

Технология разработки адаптивных электронных учебных курсов для компьютерных систем обучения

Л.В. Зайцева

Рижский технический университет, Рига, Латвия

Larisa.Zaiceva@cs.rtu.lv

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены жизненный цикл и этапы разработки адаптивных электронных учебных курсов (ЭУК) для компьютерных систем обучения: стратегическое планирование, проектирование, реализация и тестирование. Приведены результаты исследований по определению продолжительности сеанса работы с ЭУК. Описаны дидактические метаданные объектов обучения и способы их определения, а также разработка сценариев работы с ЭУК.

The paper studies life cycle and development stages of adaptive e-learning courses for computer-based learning systems: strategic planning, design, implementation and testing. Results of research for optimal learning time determination are outlined. Didactic metadata of learning objects and methods of their definition are described. The development of learning scenarios is considered.

Ключевые слова

адаптивный электронный учебный курс, объект обучения, метаданные

Введение

Компьютерное обучение, особенно на базе Интернета, в последние годы получило широкое распространение. Компьютеры успешно применяются в учебном процессе практически во всех учебных заведениях: в средней школе, техникумах, колледжах, институтах и университетах как дополнительное, а часто и как основное средство при традиционном обучении, но главным образом, в дистанционном (Distance Education) и открытом (Open Education) образовании, а также для повышения квалификации (Life Long Learning). Многие ученые занимаются разработкой новых технологий адаптивного обучения (Oppermann, 1997; Brusilovsky, 1998; He, 2002; Зайцева, 2003), созданием универсальных и специализированных компьютерных систем и программ (Андреев, 2002; Башмаков, 2003; Galeev, 2002; Kapsel, 2007; Okamoto, 2003; Соловов, 2002; Sridharan, 2003; Virvou, 2002). Для организации и поддержки компьютерного обучения создаются и широко используются различные среды, платформы и порталы (Blackboard, ?; Duda, 2006; Kristensen, 2007; Moodle, ?; TopClass, ?; WebCT, ?; Zhang, 2007), обучающие и тестирующие программы по различным темам, исследуются и разрабатываются методы и технологии создания и применения электронных учебных курсов (Bodendorf, 2005; Bortnik, 2007; Bule, 2005; Zaitseva, 1997; Zaitseva, 2005). К сожалению, большинство программ, используя новейшие компьютерные технологии, обычно не являются адаптивными, а часто и не отвечают требованиям педагогики. Поэтому разработка адаптивных обучающих курсов на основе законов дидактики является в настоящее время актуальной задачей. Тем более, что разработка таких курсов требует значительных временных затрат – до 300 часов на один час занятия в зависимости от используемых в курсе мультимедийных средств (Rumble, 1997). Цель данной статьи – рассмотреть пошаговый процесс разработки адаптивных электронных учебных курсов.

Жизненный цикл электронного учебного курса

Аналогично другим программным продуктам жизненный цикл электронного учебного курса (ЭУК) для компьютерного обучения может быть представлен в виде каскадной модели, включающей пять основных этапов: стратегическое планирование, проектирование, реализация, тестирование, эксплуатация и сопровождение (рис. 1).

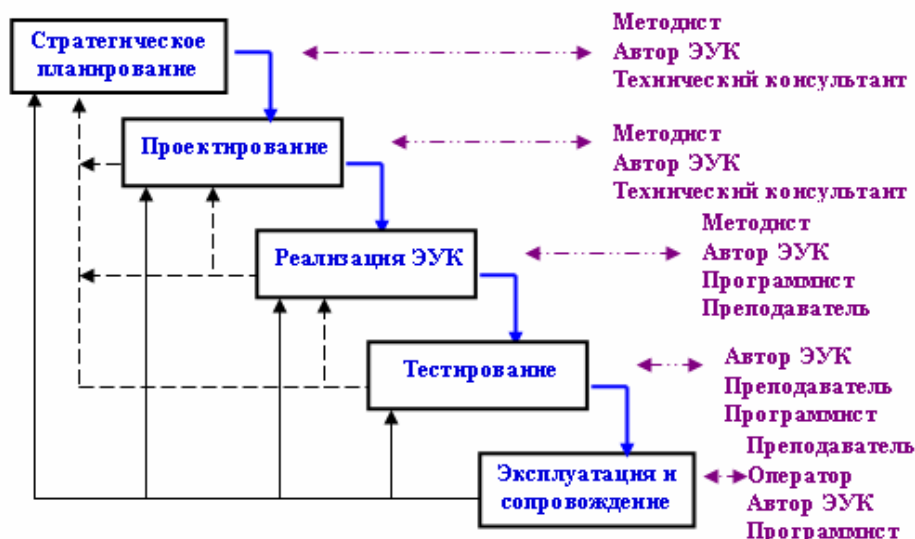


Рис. 1. Жизненный цикл электронного учебного курса

На этапе стратегического планирования определяются цель и назначение ЭУК, анализируются технические возможности его реализации, а также составляется план разработки курса. Этап проектирования предусматривает разработку структуры курса и сценариев работы с ним. Реализация включает формирование объектов обучения в соответствии со структурой курса и выбранными технологиями, а также ввод курса в систему (компьютер). На этапе тестирования проверяется правильность работы ЭУК и исправляются обнаруженные ошибки и неточности функционирования курса. Эксплуатация предусматривает использование разработанного ЭУК в учебном процессе, а сопровождение - поддержание курса в рабочем состоянии, исправление выявленных недостатков и, при необходимости, модернизацию курса.

В процессе разработки и эксплуатации электронного учебного курса участвуют (Зайцева, 1989):

- методист – лицо, являющееся специалистом в данной предметной области и занимающееся составлением структуры ЭУК и сценария(ев) обучения, подбором объектов обучения;
- автор ЭУК – лицо, являющееся специалистом по созданию электронных учебных курсов и выполняющее формирование объектов обучения в соответствии со структурой ЭУК и сценарием(ми) обучения;
- технический консультант – лицо, являющееся специалистом по обучающей системе (среде, платформе), в которой планируется реализация ЭУК;
- программист – лицо, создающее программные модули для реализации ЭУК (если это необходимо), выполняющее автоматическое тестирование ЭУК, а также модернизацию программных модулей;
- оператор – лицо, обеспечивающее ввод информации в систему и нормальное функционирование ЭУК во время занятий;
- преподаватель – лицо, использующее ЭУК в учебном процессе, которое также принимает участие в тестировании электронного учебного курса перед его сдачей в эксплуатацию.

Стратегическое планирование

Данный этап разработки электронного учебного курса включает две фазы: анализ и планирование ЭУК и планирование процесса его разработки как программного продукта. Вторая фаза предусматривает составление календарного плана разработки ЭУК, включающего перечень работ по созданию курса, лиц, ответственных за выполнение каждой из них, сроков (и методов) верификации и валидации и т.д. Эта фаза аналогична планированию разработки любого программного продукта и поэтому в настоящей работе не рассматривается.

Анализ и планирование ЭУК. Под электронным учебным курсом будем понимать набор объектов обучения, реализованных с использованием современных компьютерных технологий (аудио, видео, анимация и т.д.) и объединенных в сценарий обучения, который предназначен для изучения определенной темы учебного предмета. Объект обучения (ОО) – это электронный источник, который уникально обозначен метаданными и может быть использован (причём многократно) для поддержки и улучшения организации процесса обучения (Learning objects, 2005). Объекты обучения разделяются на две основные группы: информационные (ИОО) и задачные (ЗОО) (Зайцева, 2006). Информационный ОО включает обучающую информацию по теме, сопровождаемую примерами и разъяснением. Задачный ОО содержит задание или вопрос для проверки усвоения ИОО и комментарии на возможные ответы обучаемых.

При разработке ЭУК в первую очередь следует сформулировать цель и задачи курса. Цель определяет знания и/или умения, которые должен освоить обучаемый, а также уровень их освоения. Существуют различные подходы к классификации познавательной деятельности. Например, в работах (Беспалько, 1977; Беспалько, 1989) определены следующие уровни деятельности:

- «знакомство» – уровень соответствует общим представлениям об объекте изучения;
- «репродукция» – уровень предполагает овладение основными понятиями предмета настолько, что обучаемый может анализировать различные действия и возможные исходы;
- «умение» – уровень соответствует умению применять усвоенные знания в практической деятельности для решения некоторого класса задач;
- «трансформация» – уровень предполагает, что обучаемый способен делать выводы и решать неизвестные ему ранее задачи.

Задачи курса конкретизируют цель и способы её достижения. В задачах рекомендуется определить:

- 1) тип электронного учебного курса (адаптивный, частично адаптивный, неадаптивный);
- 2) перечень понятий темы, рассматриваемых в ЭУК, а также форму их представления;
- 3) степень детальности изложения учебного материала (УМ);
- 4) сферу использования и предназначения курса (круг обучаемых);
- 5) примерное количество заданий и/или вопросов для закрепления учебного материала;
- 6) количество заданий и/или вопросов, позволяющих однозначно определить уровень освоения темы (УМ).

На данном этапе целесообразно составить план работы с курсом, указав входящие в него понятия и планируемое время изучения каждого из них, а также примерное время изучения курса в целом (Башмаков, 2003). При этом следует учитывать особенности процесса усвоения учебного материала обучаемым, на который существенное влияние оказывает его утомляемость.

В Рижском техническом университете были проведены исследования по определению оптимального времени сеанса работы с обучающей системой, используя математическую модель управления процессом усвоения учебной информации вида (Авчухова, 1977):

$$Z(t) = \varphi (1 - e^{-\lambda t}),$$

где $Z(t)$ – количество усвоенной обучаемым информации в семантических единицах текста (сетах);

t – время поступления информации; $\dot{Z}(t)|_{t=0} = 0$;

Φ – параметр модели, определяющий максимальное количество информации, остающейся в памяти человека в процессе непрерывного обучения;
 Ψ – параметр модели, характеризующий утомляемость обучаемого.

На основе полученных экспериментальных данных были рассчитаны параметры модели $\Psi = 0,0270$ (1/мин), $\Phi = 121,74$ (сета) и $T = 1 / \Psi = 37$ мин. (время, за которое скорость усвоения информации уменьшается в ϵ раз), а также определены изменение скорости приращения усваиваемой информации (рис. 2) и значения параметра Ψ в различные периоды учебного года (рис. 3).

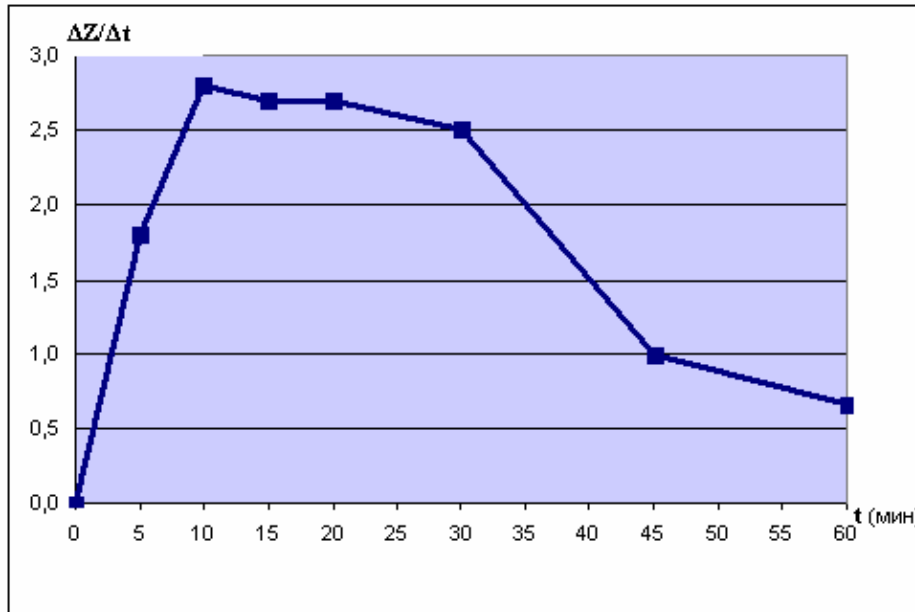


Рис. 2. Изменение скорости приращения усваиваемой информации

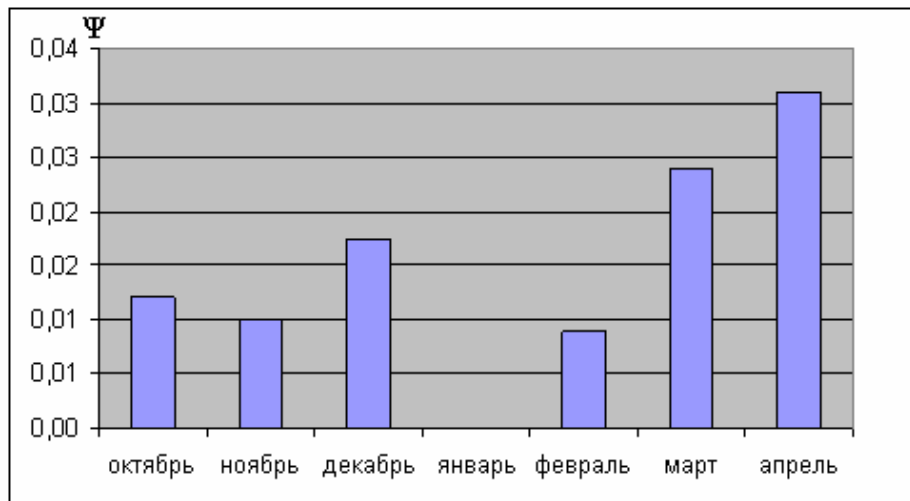


Рис. 3. Значения величины Ψ в различные периоды учебного года

По результатам проведенных исследований, подробно описанных в работах (Зайцева, 1981; Зайцева, 1989), можно сделать следующие выводы:

- продолжительность одного сеанса работы с ЭУК должна составлять 35 – 40 минут (рассчитанное рекомендуемое время $T = 37$ мин.);
- наиболее важные понятия и наиболее трудные задания следует выдавать обучаемым в интервале от 10 до 25 минут с момента начала занятия.

Данные рекомендации следует учитывать при разработке ЭУК, т.е. время изучения курса не должно превышать 40 минут или, что в ряде случаев может быть предпочтительнее, изучение отдельного понятия курса не должно превышать 35 – 40 минут.

На этапе стратегического планирования также осуществляется предварительный подбор учебного материала для ИОО и заданий для закрепления учебного материала и выбор формы их представления (видео, аудио, текст и т.п.). Можно использовать имеющиеся (reusable) ИОО и ЗОО, если такие доступны.

Таким образом, результатом данного этапа разработки ЭУК являются: цель и задачи курса; план работы с курсом; предварительный набор информационных и задачных объектов обучения; календарный план разработки ЭУК (рис. 4). Основную работу на данном этапе выполняет методист совместно с автором ЭУК, при необходимости обращаясь к техническому консультанту.

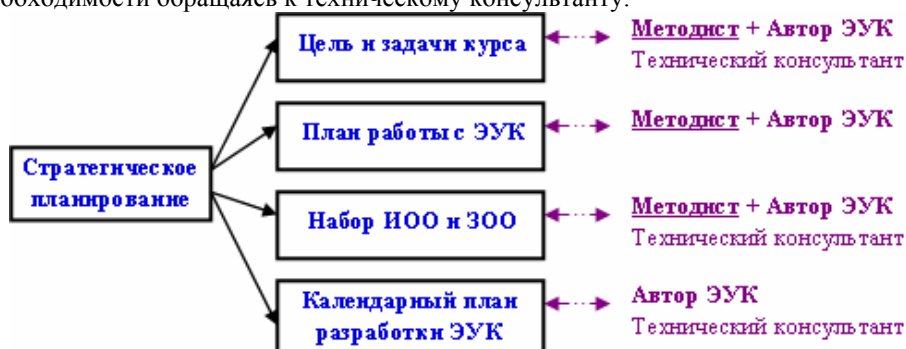


Рис. 4. Результаты этапа стратегического планирования

Проектирование ЭУК

Этап проектирования, предусматривающий разработку структуры курса и сценариев работы с ним, включает четыре фазы: разработка модели темы, изучаемой в создаваемом ЭУК; разработка структуры курса; определение метаданных объектов обучения; разработка сценариев работы с ЭУК.

Разработка модели темы. Модель темы используется для определения последовательности изучения входящих в нее тем и представляет собой ориентированный граф с нагруженными ребрами. Множество вершин графа соответствует понятиям темы, множество ребер – связям между ними, а весовые коэффициенты ребер указывают степень связи между понятиями (Зайцева, 2003). Используя математические методы можно определить оптимальный путь прохождения вершин графа, который и является оптимальной последовательностью изучения понятий темы. Такой подход соответствует адаптивной технологии “Построение последовательности обучения” (Curriculum sequencing) (Brusilovsky, 1998).

Разработка структуры курса. Структура курса разрабатывается на основе модели темы. При этом используется принцип декомпозиции. Архитектура курса может быть представлена в одном из трех вариантов:

- линейная – понятия темы изучаются последовательно, т.е. сначала обучаемому выдается информационный объект обучения (ИОО), содержащий учебный материал, а затем несколько задачных (ЗОО) для закрепления УМ (рис. 5а);
- разветвленная, которая используется, когда понятия темы не связаны друг с другом и могут быть изучены в произвольной последовательности. В этом случае выбор последовательности их изучения предоставляется обучаемому (свойство адаптируемости) (рис. 5б);
- комбинированная – объединяет оба предыдущих варианта, т.е. некоторые понятия изучаются последовательно, а порядок изучения остальных выбирается обучаемым.

Курс завершается рядом контрольных ЗОО (КОО) для проверки усвоения темы.

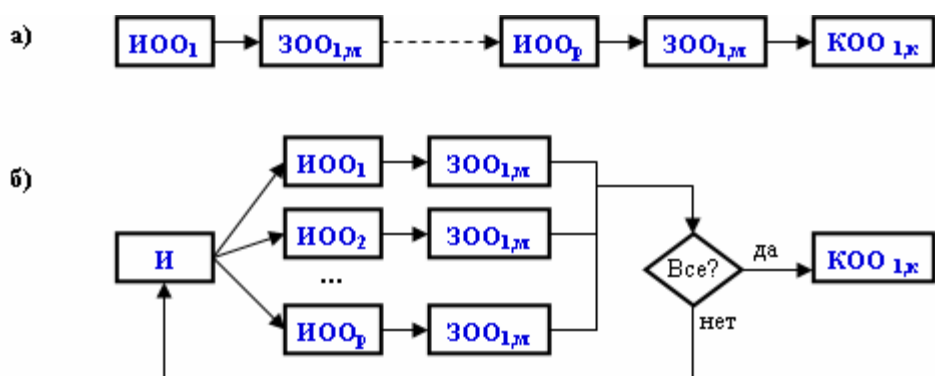


Рис. 4. Архитектура ЭУК

На следующем шаге детально проектируется каждая связка ИОО – ЗОО. ИОО может содержать информацию разных видов и степени детальности: краткую информацию об объекте изучения; поясняющий пример; расширенную информацию об объекте изучения; подробную информацию об объекте изучения; подробное пояснение примера (Зайцева, 2006) и др., каждая из которых может быть предусмотрена для различных групп обучаемых в зависимости от их характеристик, хранимых в модели обучаемого. Учебный материал, включаемый в ИОО, делится на отдельные кадры, уточняется содержание каждого из них и форма его представления. В детальный проект также надо включить все ЗОО, следующие за ИОО и используемые для закрепления учебного материала, возможно, предусмотрев для каждого дополнительный наводящий вопрос и помощь при выполнении задания.

Если для демонстрации учебного материала или выполнения задания (например, работа с моделями) необходимо написание программного модуля, составляется спецификация требований к нему.

Определение метаданных объектов обучения. В проекте стандарта IEEE (IEEE, 2002) определены девять категорий, включающих в целом 40 различных метаданных: наименование ОО, описание, язык, платформа, размер, возраст обучаемых, время изучения и др. Методы регистрации перечисленных в (IEEE, 2002) метаданных описаны в работе (Dahl, 2007). Представленные в (IEEE, 2002) метаданные способствуют повторному использованию ОО, но для создания адаптивных ЭУК их недостаточно. Поэтому при разработке ЭУК целесообразно использовать дополнительные метаданные – дидактические характеристики ОО. К ним относятся: трудность (представлена в (IEEE, 2002)), сложность, значимость и спецификация.

Трудность отражает степень трудности усвоения УМ или выполнения задания для обучаемых и определяется по результатам экзаменов, зачетов и контрольных работ. В (IEEE, 2002) определены пять значений трудности ОО: очень легкий, легкий, средний, трудный, очень трудный (very easy, easy, medium, difficult, very difficult), которая задается константой от 1 до 5. В работе (Зайцева, 1989) описан метод определения трудности заданий по трехбалльной шкале (минимальная, средняя, максимальная), который может быть использован и для рекомендуемой IEEE пятибалльной шкалы. В общем случае можно принять следующие значения трудности ОО:

- очень легкий (1) – ОО правильно выполняют не менее 80% обучаемых;
- легкий (2) – ОО правильно выполняют 61-80% обучаемых;
- средний (3) – ОО правильно выполняют 41-60% обучаемых;
- трудный (4) – ОО правильно выполняют 21-40% обучаемых;
- очень трудный (5) – ОО правильно выполняют не более 20% обучаемых;

Трудность ЗОО может быть изменена по мере работы обучаемых с ЭУК.

Сложность отражает степень сложности УМ или задания и определяется по модели предмета, которым является ориентированный граф. Для этого выделяется подграф с конечной вершиной – ОО, сложность которого требуется определить. Число дуг подграфа суть сложность ОО, т.е. сложность $S = \sum d_i$ ($i=1, n$), где d_i – дуга подграфа. Данная характеристика нами не использовалась из-за трудоемкости ее определения и неполной ясности ее применения.

Значимость рассматривается в смысле значения данного ОО для дальнейшей практической работы и изучения последующих ОО. Значимость ОО Z_1 для практической работы можно определить методом экспертного опроса (Зайцева, 1989), а значимость Z_2 для изучения последующих ОО – используя модель предмета (ориентированный граф с нагруженными ребрами). Для этого выделяется подграф с конечной вершиной – ОО, значимость которого требуется определить. Значимость Z_2 вычисляется по формуле $Z_2 = \sum w_i$ ($i=1,n$), где w_i – весовой коэффициент i -ой дуги графа, указывающий степень связи объектов обучения. Так как диапазон полученных значений достаточно велик, то для перехода к пяти- или трехбалльной шкале максимальное значение следует принять за 100% и определить значимость, например, аналогично определению трудности. Значимость ОО $Z = \max(Z_1, Z_2)$.

Так, если модель предмета, включающая девять ОО представлена на рисунке 5, то сложность объекта обучения 6 (вершина графа) определяется из подграфа G_1 : $S(6) = \sum d_i = 5$, а значимость для изучения последующих ОО – из подграфа G_2 : $Z_2(6) = \sum w_i = 13$.

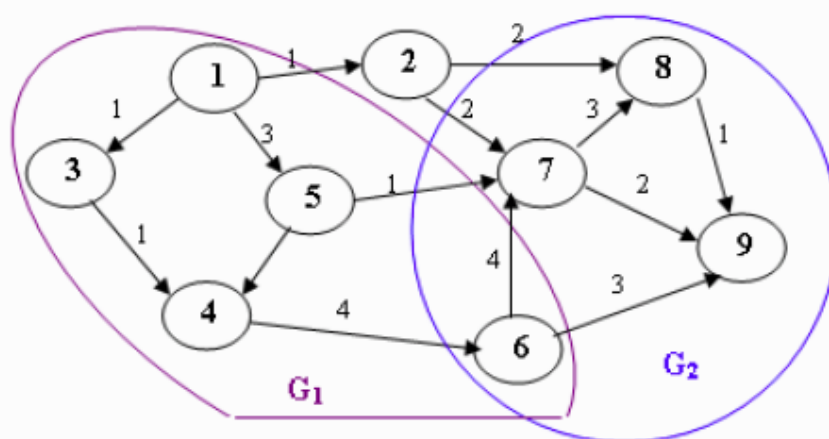


Рис. 5. Графовая модель учебного предмета

Спецификация указывает специфику ОО, определяется по его типу и может иметь одно из четырех значений (Зайцева, 1989):

- определение – терминологическая информация или задание на знание терминологии;
- строение – информация о правильности написания, представления, изображения объекта учебного предмета или задание на конструирование объекта;
- правило – информация, поясняющая использование объектов учебного предмета или задание на правильность применения объектов;
- пример – информация, иллюстрирующая определение, строение или правило, или задание на выполнение последовательности действий.

Разработка сценариев работы с ЭУК. Сценарии разрабатываются на основе структуры курса с учетом метаанных ОО. Структура ЭУК является общим сценарием курса. При разработке адаптивных ЭУК создаются сценарии для каждой группы обучаемых в зависимости от их уровня подготовленности, который является одним из параметров модели обучаемого (Zaitseva, 2003; Зайцева, 2006).

Рассмотрим разработку сценария на примере одной связки ИОО – ЗОО, которая в структуре курса определена, как показано на рисунке 6а. Информационный объект обучения (ИОО) состоит из шести составляющих: ИОО_в представляет собой видеoinформацию (например, вступительное слово преподавателя); ИОО_о – основная часть ИОО, включающая краткую учебную информацию; ИОО_п – пример, поясняющий информацию, изложенную в ИОО_о; ИОО_р – расширенная учебная информация; ИОО_д – детальная (подробная) учебная информация; ИОО_{п2} – подробное пояснение примера. Для закрепления учебной информации предусмотрено шесть заданий, имеющих следующие дидактические характеристики трудности, значимости и спецификации соответственно: ЗОО₁ – средний, максимальная, строение; ЗОО₂ – очень легкий, минимальная, определение; ЗОО₃ – средний, максимальная, пример; ЗОО₄ – легкий, средняя, пример; ЗОО₅ – легкий, средняя, правило; ЗОО₆ – трудный, средняя, правило. Требуется разработать

сценарии для трех уровней подготовленности обучаемых: «слабые», «средние», «сильные». Для этого надо установить, какие ИОО и ЗОО целесообразно включить в сценарий, предназначенный для каждой группы обучаемых. Так, для «слабых» обучаемых в сценарий следует включить учебную информацию в детальном изложении и ЗОО минимальной и средней трудности, для «сильных» достаточно краткой учебной информации, а ЗОО должны быть максимальной и/или средней трудности. Разработанные сценарии представлены на рисунке 6: «слабые» (рис. 6б), «средние» (рис. 6в), «сильные» (рис. 6г).

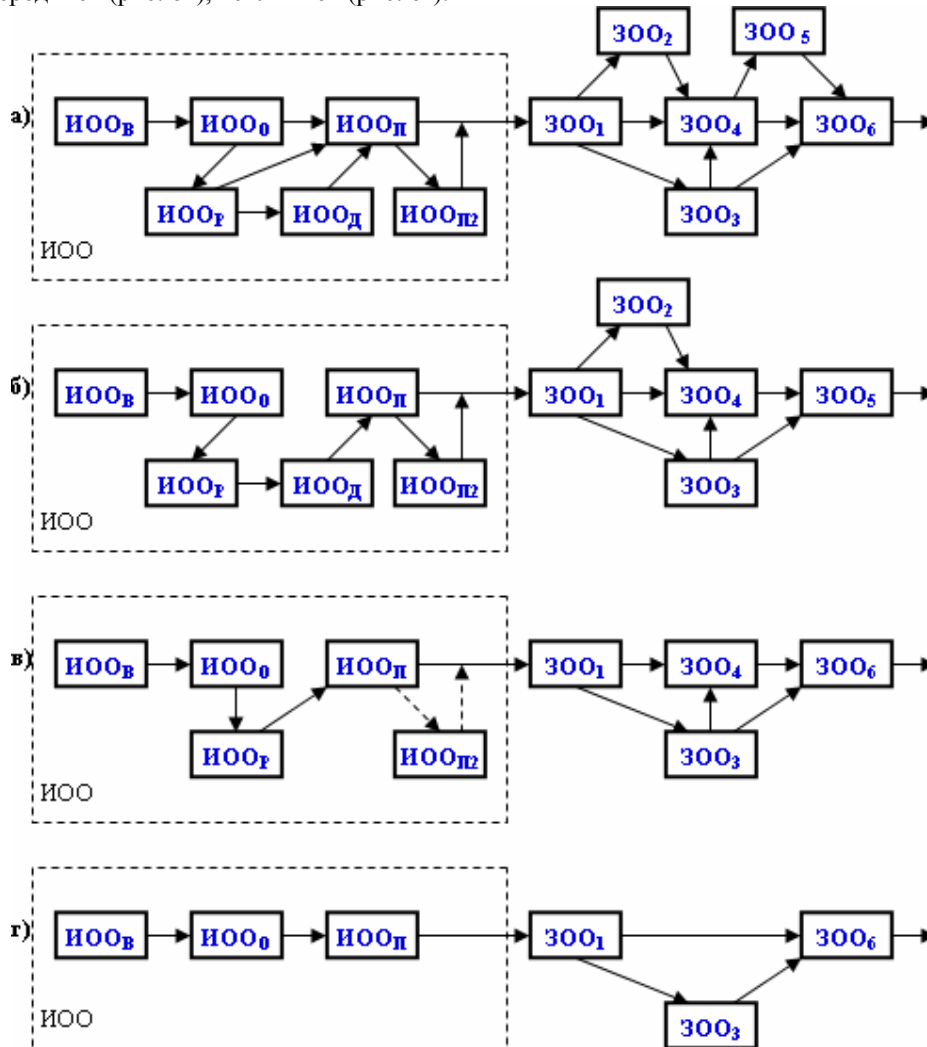


Рис. 6. Сценарии ЭУК

В развитых компьютерных обучающих системах формирование сценария работы с ЭУК для различных групп обучаемых выполняется автоматически. Для этого достаточно задать перечень ОО, включаемых в каждый сценарий, или лишь метаданные ОО, например, как это показано в таблице 1.

Таблица 1

Соответствие ОО сценариям ЭУК

Уровень подготовленности	Включаемые ИОО	Включаемые ЗОО	Трудность	Значимость
1 – «слабые»	ИОО _В , ИОО _О , ИОО _Р , ИОО _Д , ИОО _П , ИОО _{П2}	ЗОО ₁ , ЗОО ₂ , ЗОО ₃ , ЗОО ₄ , ЗОО ₅	1, 2, 3	Максимальная, средняя, минимальная
2 – «средние»	ИОО _В , ИОО _О , ИОО _Р , ИОО _П , ИОО _{П2}	ЗОО ₁ , ЗОО ₃ , ЗОО ₄ , ЗОО ₆	2, 3, 4	Максимальная, средняя
3 – «сильные»	ИОО _В , ИОО _О , ИОО _П	ЗОО ₁ , ЗОО ₃ , ЗОО ₆	3, 4, 5	Максимальная, средняя

Уровень подготовленности обучаемых, для которых предназначен ОО, можно также указать при определении метаданных ОО. В любом случае видео и аудио ОО следует включить в каждый сценарий.

Математическая модель автоматического формирования сценариев описана в работах (Зайцева, 1981; Зайцева, 1989) и была использована в АОС «Контакт» для создания многоуровневых обучающих программ.

К этапу проектирования относится также разработка интерфейса пользователя, которая здесь не рассматривается, т.к. при реализации ЭУК в компьютерной системе обучения интерфейс, как правило, разработан заранее и может быть использован для любых курсов.

Таким образом, результатом этапа проектирования являются: модель и последовательность изучения понятий темы; структура курса и форма представления каждого ОО; метаданные ИОО и ЗОО; сценарии работы с ЭУК (рис. 7).

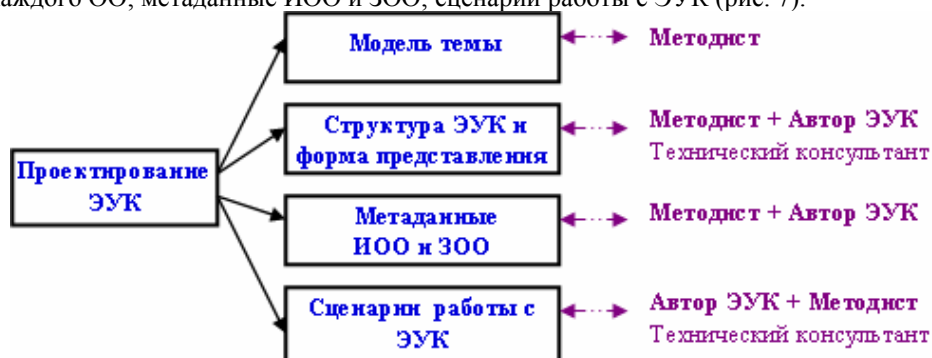


Рис. 7. Результаты этапа проектирования

Реализация ЭУК

Данный этап разработки ЭУК, предусматривающий формирование объектов обучения в соответствии со структурой курса и выбранными технологиями и ввод их в систему, включает четыре фазы: создание видео- и аудио- ОО; создание текстовых и графических ОО; создание программных модулей; интеграция созданных ОО и модулей в ЭУК.

Создание видео и аудио ОО. Для создания небольших видеофрагментов (ОО) достаточно иметь видеокамеру, а для записи звука – соединенный с компьютером микрофон. Если в ЭУК предполагается включить продолжительную по времени видеоинформацию, например, лекцию, то необходимо специально оборудованное помещение с терминалом преподавателя. Создание видео лекций подробно описано в работе (Bodendorf, 2005). При разработке адаптивных ЭУК целесообразно подготовить аудио- и видеоинформацию для разных групп обучаемых.

Создание текстовых и графических ОО. На данном шаге реализации ЭУК в компьютер вводится текст ранее подготовленных информационных и задачных ОО, который, при необходимости, дополняется схемами, рисунками и т.п., а также анализируется расположение информации на экране. Размер ИОО не должен быть большим – рекомендуется разместить информацию на одном-двух экранах. В отдельных случаях для наименее подготовленных обучаемых можно предусмотреть третий экран с подробным объяснением примеров использования изучаемого понятия. К данной фазе реализации ЭУК относится также подготовка презентаций, если они предусмотрены в структуре курса.

Создание программных модулей. Разработка программных модулей необходима для имитационного моделирования изучаемых в курсе систем и процессов, для проверки правильности выполнения обучаемым отдельных заданий и т.д. Если в ЭУК предполагается использовать мультипликацию, то требуется создать и такие фрагменты курса. В общем случае данная фаза реализации ЭУК не является обязательной.

Интеграция ОО и модулей в ЭУК. Интеграция предусматривает объединение в ЭУК созданных на предыдущих фазах этапа реализации ОО, программных модулей и

других материалов. Интеграция выполняется на основе разработанных ранее сценариев работы с курсом. В развитых компьютерных обучающих системах, обеспечивающих на базе сценария и метаданных ОО автоматическое формирование ЭУК при его использовании, созданные ОО помещаются в базу данных, а сценарии – в базу знаний системы.

На данном этапе также уточняется предназначенный для обучаемых план работы с курсом, разработанный на этапе стратегического планирования.

Таким образом, результатом этапа реализации являются: видео-, аудио-, текстовые и графические ОО, созданные программные модули и презентации (если необходимы), которые могут быть использованы повторно, а также электронный учебный курс и план работы с ним (рис. 8).

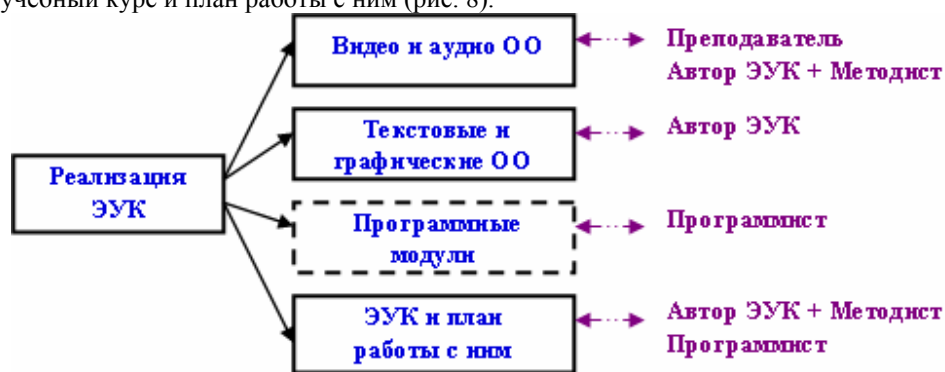


Рис. 8. Результаты этапа реализации ЭУК

Тестирование ЭУК

На этапе тестирования проверяется правильность работы ЭУК и исправляются обнаруженные ошибки и неточности функционирования курса. Можно выделить два аспекта тестирования: педагогический и технический (Sukhorukov, 2007). Технический аспект связан с проверкой работы программных модулей, созданных при разработке курса. Такая проверка аналогична тестированию любых программных продуктов и здесь не рассматривается.

Педагогический аспект тестирования предусматривает проверку правильности функционирования ЭУК в соответствии с разработанными сценариями. При тестировании ЭУК надо проверить последовательность и правильность:

- выдаваемого обучаемому учебного материала (ИОО) и заданий (ЗОО) для проверки его усвоения, учитывая, что учебный материал и задания могут быть представлены в различной форме (текст, графика, мультимедиа и др.);
- комментариев, выводимых обучаемому в зависимости от результата выполнения задания или ответа на вопрос;
- перехода к следующему объекту обучения (ИОО или ЗОО);
- вычисления набранных обучаемым баллов и выставления оценки и т.д.

Обычно эту работу выполняет автор ЭУК, проверяя различные сценарии диалога обучаемого с ЭУК. Иногда в тестировании участвует и преподаватель, который будет использовать курс. В некоторых системах для педагогического тестирования учебного курса предусмотрен специальный класс пользователей – эксперт (WebСТ, ?).

Для адаптивных курсов, особенно при автоматической генерации сценария в процессе работы обучаемого с ЭУК, число вариантов прохождения курса достаточно велико, и проверка всех возможных путей прохождения курса требует очень много времени. Поэтому целесообразно автоматизировать этот процесс, используя, например, управляемый данными метод тестирования (Sukhorukov, 2007), который позволяет автоматически проверить все возможные пути прохождения курса. В этом случае правильность ИОО и ЗОО проверяется автором ЭУК, а сценарии работы с курсом – с использованием методов автоматического тестирования.

Таким образом, результатом данного этапа является готовый к использованию ЭУК.

Заключение

Описанная технология разработки ЭУК может быть использована для создания курсов, предназначенных для обучения, упражнений (тренинга) и контроля знаний. Используя данный подход в Рижском техническом университете был разработан курс «Модели разработки программного обеспечения», включающий 13 информационных и 56 задачных ОО и предназначенный для изучения шести классических моделей (каскадная, прототипа, инкрементальная, исследовательское программирование, формальная трансформация, сборка из повторно используемых компонентов). В настоящее время курс проходит опытную эксплуатацию.

На этапе эксплуатации необходимо решить вопрос применения ЭУК в учебном процессе. Возможны различные варианты использования курсов:

- полностью самостоятельное изучение темы обучаемыми. ЭУК, как правило, разрабатываются именно для этой цели;
- дополнительное средство обучения. «Слабым» обучаемым работа с ЭУК поможет лучше усвоить учебный материал;
- самоконтроль и упражнения. В этом случае ЭУК полезен для закрепления изложенного на лекции учебного материала и/или приобретения умений и навыков;
- контроль знаний.

Вопрос применения ЭУК каждый преподаватель обычно решает самостоятельно, хотя было бы полезно сопроводить разработанный ЭУК рекомендациями преподавателю по его использованию.

Несмотря на то, в области разработки и применения ЭУК в мире достигнуты значительные успехи, многие проблемы еще недостаточно изучены. Планируемые нами направления дальнейших исследований предполагают следующее:

- определение времени, необходимого обучаемому для отдыха при работе с ЭУК, т.к. скорость усвоения информации резко падает после 30 минут работы (рис. 2);
- оценка эффективности применения ЭУК в учебном процессе, используя методы анкетирования и анализа изменения успеваемости обучаемых. Полезно было бы оценить также экономическую эффективность применения ЭУК и трудозатраты преподавателей;
- использование управляемого данными метода автоматического тестирования адаптивных ЭУК и оценка целесообразности его применения с точки зрения трудозатрат и времени тестирования.

Литература

[Авчухова, 1977] Авчухова Р.Э., Бреслав И.Б. Количественная мера учебного материала // Математика. – 1977. – Вып. 7, – с. 21 – 27

[Андреев, 2002] Андреев А.Б., Акимов А.В., Усачев Ю.Е. Экспертная система анализа знаний "Эксперт-ТС" // Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatarstan, Russia, 2002, – p. 97 - 101

[Башмаков, 2003] Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.

[Беспалько, 1977] Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. Проблемы и методы психолого-педагогического обеспечения технических обучающихся систем. – Воронеж : Воронежск. ун-т, 1977. – 304 с.

[Беспалько, 1989] Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.

- [Зайцева, 1981] Зайцева Л.В. Автоматизированное управление на базе иерархического комплекса моделей в человеко-машинных об-учающих системах: Дисс. канд. техн. наук. – Рига: РПИ, 1981. – 202 с.
- [Зайцева, 1989] Зайцева Л.В., Новицкий Л.П., Грибкова В.А. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ. – Рига: Зинатне, 1989. – 174 с.
- [Зайцева, 2003] Зайцева Л.В. Методы и модели адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения // Educational Technology & Society. - Nr. 6(3), 2003, – с. 204 – 212
- [Зайцева, 2006] Зайцева Л.В., Буль Е.Е. Адаптация в компьютерных системах на базе структуризации объектов обучения // Образовательные технологии и общество. – № 9(1), 2006, – с. 422 – 427
- [Соловов, 2002] Соловов А.В. Дидактика и технология электронного обучения в системе КАДИС // "Индустрия образования", №6.- М.: МГИУ, 2002, – с. 54 – 64
- [Blackboard, 2007] Blackboard » Educate. Innovate. Everywhere. / Internet. - <http://www.blackboard.com/us/index.Bb>
- [Bodendorf, 2005] Bodendorf F., Gotzelt K.-U., Schertler M., Soy M. Process Design for e-Teaching with Streaming Media // Advanced Technology for Learning, 2005. – Vol. 2, No. 2, – p. 66 – 75
- [Bortnik, 2007] Bortnik B.I., Kortneva T.V., Sudakova N.P., Eydinov R.M. Training Process for Remote Control Concept in Contemporary Educational Technologies // Proceedings of the 4th International Conference “Contemporary Issues in Higher Education: Pedagogical Aspects of Emerging Methodologies in Higher Education. September, 3-6, 2007, Ariel University Center of Samaria, Israel, – p. 66 – 72
- [Brusilovsky, 1998] Brusilovsky P. Adaptive Educational Systems on the World-Wide-Web: A Review of Available Technologies // Proceedings of Workshop “WWW-Based Tutoring” at the 4th International Conference on Intelligent Tutoring Sysytems (ITS’98). San Antonio.
- [Bule, 2005] J.Bule, L.Zaitseva. Computer-based learning process organization // Proceedings of the International Conference „Knowledge Society Challenges for e-Learning”, May 26-27, 2005. Kaunas, Lithuania, – p. 185 – 189
- [Dahl, 2007] Dahl D., Vossen G. Learning Object Metadata Generation in the Web 2.0 Era // Proceedings of the IADIS International Conference e-learning 2007. – Vol. I. Lisboa, Portugal, July, 6-8, 2007, – p. 107 – 114
- [Duda, 2006] Duda A., Hajzer L., Samuelis L. A Multiagent e-learning system based on the SASAL architecture // Proceedings of the First International Conference “New Information Technologies in Education for All (ITEA-2006)”, Ukraine, IRTC, 29-31 May 2006, Kiev, – p. 329 – 334
- [Galeev, 2002] Galeev I., Sosnovsky S., Chepegin V. MONAP-II: the analysis of quality of the learning process model // Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatrstan, Russia, 2002, – p. 116 - 120
- [He, 2002] He S., Kinshuk, Hong H., Patel A. Granular Approach to Adaptivity in Problem-based Learning Environment. // Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT-2002). 9–12 September, 2002. Kazan, Tatarstan, Russia, – p. 3 – 7
- [IEEE, 2002] IEEE 1484.12.1-2002. Draft Standard for Learning Object Metadata / Internet. - <http://ltsc.ieee.org/wg12/20020612-Final-LOM-Draft.html>
- [Learning objects, 2005] Learning objects: What? // Center for International Education. http://www.uwm.edu/Dept/CIE/AOP/LO_what.html
- [Kapsel, 2007] Kapsel L., El Alami M., garot D., Zampunieris D. A new software arhitecture for learning managemrnt systems with SCORM support // Proceedings of the IADIS International Conference e-learning 2007. – Vol. II. Lisboa, Portugal, July, 6-8, 2007, – p. 8 – 11
- [Kristensen, 2007] Kristensen T., Lamo Y., Mughal K., Tekle K.M., Bottu A.K. Towards a Dynamic, Content based e-Learning Platform // Proceedings of the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE 2007). October, 8-10, 2007, Beijing, China, – p. 107 – 114
- [Moodle, ?] Moodle / Internet. - <http://moodle.org>

- [**Okamoto, 2003**] Okamoto T., Kayama M., Seki K., Matsui T. Knowledge Management Oriented e-Learning System and its Evaluation through a Cooperative Linkage between university and Industry // Proceedings of the International Conference “Advanced Learning Technologies and Applications” (ALTA’03). Kaunas, Lithuania, September 11-12, 2003, – p. 6 – 13
- [**Oppermann, 1997**] Oppermann R., Rashev R., Kinshuk. Adaptability and Adaptivity in Learning Systems/Internet. -http://fims-www.massey.ac.nz/~kinshuk/papers/kt97_gmd.html
- [**Rumble, 1997**] Rumble G. The Cost and Economics of Open and Distance learning. – London: Kogan Page, 1997, p. 236
- [**Sridharan, 2003**] Sridharan B., Kinshuk. Reusable Active Learning System for Improving the Knowledge Retention and Better Knowledge Management // Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT-2003). 9–11 July, 2003. Athens, Greece, – p. 72 – 75
- [**Sukhorukov, 2007**] Sukhorukov A., Zaitseva L. Applicability of Automated Testing to E-Learning Software Validation // Proceedings of The 2007 International Conference on Engineering Education and Research (ICEER’07). Melbourne, Australia 2-7 December 2007, – p. 1 – 6
- [**TopClass, ?**] TopClass / Internet. – <http://www.wbtsystems.com>
- [**Virvou, 2002**] Virvou M., Kabassi K. F-SMILE: An Intelligent Multi-Agents Learning Environment. // Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT-2002). 9–12 September, 2002. Kazan, Tatarstan, Russia, – p. 144 – 149
- [**WebCT, ?**] WebCT. World Wide Web Course Tools 1.3.1. WebCT Educational technologies. – Vancouver, Canada / Internet. – <http://www.wbtsyct.com>
- [**Zaitseva, 1997**] Zaitseva L., J.D. Zakis. Course Development for Tutoring and Training Systems in Engineering Education. – USCCEE Mediterranean Seminar on Engineering Education. Pavia, Italy, 14-16 September 1997 // Global Journal of Engineering Education, 1997. - Vol. 1. - No.3. - P. 333 – 340
- [**Zaitseva, 2003**] Zaitseva L., Boule C. Adaptation in WBE systems based on student model // Proceedings of the IASTED International Conference “Computer and Advanced Technology in Education”. June 30 – July 2, 2003. – Rhodes, Greece, 2003, – p. 161 – 163
- [**Zaitseva, 2005**] L.Zaitseva, C.Boule. Learning systems in professional training. Workshop “Industry meets research” within the conference Interactive Computer Aided Learning ICL 2005 Villach, Austria 28 – 30 September 2005
- [**Zhang, 2007**] Zhang T., Chen S., Teraguchi N., Arai N. Construction of an e-Learning Portal by use of NetCommons // Proceedings of the 10th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE 2007). October, 8-10, 2007, Beijing, China, – p. 61 – 65