в любой последовательности, используя при этом справочник и помощь. Каждый неправильный ответ студента детально комментируется. По завершении самоконтроля выводятся число правильных ответов, время выполнения каждого задания и оценка. Студент также может просмотреть список вопросов, предложенных в ходе самоконтроля, свой и правильные ответы на каждый вопрос.

Режим контроля. Для проверки знаний предусмотрены восемь тестов по темам, включенным в ЭУ, и заключительный тест по курсу в целом. Тесты включают вопросы типа «меню» и «ввод слова» (Зайцева, 2002). При контроле по отдельной теме студенту выдается пять случайным образом сгенерированных вопросов. Проверка знаний по курсу в целом предусматривает ответы на десять вопросов, формируемых аналогичным образом. При выполнении контрольных заданий разрешается использовать помощь. По завершении контроля выводятся результаты: число правильных и число неправильных ответов; время, затраченное на выполнение заданий и оценка.

Справочник содержит информацию о тегах и свойствах языка HTML.

Режим помощи (help) предназначен для ознакомления с правилами работы с ЭУ, а также позволяет узнать структуру учебника и назначение имеющихся кнопок.

Общая структура электронного учебника представлена на рис. 1.

Электронный учебник реализован, используя графический редактор Macromedia Flash 5 и языки HTML и JavaScript. Существуют две версии учебника – на латышском и на английском языках. Создание ЭУ на латышском языке обусловлено двумя причинами: обучение в вузах Латвии ведется на государственном (латышском) языке; практически отсутствует специальная литература на государственном языке, а другими языками, в частности русским, к сожалению, владеют не все студенты. Версия ЭУ на английском языке разработана в рамках проекта программы Socrates (European Computing Education and Training. Subject area – 11.3 Computer Science. Theme – Development of a European Dimension in Higher Computer Education and Training). Учебник доступен на компактном диске и в локальной сети факультета компьютерных наук и информационных технологий РТУ.

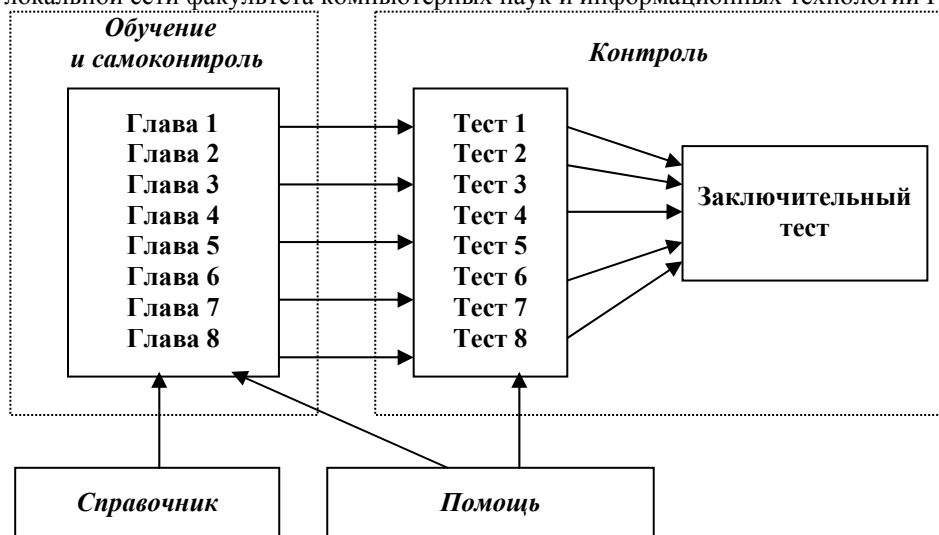


Рис. 1. Структура электронного учебника «Выучи HTML с нуля»

С 2003 года электронный учебник «Выучи HTML с нуля» применяется в учебном процессе РТУ при изучении предмета свободного выбора «Разработка WEB-приложений» (объем курса – 32 часа), причем использование ЭУ не являлось обязательным для студентов. Тем не менее порядка 100 студентов, обучающихся по программе бакалавра, регулярно им пользовались. Результаты использования ЭУ показаны на рис. 2. В основном, студенты пользовались учебником для изучения теоретического материала (режим обучения). Режим самоконтроля и тестирования достаточно активно использовался при изучении первых пяти тем курса, и лишь 8% студентов решили выполнить заключительный тест (рис. 2а).

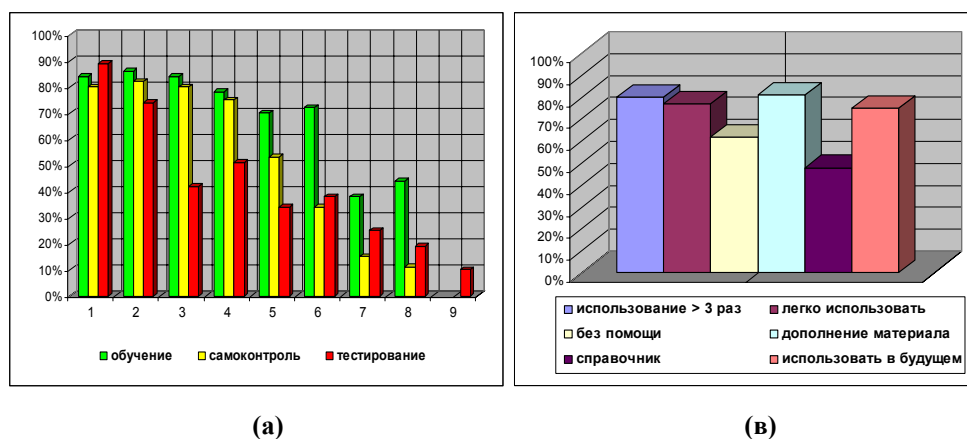


Рис. 2. Результаты использования электронного учебника

Для определения мнений студентов о ЭУ была разработана анкета, включающая 24 вопроса. В анкетировании приняли участие 102 студента. Анализ полученных результатов позволил сделать следующие выводы (рис. 2в):

- электронный учебник популярен среди студентов. Так, порядка 80% студентов пользовались учебником более трех раз, а 53% - более пяти раз;
- электронный учебник легко использовать. Таково мнение 77% студентов, причем 62% из них ни разу не воспользовались режимом помощи;
- электронный учебник полезен для студентов: 75% студентов планируют пользоваться настоящим учебником в будущем.

В результате анкетирования также был выявлен ряд недостатков ЭУ. Так, 81% студентов считает, что объем теоретического материала желательно увеличить. Необходимо также улучшение структуры и дизайна ЭУ, о чем свидетельствуют оценки студентов этих показателей ЭУ: большинство студентов оценили структуру и дизайн учебника шестью баллами из возможных десяти.

Несмотря на положительные стороны ЭУ и хорошие отзывы студентов, электронный учебник «Выучи HTML с нуля» имеет два основных недостатка:

- ЭУ является однопользовательской программой и недоступен в среде Интернет;
- результаты работы студентов сохраняются только в течение сеанса его работы с учебником.

Поэтому было принято решение о разработке универсального электронного учебника для использования в среде Интернет.

Электронные учебники в среде Интернет

В глобальной сети Интернет имеется большое количество электронных учебников по различным дисциплинам: информатике (Шауцукова, 2004; Jořins, 2004, Короткова, 2004), теории компьютеров (Гуров, 2000), анатомии (Никитов, 2003), английскому языку (Горчаков, 2004; Mathe, 2004), школьным предметам (Горелов, 1999) и т.д. В процессе исследования было проанализировано более 100 электронных учебников, для сравнения которых использовались шесть критериев.

1. Режимы работы. Критерий позволяет определить какие режимы используются в ЭУ. Так, все рассмотренные учебники обеспечивают режим изучения теоретического материала (обучение), 90% - содержат задания для самоконтроля, 73% - включают контроль знаний, 70% предлагают помощь, 56% - справочник и 16% учебников предусматривают также другие режимы: викторина, лаборатория и т.д. (рис. 3а).

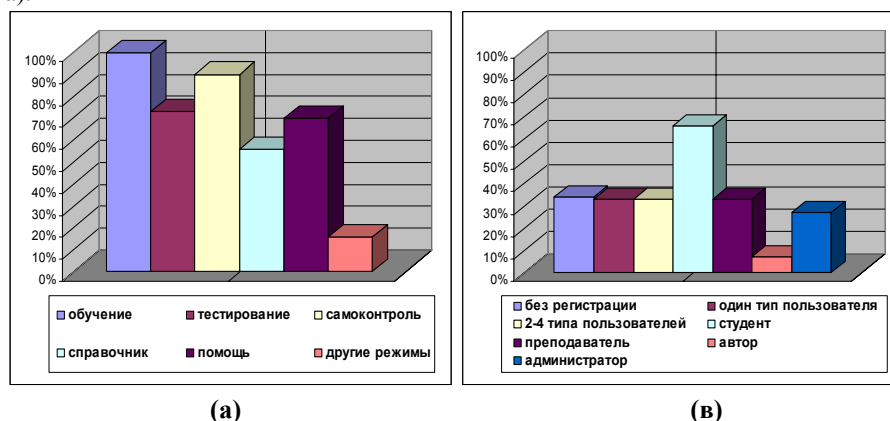


Рис. 3. Режимы работы и регистрация пользователей в электронных учебниках

2. *Регистрация пользователей.* Критерий позволяет установить для каких классов пользователей предназначен ЭУ. Третья часть (34%) рассмотренных учебников не предусматривает регистрацию пользователей и примерно такое же

количество (33%) ЭУ обеспечивает только регистрацию студентов. Остальные ЭУ предусматривают от двух до четырех классов пользователей: студент, преподаватель, автор и администратор (рис. 3в).

3. *Способы представления информации.* Критерий позволяет определить способы представления учебного материала (УМ). Основным средством представления информации в ЭУ является гипертекст, но часто (93%) для вывода УМ используются также специально написанные программы. Некоторые ЭУ содержат рисунки (43%) и графику (38%). Наиболее редко встречаются в ЭУ анимация (14%) и видео (8%) (рис. 4а).

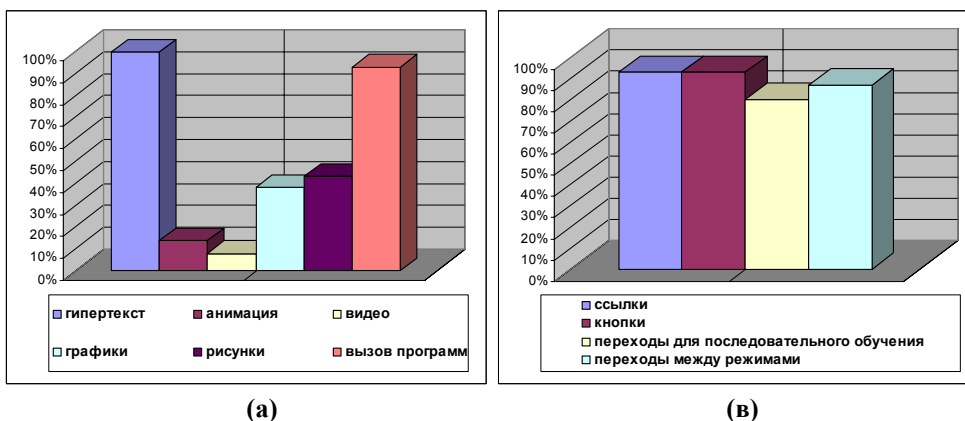


Рис. 4. Представление информации и навигация в электронных учебниках

4. *Навигация.* Критерий позволяет установить, как осуществляется управление внутри ЭУ и какие элементы интерфейса (ссылки, кнопки, переходы) используются для этой цели. Для навигации по ЭУ широко применяются ссылки и кнопки (93%). 87% учебников предусматривают возможность перехода из одного режима работы в другой. В то же время 80% ЭУ предлагают студенту последовательное изучение учебного материала (рис. 4в).

5. *Технологии реализации.* Критерий позволяет определить языки и средства, используемые для реализации ЭУ. Наиболее часто при создании учебников используют язык HTML (80%), но применяют и другие технологии: Macromedia Flash – 73%, JavaScript – 67%, MySQL – 47%, PHP – 40%, Java – 13% (рис. 5а).

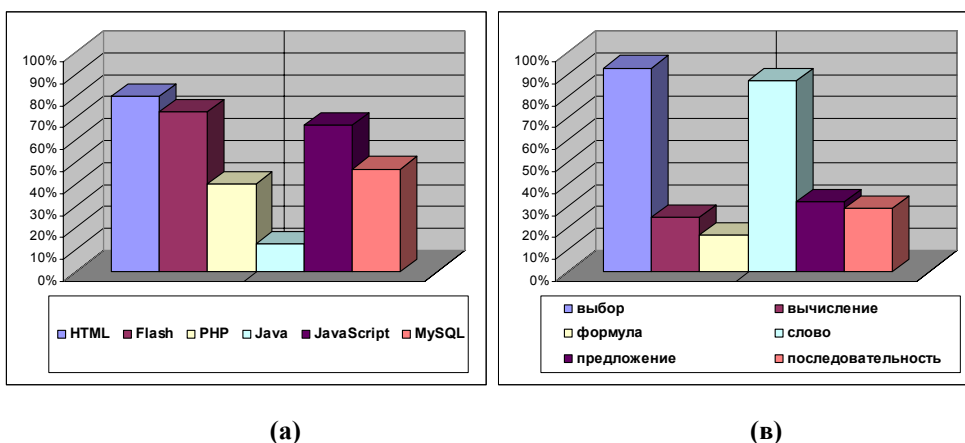


Рис. 5. Технологии реализации и типы вопросов в электронных учебниках

6. *Типы заданий.* Критерий позволяет определить типы вопросов и заданий, предусмотренных для самоконтроля и тестирования. Практически во всех ЭУ используются вопросы типа «меню» (93%). Достаточно часто встречаются задания типа «ввод слова» (87%). Некоторые ЭУ содержат и задания других типов: «ввод предложения» - 32%, «последовательность» - 29%, «вычисление» - 25%, «формула» - 17% (рис. 5в).

На основе сравнительного анализа электронных учебников можно сделать следующие выводы:

- основными режимами работы, используемыми в ЭУ, являются обучение (учебный материал и примеры), самоконтроль, контроль знаний или тестирование, справочник и помощь;
- большинство ЭУ предусматривает регистрацию пользователей, причем возможны такие классы пользователей, как студент (обучаемый), преподаватель, автор и администратор;
- основными средствами представления учебного материала являются гипертекст и изображение, а также вызов специальных программ, в отдельных случаях используются анимация и видео;
- навигация между разделами ЭУ и между режимами работы осуществляется с помощью ссылок и кнопок;
- для реализации ЭУ, как правило, используется несколько языков и/или технологий. Наиболее часто применяются HTML, Macromedia Flash и JavaScript.

Концепция разработки универсального ЭУ

Разработка электронного учебника состоит из четырех этапов (Башмаков, 2003):

1) *концептуальное проектирование*. На данном этапе формируется концепция ЭУ, специфицируются его основные функции, разрабатывается архитектура и содержательная направленность, принимаются принципиальные дидактические и программно-технические решения;

2) *детальное проектирование*. Этап связан с разработкой интерфейса(ов) пользователя(ей) и структуры информационной базы, созданием шаблонов типовых информационных компонентов (кадров, страниц) и, при необходимости, прототипа ЭУ, а также – разработкой алгоритмов;

3) *реализация*. Этап предусматривает программную реализацию программного обеспечения ЭУ, подготовку и включение в информационную базу учебного материала и заданий для самоконтроля и проверки знаний, а также создание эксплуатационной документации;

4) *подготовка продукта к распространению*. На данном этапе разработанный ЭУ оформляется как коммерческий интеллектуальный продукт.

Таким образом, этап концептуального проектирования включает решение как программно-технических вопросов, так и дидактических задач (табл. 1).

Таблица 1. Основные вопросы и задачи концептуального проектирования

	Программно-технические вопросы	Дидактические задачи
1	Определение требований и спецификация функций ЭУ	Анализ требований к знаниям и умениям
2	Выбор форм и форматов представления информации	Разработка иерархической структуры учебного материала
3	Выбор инструментальных средств	Выбор психолого-педагогической стратегии и дидактических приемов
4	Разработка информационно-логической модели учебного материала	Определение типов учебных заданий и методов контроля знаний
5	Определение набора служебных функций	
6	Разработка архитектуры ЭУ	

В результате исследования представленных в сети Интернет ЭУ и опыта создания электронного учебника «Выучи HTML с нуля» были сформулированы следующие основные требования к разработке универсального ЭУ:

- электронный учебник должен обеспечивать пять режимов работы: обучение, самоконтроль, проверка знаний (тестирование), справочник и помощь, причем режим самоконтроля является составной частью режима обучения;
- режим обучения должен включать иерархически структурированный теоретический материал по курсу обучения, иллюстрированный примерами, т.е. ЭУ состоит из глав, каждая из которых может содержать несколько разделов, которые, в свою очередь, могут быть разделены на ряд параграфов;
- для проверки знаний и умений в режимах самоконтроля и тестирования должны быть подготовлены специальные задания разного типа («меню», «ввод слова», «последовательность» и др.) и детальные комментарии к возможным ответам студента на каждый предлагаемый вопрос, что позволит осуществить адаптацию в зависимости от его ответов (Зайцева, 2005);
- режимы самоконтроля и тестирования должны обеспечивать разные методы контроля знаний (Зайцева, 2004);
- справочник должен содержать список основных понятий предмета обучения с кратким описанием каждого понятия и правил его применения. Справочник может быть использован как самостоятельный режим ЭУ, так и в режимах обучения и самоконтроля;
- режим помощи должен включать информацию двух видов: тексты по правилам работы с ЭУ (назначение режимов учебника, кнопок интерфейса и т.п.); данные о среднем времени изучения каждого раздела курса, что позволит студенту (и, возможно, преподавателю) планировать процесс обучения и организовать его наилучшим образом. Помощь должна быть доступна в любой момент работы пользователя с ЭУ;
- электронный учебник должен обеспечивать навигацию между режимами работы ЭУ и отдельными разделами (главами, параграфами) учебного материала;
- электронный учебник должен обеспечивать регистрацию разных групп пользователей (студентов, преподавателей, автора и администратора), а также протоколирование их работы с ЭУ;
- электронный учебник должен поддерживать различные типы представления учебного материала (текст, изображения, анимацию и др.) и форматы данных (.doc, .pdf и т.д.).

Общая архитектура электронного учебника представлена на рисунке 6.

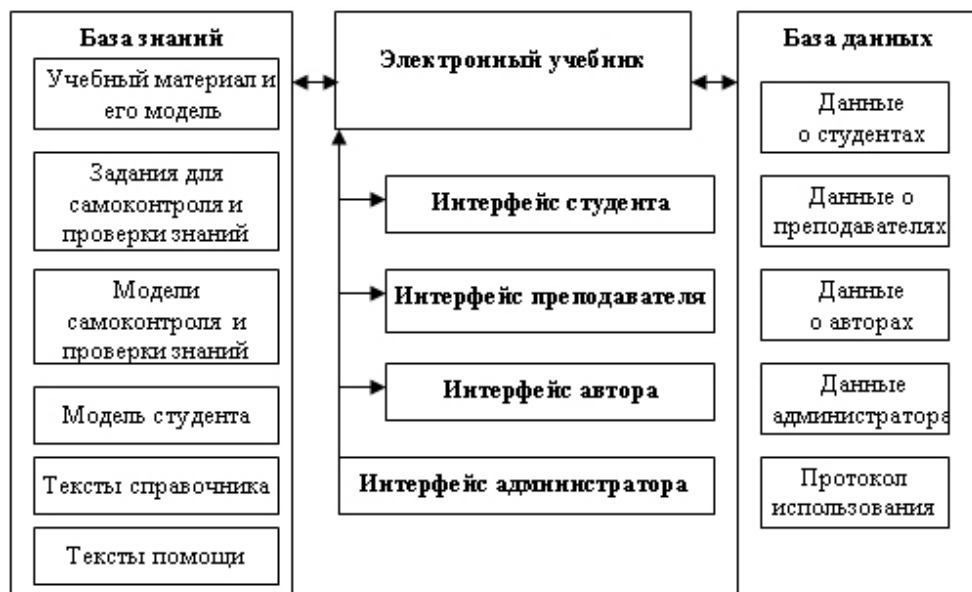


Рис. 6. Архитектура электронного учебника

Для каждой категории пользователей предусматривается отдельный интерфейс, включающий функции, необходимые данной группе пользователей. Так, преподавателю предоставляется возможность получить информацию о работе студентов с ЭУ, результатах выполнения заданий при самоконтроле и тестировании, а также он может выбрать метод контроля знаний (КЗ) и установить параметры КЗ (трудность и число заданий и др.) для отдельного студента или группы в целом. Автор может создавать ЭУ, т.е. вводить учебный материал, вопросы и задания разного типа и трудности, возможные ответы и комментарии к ним, тексты справочника и помощи, а также модифицировать и тестировать введенные данные. Администратор обеспечивает регистрацию пользователей и общую поддержку функционирования ЭУ. Информационная база ЭУ включает базу данных, содержащую сведения о пользователях и их работе с ЭУ, и базу знаний, в которой хранятся учебный материал, совокупность заданий, набор необходимых моделей, тексты справочника и помощи.

Такой подход позволяет разработать программное обеспечение, которое можно использовать для создания электронных учебников по различным предметам и работы с ними в среде Интернет. Именно поэтому данная разработка была названа универсальным ЭУ.

Универсальный электронный учебник

Первая очередь программного обеспечения универсального ЭУ была разработана в 2004-2005 гг. на кафедре технологий разработки программного обеспечения РТУ одним из авторов в рамках магистерской работы.

Настоящий ЭУ обеспечивает работу трех категорий пользователей: студента, преподавателя и администратора.

Студенту предоставляется возможность выбрать необходимый из имеющихся в системе ЭУ и работать с ним в одном из следующих режимов: обучение с самоконтролем; контроль (тестирование); справочник. Он также может использовать помощь и просмотреть список рекомендуемой литературы. В режиме обучения студенту разрешается выбрать для изучения любой раздел ЭУ (рис.7), воспользоваться справочником, помощью или перейти в другой режим.

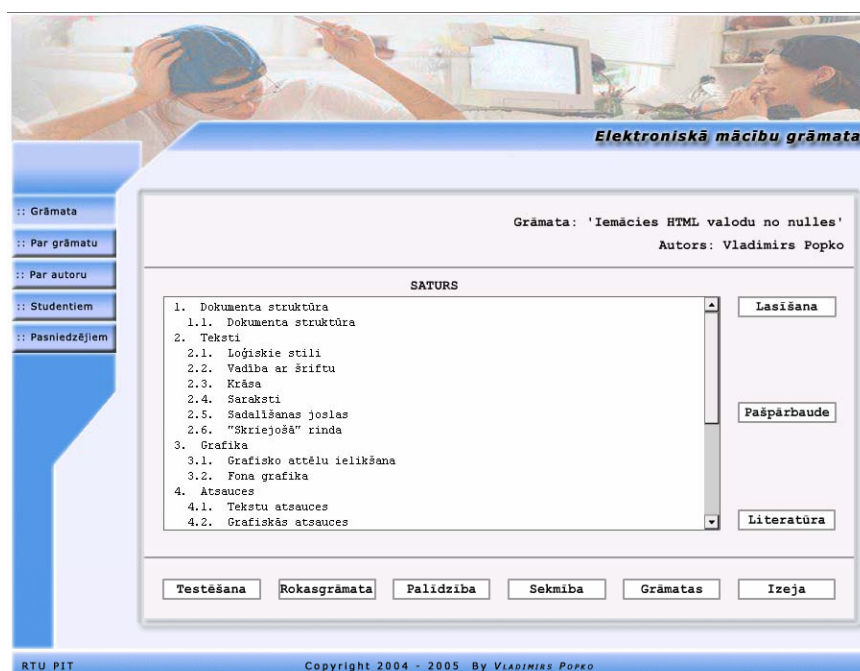


Рис. 7. Выбор раздела ЭУ в режиме обучения

При самоконтроле и тестировании студенту предоставляется возможность выбрать число генерируемых заданий, их трудность (максимальная, средняя, минимальная) и

тип («меню», «слово» и т.д.) (рис. 8а). Студент также может просмотреть хронологию своей работы с ЭУ и результаты выполнения им контрольных заданий (рис. 8в,с).

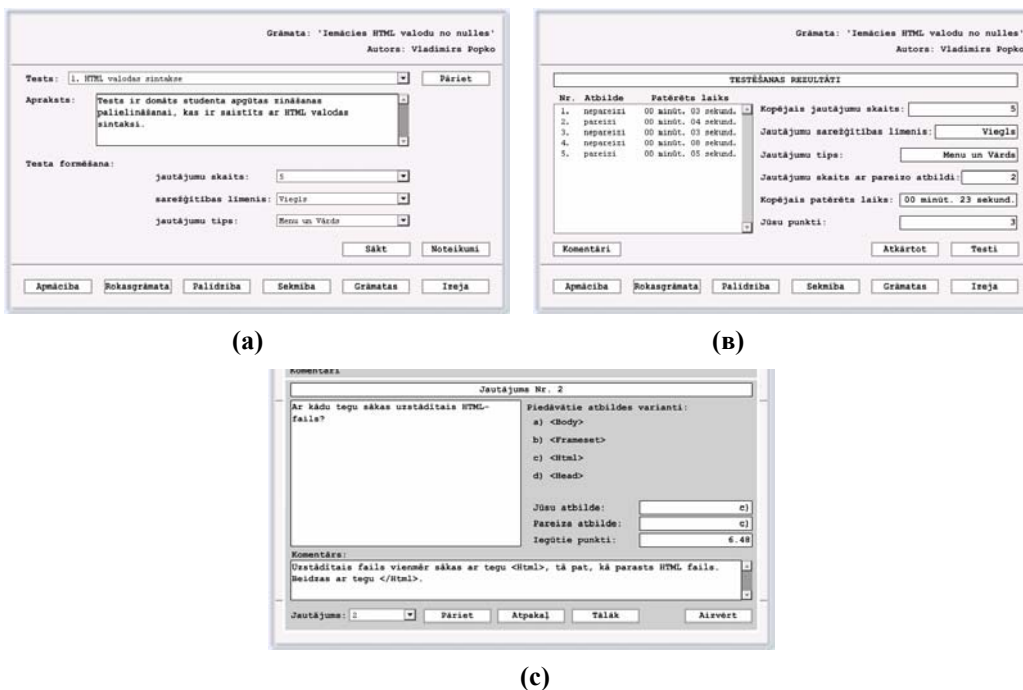


Рис. 8. Формирование набора контрольных заданий и результаты тестирования

Преподавателям система обеспечивает две основные функции – создание ЭУ и управление процессом обучения. Таким образом, преподаватель может вводить и модифицировать: учебный материал, иерархически структурируя его; примеры для иллюстрации теоретического материала; контрольные задания для самоконтроля по каждой главе ЭУ и для тестирования, задавая при этом их трудность; эталонные ответы и комментарии к ним; список рекомендуемой литературы; тексты справочника и помощи, необходимые при работе с ЭУ (рис. 9).

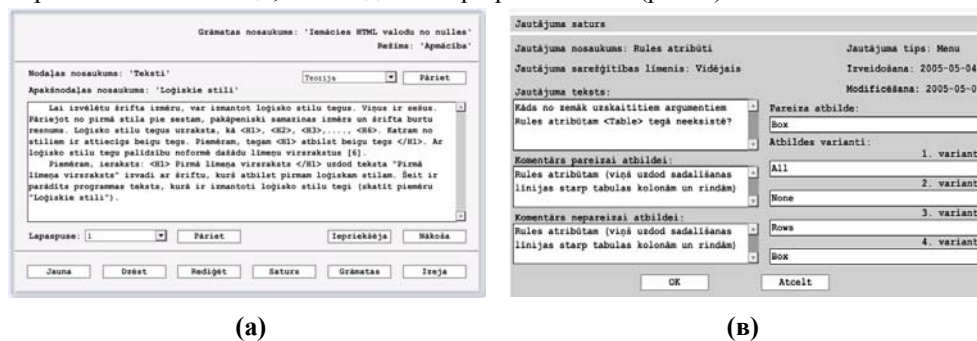


Рис. 9. Подготовка учебного материала (а) и контрольных заданий (в)

Для управления учебным процессом преподавателю необходима информация о работе студентов с ЭУ и выполнении ими контрольных заданий. Система предоставляет такую возможность, а именно, можно просмотреть как данные о работе отдельного студента (какие разделы ЭУ сколько раз и когда изучались, какие контрольные задания и насколько успешно выполнялись), так и о группе студентов в целом (рис10).

Работа администратора главным образом связана с регистрацией пользователей и ведением информационной базы системы.

В настоящее время в систему включен электронный учебник «Вьучи HTML с нуля», учебный материал которого расширен с учетом пожеланий студентов.

Увеличено также число заданий для самоконтроля и тестирования, причем для каждого задания указан его уровень трудности (максимальный, средний, минимальный).

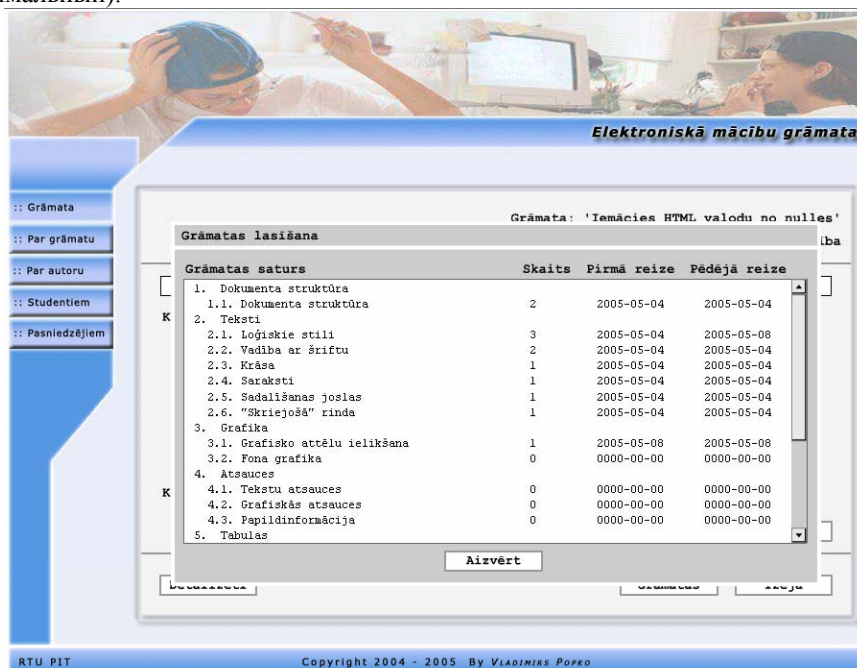


Рис. 10. Использование ЭУ студентами в режиме обучения

Опытная эксплуатация разработанного программного обеспечения в реальных условиях учебного процесса РТУ планируется с сентября 2006 года. При этом в календарный план проведения занятий по курсу «Разработка WEB приложений» включены контрольные работы по всем темам предмета с использованием ЭУ.

Во второй очереди универсального электронного учебника планируется, главным образом, расширить функции преподавателя, предоставив ему следующие возможности:

- выбор одной или нескольких тем для контроля знаний студента(ов);
- задание метода контроля (Зайцева, 2004) для конкретного или группы студентов;
- установка параметров контроля (трудность заданий, время ответа на отдельный вопрос или контрольную работу в целом и т.д.).

Студентам также будут предоставлены перечисленные функции при самоконтроле и, если не задано преподавателем, в режиме тестирования. Это позволит расширить адаптируемость системы.

Для реализации указанных функций к ЭУ надо подключить подсистему, реализующую различные методы проведения контроля знаний, и программу выставления общей оценки за контрольную работу.

Заключение

В настоящее время имеется большое количество электронных учебников по различным предметам, но большинство (67%) из них предназначены для одного пользователя – студента. Такие ЭУ применяются, в основном, при самостоятельной работе студентов, что безусловно является важным. Однако, сфера применения электронных учебников значительно шире, т.е. ЭУ должен стать неотъемлемой частью учебного процесса во всех его формах. Поэтому предпочтение следует отдать многопользовательским ЭУ, реализованным в среде Интернета, одним из которых является разработанный в РТУ электронный учебник.

Литература

- [**Башмаков, 2003**] Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
- [**Горелов, 1999**] Горелов Ю., Каймин В. Электронный учебник по информатике для виртуальных школ / Интернет. . – <http://www.ito.su/1999/III/1/18.html>
- [**Горчаков, 2004**] Горчаков Н., Третьякова О. Электронный справочник «Английский язык» / Интернет. . – <http://www.lang.ru>
- [**Гуров, 2000**] Гуров В., Гуськов А., Саргин В. Электронный учебник «Основы теории компьютеров». – М : Ксит МИФИ, 2000.
- [**Зайцева, 2002**] Зайцева Л.В., Прокофьева Н.О. Проблемы компьютерного контроля знаний // Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatrstan, Russia, 2002, – p. 102 - 106.
- [**Зайцева, 2003**] Зайцева Л.В. Модели и методы адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения // Образовательные технологии и общество. - № 6(3), 2003. – С. 204 – 212.
- [**Зайцева, 2004**] Зайцева Л.В., Прокофьева Н.О. Модели и методы адаптивного контроля знаний // Образовательные технологии и общество. - № 7(3), 2004. – 265. - 277. lpp
- [**Коротеева, 2004**] Коротеева Е., Маслов В., Щербаков С. Электронная библиотека учебников по информатике / Интернет. . – <http://books.kulichki.ru/index.php>
- [**Никитов, 2003**] Никитов А., Поздин Г. Электронный учебник “Интерактивная патологическая анатомия”. – Москва : Лаборатория интерактивных моделей, 2003.
- [**Шауцукова, 2004**] Шауцукова Л. Электронный учебник “Информатика” / Интернет. – <http://www.kbsu.ru/~book/>
- [**Dukulis, 2004**] Dukulis I., Gultniece I., Ivane A. Elektroniskā grāmata “Datorzinību pamati” / Internets. – <http://www.liis.lv/mspamati/> (на латышском языке)
- [**Joņins, 2004**] Joņins G., Sedols J. Elektroniskā grāmata “Ievads informātikā” / Internets. – <http://www.liis.lv/dik/home.htm> (на латышском языке)
- [**Mathe, 2004**] Mathe E. Electronic textbook „English Learner” / Internet. – <http://ww.englishlearner.com>
- [**Zaiceva, 2000**] Zaiceva L., Kuplis U., Prokofjeva N. Обучение в среде Интернет // Scientific Proceedings of Riga Technical University. Computer Science. Applied Computer Systems. – Vol. 3. – Riga : RTU, 2000, – p. 33 - 45. (на латышском языке)
- [**Zaitseva, 2004**] Zaitseva L., Prokofjeva N., Popko V. Electronic Textbooks in Engineering Education // Proceedings of the 18th International Conference “Systems for Automation of Engineering and Research” (SAER-2004). Varna, Bulgaria, September 24 - 26, 2004, - p. 188 - 191.
- [**Zaitseva, 2005**] Zaitseva L., Popko V. On-line electronic textbooks: using and development // Scientific Proceedings of Riga Technical University. Computer Science. Applied Computer Systems. – Vol. 3. – Riga : RTU, 2005, – 7 p. (сдана в ноябре 2004 г. и принята к публикации).