

# **Модели адаптивного управления изложением материалов в электронных курсах для дистанционного обучения**

**Д.Н. Леванов**

## **Введение**

Система образования в современных условиях приобретает ряд существенных изменений. Прежде всего, это связано с развитием информационных технологий. Качественно новый способ обмена знаниями между заинтересованными лицами обеспечивает электронное обучение. Уровень образования является одним из основных показателей благополучия граждан и процветания страны, поэтому, важным в настоящее время становится вопрос стимулирования полезного использования информационно-коммуникационных устройств с целью саморазвития. Несомненно, весомую роль в этом процессе должен возложить на себя потенциал научно-педагогических кадров. От того, как качественно и доступно будут организованы передача знаний и опыта будущим специалистам, а также взаимодействие между учебными заведениями, будет зависеть прогресс, рациональность и эффективность преодоления кризиса, в том числе дефицита кадров [1, 2, 3].

В статье представлена формализация и математическое обоснование моделей адаптивного изложения учебного контента в электронных курсах.

## **Постановка проблемы, формулирование цели и задач**

В большинстве отечественных и зарубежных систем управления обучением LMS (Learning Management Systems) уже реализована поддержка стандарта SCORM (Sharable Content Object Reference Model), который де-факто стал международным [4, 5, 6]. Между тем, предоставляемый LMS функционал учета успеваемости конкретного пользователя реализован недостаточно полно, поскольку предполагает получение только процента/балла за прохождение курса/раздела/модуля и/или тестирования. В

целях непротиворечия стандарту и отправке объективных данных в LMS, возникает необходимость в разработке новых моделей и методов анализа взаимодействия с пользователем на уровне электронного учебного курса.

Разного рода воздействия на обучающегося пользователя со стороны окружающей среды отражаются на его психофизиологическом состоянии, которым нельзя пренебрегать в момент изучения электронного курса. Так как человеческий фактор влечет серьезные последствия на транспорте, в электроэнергетике, космической отрасли и др. областях, он не может быть проигнорирован в электронном обучении. Для минимизации вероятности возникновения ситуации, когда учебные материалы недостаточно усвоены в связи с отвлеченностью внимания или забывчивостью пользователя, могут быть использованы модели адаптивного стимулирования процесса изложения контента [7].

Каждый пользователь электронного курса имеет уникальные способности к восприятию учебных материалов. Одним требуется получение краткой справочной информации, другим – детальные разъяснения. Важной становится задача реализации возможности управления траекториями изложения контента. Для принятия решения о том, какая информация будет наиболее приемлема конкретному пользователю, могут быть использованы методы анализа индивидуальных характеристик, а также результаты тестовых мероприятий [7, 8, 9].

На основе обозначенных выше проблем сформулирована цель исследования, которая заключается в разработке моделей, имитирующих поведение преподавателя при положительной/отрицательной обратной связи. Цель предполагает решение следующих задач:

1. задача отправки объективных показателей успеваемости в систему управления обучением;
2. задача адаптивного стимулирования полного изучения пользователем материалов электронного курса с учетом человеческого фактора;

3. задача реализации адаптивного изложения учебных материалов для конкретного пользователя/категории пользователей.

### Двухфакторная модель КСАУ (классификаторы событий – анализатор управления)

Модель позволяет производить объективный расчет показателя прохождения курса, раздела или модуля.

Предположим, разработан электронный курс  $C$  (рис.1), состоящий из  $N$  слайдов  $s_0, s_1, \dots, s_N$ .

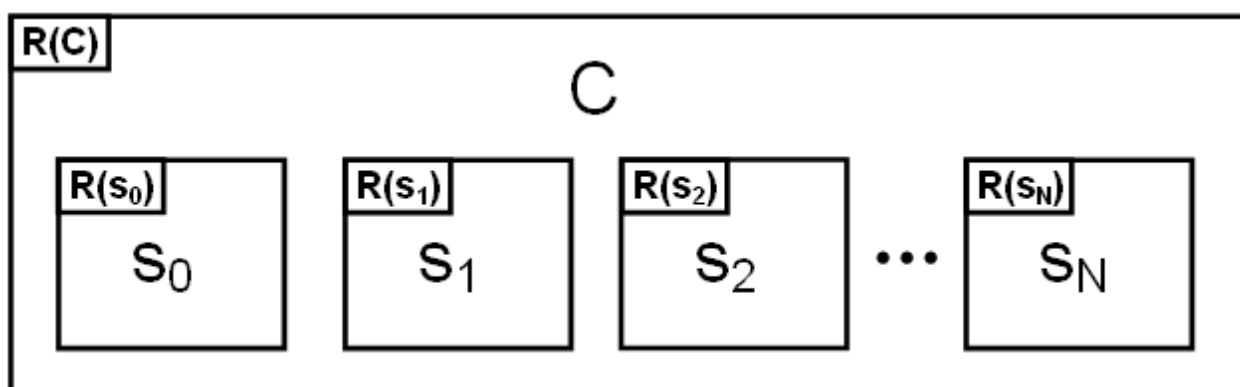


Рис. 1. – Модель курса  $C$

Необходимо определить степень проработки курса пользователем. На первый взгляд может показаться, что достаточно подсчитать сумму событий обращения к каждому слайду или, в расширенном варианте – количество кликов мышью по всем представленным на слайдах интерактивным элементам и сравнить с неким числом (именно так и делается на сегодняшний день). Однако здесь не учитывается факт, что действия могли быть совершены бездумно, материал слайда не проработан, а в статистических данных указано 100% прохождение курса. Подобная ситуация приводит к критике разработчика, так как возникает вопрос о качестве подготовки учебных материалов, поскольку результаты обучения по итогам контроля оказываются ниже уровня проработки курса пользователями.

В целях преодоления данной проблемы может быть использован анализ расширенного набора событий, предпринимаемых пользователем, таких как

время просмотра, динамика мыши, учет повторяющихся событий и т.д. Но такой подход лишь усложняет процесс разработки, увеличивая сроки и стоимость проекта. В связи с этим возникает необходимость оптимизации применяемых сегодня моделей оценки уровня проработки учебных материалов пользователями.

В качестве альтернативы используемым сегодня моделям может быть рассмотрена **двухфакторная модель КСАУ (классификаторы событий – анализатор управления)**. Модель описывает доступный и быстрый для реализации способ анализа действий пользователя при изучении электронного курса, основанный на классификации пары событий («запуск элемента» и «время взаимодействия с элементом») для всех составляющих курса, начиная с интерактивного элемента контента и заканчивая слайдом.  $R(b)$ ,  $R(t)$ ,  $R(j_0) \dots R(j_K)$ ,  $R(s_0) \dots R(s_N)$  – классификаторы событий,  $R(C)$  – функция вычисления успеваемости (анализатор управления) для передачи результата в LMS. Анализатор управления выполняет расчет величины, объективно отражающей степень проработки материалов.

Курс  $C$  содержит множество слайдов  $S$ , число которых составляет  $N = |S|$ . Множество слайдов выразим в виде характеристического предиката:  $S = \{s_i \mid i \in Z\}, 0 < |S| < \infty$ .  $Z$  – множество целых чисел. Каждый слайд электронного курса содержит интерактивные элементы контента  $J = \{j_0, j_1, \dots, j_i\}, i \geq 0, |J| < \infty, K = |J|$ , где  $K$  – количество элементов на слайде.

Слайд и каждый содержащийся на нем элемент обладают парой свойств:

$B_2 = \{b \mid b \in Z \ \& \ (b = 0 \vee b = 1)\}, |B| < \infty$  – свойство, определяющее факт совершения события обращения пользователем к слайду или какому-либо интерактивному элементу слайда. Функция вычисления результата:

$$R(b) = \begin{cases} 0, & b = 0 \\ 1, & b = 1 \end{cases} \quad (1)$$

$T = \{t \mid t \in Z \ \& \ t \geq 0\}, |T| < \infty$  – свойство, определяющее время взаимодействия пользователя с элементом [сек.]. Функция вычисления результата

$R(t) = \begin{cases} 0, t < 3 \\ 1, t \geq 3 \end{cases}$ . Время взаимодействия со слайдом предлагается рассчитывать

по формуле  $R(t_s) = \begin{cases} 0, t_s < 5 \\ 1, t_s \geq 5 \end{cases}$ .

$b_s, t_s$  – аргументы функции  $R$ , выражающие показатели успеваемости по слайду, а  $b_j, t_j$  – по интерактивному элементу контента. Алгоритм расчета успеваемости по курсу выглядит следующим образом:

$$R(C) = \sum_{i=0}^N \frac{R(s_i)}{N} \text{ [% или баллов]}$$

$$R(s_i) = \begin{cases} 0, R(b_s) = 0 \vee R(t_s) = 0 \\ 100 \cdot \sum_{k=0}^K \frac{R(j_k)}{K}, K > 0 \\ 100 \cdot R(t_s), K = 0 \end{cases}$$

$$R(j_k) = \begin{cases} 0, R(b_j) = 0 \vee R(t_j) = 0 \\ 1 \end{cases}$$

Таким образом, в отличие от подхода, используемого сегодня на практике, вводится показатель времени, позволяющий объективно оценивать пользователя. Пороговые значения 3 сек. – для интерактивных элементов и 5 сек. – для слайдов выбраны условно в качестве демонстрации и могут быть изменены исходя из специфики предметной области, которой посвящен разрабатываемый электронный учебный курс и на основе мнений экспертов – преподавателей.

### Модель ГДК

Зачастую представленные в электронных курсах материалы могут быть достаточно объемными (100 и более слайдов) и гарантировать обеспечение их полного изучения конкретным пользователем очень сложно, поскольку скрытая на некоторых слайдах информация может быть лишена подсказок (фактор ошибок разработчиков) и проигнорирована или случайно пропущена в результате отвлеченности внимания обучаемого (фактор невнимательности пользователя). Во избежание подобных казусных ситуаций и обеспечения

адаптивности учебного контента предлагается новая адаптивная модель управления последовательностью изложения материалов **ГДК – модель генерации динамического контента**, формальное описание которой состоит в следующем. Не пройденный по тем или иным причинам материал динамически размещается на следующих этапах изучения курса, возможно, даже с учетом контекста. К примеру, на слайде  $s_i$  пользователем не был пройден материал во всплывающем окне (не нажата кнопка, отвечающая за вызов всплывающего окна, и не истекло отведенное на изучение время). Тогда, на слайде  $s_{i+1}$  динамически вставляется еще один экземпляр этой кнопки и таким образом вероятность того, что данный блок информации будет пропущен обучаемым, стремится к минимуму. Такой подход может позволить значительно повысить качество электронного обучения, поскольку способствует локализации фактора ошибок разработчиков и фактора невнимательности пользователей. Существующая на сегодняшний день технологическая база позволяет реализовать предложенную модель на практике. Математическая модель ГДК в общем случае может быть выражена следующим образом:  $M(s_i)$  – функция хранения пропущенных пользователем материалов, которая принимает ссылки на интерактивные элементы контента или на слайды с характеристиками  $R(b_j) = 0 \vee R(b_s) = 0$ , что следует из (1). Обозначим через  $L(j_k), L(s_i)$  ссылки на неизученные элементы, тогда

$$M(s_i) = \begin{cases} L(s_i), R(b_{s_i}) = 0 \\ L(j_k), R(b_{j_k}) = 0 \\ 0 \end{cases}$$

Модель реализует структуру, подобно глоссарию или содержанию курса, когда в специально отведенную область памяти записываются ссылки на материалы, которые пользователь пропустил при изучении, и к которым он всегда может вернуться, получив уведомление. В результате

гарантируется полное прохождение материалов курса, если конечно пользователь в этом заинтересован.

### **Модель АУМЭК**

Разработка нескольких сценариев для одного электронного курса осложняется трудоемкостью подготовки. Связано это с необходимостью проявления творческого подхода и, как следствие, неприемлемых временных и материальных затрат. К тому же, особенности реализации индивидуального подхода с учетом базы экспертных суждений в совокупности определяют нетривиальную задачу. Поэтому, на сегодняшний день модели, разработанные по принципу нескольких вариантов сценария, ограничиваются двумя или максимум тремя вариантами изложения и требуют дополнительных обоснований с позиции как психолого-педагогических, так и эмпирических исследований на основе теории интеллектуальных систем [10, 11, 12].

В основе идеи модели **АУМЭК (адаптивное управление материалами электронного курса)** лежит следующая особенность. Каждый пользователь имеет индивидуальные способности к восприятию информации. Одним достаточно кратких справочных данных для усвоения основных положений изучаемого предмета, преподносимых посредством электронного курса, другим – требуется тщательное, подробное изложение с примерами и повторением. В связи с этим подразумевается подготовка специалистами (педагогами, психологами, экспертами предметной области, сценаристами-методистами) нескольких стратегий (сценариев) последовательности изложения материалов электронного учебного курса. В качестве критериев для переключения сценариев в процессе изучения курса в рамках модели могут быть рассмотрены следующие показатели:

1. степень проработки материала текущей единицы информации (слайда, модуля, главы);
2. результаты предварительного или промежуточного контроля знаний;

3. другие показатели, связанные с анализом психофизиологических характеристик пользователя.

При этом, оповещение пользователя о том, что последующая информация в курсе будет излагаться в подробном или упрощенном варианте может быть организовано различными способами или отсутствовать.

Таким образом, ставится задача классификации обучаемых по результатам анализа вышеперечисленных показателей на всем протяжении их взаимодействия с курсом при его прохождении. Однако, очевиден факт, что по всему множеству анализируемых параметров может быть выявлено неограниченное число категорий пользователей. То есть, с теоретической точки зрения, число категорий равно числу пользователей, изучивших курс, и возрастает с их увеличением. Но ввиду того, что число параметров может быть уменьшено путем абстрагирования в пользу наиболее существенных, а число категорий пользователей изначально заявлено, опираясь на экономическую целесообразность и здравый смысл, модель принимает реальные очертания. Приведем пример, демонстрирующий особенности модели АУМЭК. Допустим, разработано два сценария курса «Деловой этикет»:

1. продвинутый (для опытных пользователей);
2. базовый (для начинающих).

Структурная схема алгоритма изложения материалов курса представлена на рис. 2.



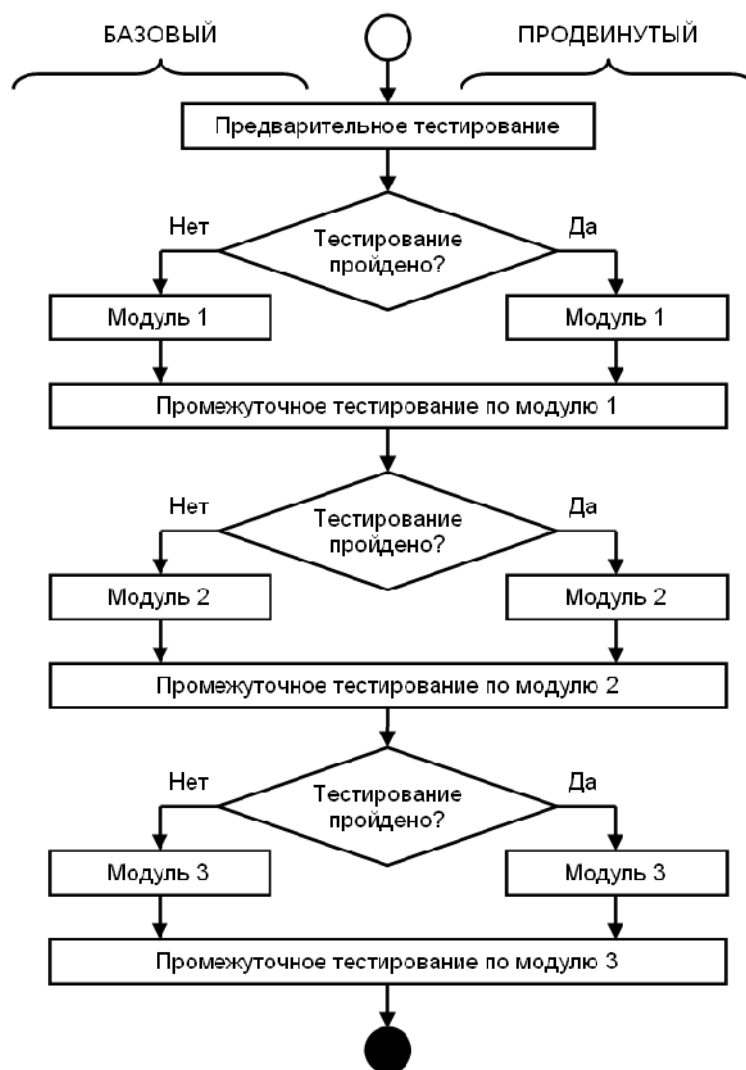


Рис. 2. – Структурная схема алгоритма изложения материалов курса «Деловой этикет»

После прохождения какого-либо этапа учебного курса, будь то модуль или слайд, вариант изложения материалов (сценарий) следующего этапа зависит от знаний, умений и навыков, приобретенных пользователем на текущем этапе. Гибкость реализации модели АУМЭК делает ее привлекательной для управления адаптивным взаимодействием с пользователями и уже сейчас некоторые варианты ее реализации используются на практике.

Следует заметить, что применение описанной выше модели ГДК совместно с моделью АУМЭК (гибридизация двух моделей) вполне может обеспечить сколь угодно сложное разнообразие контента для неограниченного числа пользователей. То есть становится объективной реальная возможность индивидуализации электронных учебных материалов.

## **Результаты**

Основными результатами исследования являются:

1. разработана двухфакторная модель КСАУ (классификаторы событий – анализатор управления), позволяющая производить расчет наиболее объективной оценки проработки учебных материалов пользователем;
2. проведена формализация и математическое описание модели ГДК (генерация динамического контента), выполняющей функцию напоминания пользователю о пропущенных им материалах курса;
3. предложены критерии и продемонстрирован один из вариантов реализации модели АУМЭК (адаптивное управление материалами электронного курса), основанной на переключении траекторий изложения материалов в процессе изучения.

Результаты исследования нашли практическое применение на этапах цикла разработки проектов в ООО «ЦРММ» (Центр разработки мультимедийных материалов), проверены с помощью эксперимента на кафедре моделирования информационных систем и сетей Российского государственного социального университета.

## **Заключение**

Практическая значимость работы заключается в программной реализации предложенных моделей адаптивного диалога с пользователями и возможности их дальнейшего использования при разработке электронных учебных курсов. Результаты проведенного исследования нашли применение среди образовательных учреждений и коммерческих предприятий, занимающихся вопросами внедрения новых технологий и повышения эффективности в области электронного дистанционного обучения. Организации, заинтересованные в развитии предоставляемых услуг электронного обучения и стимулировании экономической выгоды найдут полезными многие аспекты данной работы при планировании стратегий обучения и повышения квалификации персонала компаний-клиентов, студентов и всех желающих.

### Литература:

1. Мотин, В.Н. Проблемные вопросы фундаментальной и прикладной науки [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2007, №1. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2007/41> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
2. Богуславский И.В., Флек М.Б. Концептуальные основы современного синергетического предприятия [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2007, №1. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2007/38> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
3. Ибрагимов И.М. Информационные технологии и средства дистанционного обучения [Текст]: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.М.Ибрагимов; под ред. А.Н.Ковшова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 336 с.
4. Advanced Distributed Learning (ADL), Sharable Content Object Reference Model (SCORM®) 2004 2nd Edition Overview, 2004. – 57 p.
5. Gianluca Elia, Antonella Poce. Open Networked "i-Learning": Models and Cases of "Next-Gen" Learning", 2010. – 176 p.
6. Maggie McPherson, Miguel Baptista Nunes. Developing Innovation in Online Learning: An Action Research Framework, 2004. – 161 p.
7. Свиридов А.П. Статистическая теория обучения [Текст]: монография. – М.: Издательство РГСУ, 2009. – 576 с.
8. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем. [Текст] – М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 2003. – 616 с.
9. Агапонов С.В. и др. Средства дистанционного обучения. Методика, технология, инструментарий. [Текст] / Авторы: Агапонов С.В., Джалиашвили З.О., Кречман Д.Л., Никифоров И.С., Ченосова Е.С., Юрков А.В. / Под ред. З.О.Джалиашвили. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 336 с.

10. Жданов А.А. Автономный искусственный интеллект. [Текст] – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 359 с.: ил. – (Адаптивные и интеллектуальные системы.)
11. David L. Poole, Alan K. Mackworth. Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents, 2010. – 683 p.
12. Новосельцев В.И. и др., Теоретические основы системного анализа. [Текст] – М.: Майор, 2006. – 592 с.