

Методы и модели адаптации к учащимся в системах компьютерного обучения

Л.В. Зайцева

Рижский технический университет, Рига, Латвия

Lzaiceva@egle.cs.rtu.lv

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются уровни и методы адаптации, используемые в компьютерных системах обучения (КСО), а также ряд моделей (учебного материала, студента, сценария диалога), на основе которых осуществляется адаптация. Приводятся свойства и параметры адаптивности и адаптируемости КСО.

Ключевые слова

адаптация, методы, модели, компьютерные технологии.

Введение

В настоящее время при обучении широко используются компьютерные технологии. Для интенсификации учебного процесса разрабатываются как отдельные тестирующие и обучающие программы, так и компьютерные системы обучения (КСО). Интеллектуальные КСО, как правило, в той или иной степени учитывают индивидуальные особенности учащихся, предоставляя каждому возможность наиболее быстро и качественно получить новые знания. Таким образом, существующие КСО в различной мере обеспечивают адаптацию, а часть из них обладает также некоторыми свойствами адаптируемых систем.

Адаптивность – это свойство системы приспосабливаться к действиям пользователя, т.е. система изменяет свои параметры и структуру в зависимости от работы пользователя. *Адаптируемость* системы – это возможность пользователя изменять структуру и параметры системы.

Уровни и методы адаптации в компьютерном обучении

При компьютерном обучении можно выделить три иерархических уровня адаптации к учащимся [Зайцева, 2003]:

- адаптация к студентам как категории пользователей;
- адаптация к группе студентов;
- адаптация к отдельному студенту.

Первый уровень адаптации предусматривает адаптацию к каждой категории пользователей компьютерной системы обучения в зависимости от их потребностей и обычно реализуется созданием специального интерфейса для каждого класса пользователей. Такой подход характерен для любых компьютерных систем. В интеллектуальных обучающих системах учащемуся необходимо предоставить следующие возможности: обучение, проверка знаний, упражнения, помощь и справочная информация, видео-лекции и их презентации, вопросы преподавателю, конференции, студенческие форумы, электронные методические пособия, ввод комментариев по ходу занятия и др.

Адаптация к группе студентов обеспечивает адаптацию в зависимости от выбранной специальности, образовательной программы, возраста и психологической направленности личности. Этот уровень адаптации базируется, в первую очередь, на решении двух основных вопросов дидактики: «чему учить?» и «как учить?». Ответ на первый вопрос определяет цели обучения, т.е. объем необходимых знаний, умений и навыков и степень их освоения. Решение второго вопроса дидактики («как учить?»)

обуславливает выбор методов обучения, наиболее подходящих для группы учащихся, а также способов представления информации [Zaitseva, 1997]. На выбор методов обучения и способов представления информации влияют как возраст обучаемого, так и его психологическая направленность личности (ориентация на себя, на задачу, на взаимодействие).

На третьем уровне достигается максимальная степень адаптации к учащемуся, т.к. он основан на учете личностных характеристик студента, его предшествующих и текущих знаний, умений и навыков, опыта, способностей и т.п.

Для организации адаптации к учащемуся используют различные методы [Brusilovsky, 1998].

- Построение последовательности обучения (Curriculum sequencing).
- Адаптивное представление информации (Adaptive presentation).
- Интеллектуальный анализ решений (Intelligent analysis of student solutions).
- Диалоговая поддержка решения задач (Interactive problem solving support).
- Адаптивная поддержка в навигации (Adaptive navigation support).
- Решение задач на примерах (Example-based problem solving).
- Адаптивная поддержка сотрудничества (Interactive collaboration support).

Далее подробно рассматриваются некоторые методы адаптации и связанные с ними вопросы.

Построение последовательности обучения

Цель данного метода адаптации – обеспечить студентам наиболее подходящую индивидуально планируемую последовательность для изучения единиц знаний и выполняемых задач. Для реализации метода ставится задача построения оптимальной последовательности изучения учебного материала (УМ). В компьютерных системах обучения УМ или объект изучения представляется в виде трех- или четырехуровневой иерархии (рис. 1): курс (учебный предмет), тема, раздел темы, квант учебной информации (УИ), причем уровень разделов для небольших и несложных тем может быть опущен. Квант УИ – это элементарная порция информации: текст для изучения некоторого понятия темы (квант-понятие), вопрос, задача, комментарий на ответ, разъяснительный текст и т.п. [Зайцева, 1989].

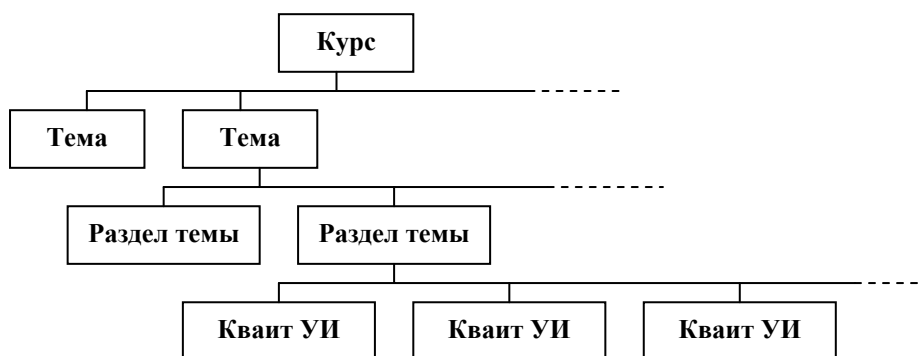


Рис. 1. Иерархическая структура учебного курса.

В настоящее время при объектно-ориентированном подходе к разработке компьютерных систем обучения широко используется термин «объект изучения» (*learning object*), но однозначного определения этого термина пока не существует [Ip, 2003]. Некоторые авторы под объектом изучения (ОИ) понимают кванты УИ, другие рассматривают ОИ на двух уровнях: макроуровне (уровень тем) и микроуровне (уровень квантов УИ) [Redeker, 2003], хотя учебный курс также можно считать объектом изучения.

Построение оптимальной последовательности объектов изучения осуществляется на основе модели учебного материала, в качестве которой используется ориентированный граф с нагруженными ребрами $G(V,S)$ (рис. 2). Множество V вершин графа соответствует объектам изучения (курсам, темам,

разделам тем или квантам УИ), а множество S ребер – связям между ними. При этом возможны следующие степени связи [Зайцева, 1989]:

- s_1 - для изучения объекта необходимо иметь общее понятие о другом ОИ;
- s_2 - при изучении объекта используются частые ссылки на другой ОИ;
- s_3 - для изучения наиболее сложных (или редко используемых) понятий объекта необходимы знания из другого ОИ;
- s_4 - для изучения объекта и практического применения знаний необходимо четкое знание другого ОИ.

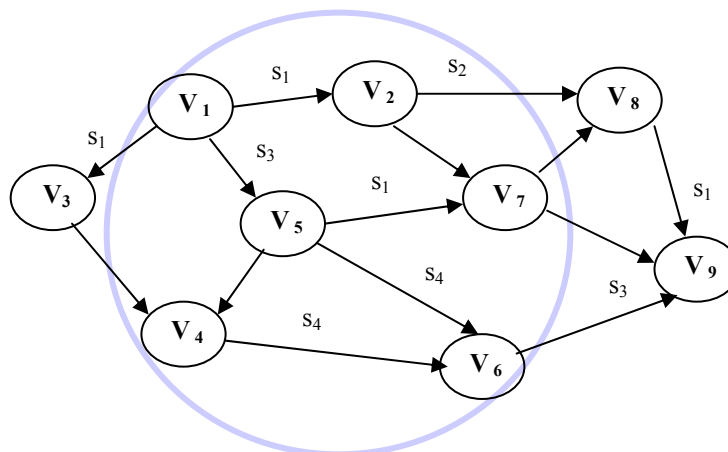


Рис. 2. Графовая модель учебного материала.

Каждой вершине i графа ставится в соответствие вектор $V_i = \{ R_{i1}, R_{i2}, \dots, R_{im} \}$, каждый элемент которого включает четыре параметра, т.е.

$$R_{ij} = (p_{ij}, t_{ij}, z_{ij}, u_{ij}, q_{ij}),$$

где i – номер ОИ;

j – номер программы (специальности) студента;

p_{ij} – программа (специальность) студента;

t_{ij} – время изучения ОИ;

z_{ij} – уровень знаний, который должен быть достигнут при изучении ОИ;

u_{ij} – уровень умений;

q_{ij} – уровень навыков, которые должны быть сформированы в результате изучения ОИ.

Последние три параметра отражают цель обучения. Тогда подграф G_k графа G , включающий вершины с одинаковыми значениями p_{ij} является моделью УМ для группы студентов, обучающихся по специальности p_k . На рис. 2 показан подграф с вершинами $V_1, V_2, V_4, V_5, V_6, V_7$. Такой подход позволяет осуществить адаптацию к разным группам студентов в зависимости от их специальности и/или программы обучения.

После построения моделей УМ можно определить оптимальную последовательность изучения ОИ, используя, например, математический метод А.В.Нетушила и А.В.Никитина [Нетушил, 1969], основанный на минимизации линейной функции забываемости. В результате получим сценарии обучения (последовательность ОИ) для всех групп студентов. Этапы решения данной задачи подробно описаны в работе [Зайцева, 1989]. При этом также определяются ОИ, которые могут быть изучены в произвольной последовательности, обеспечивая тем самым некоторую адаптируемость КСО, т.к. в процессе обучения студенту предоставляется возможность выбора ОИ для обучения из предлагаемого списка.

Аналогичным образом можно определить последовательность контрольных вопросов и задач, которые должны быть выполнены для достижения требуемых знаний и умений.

Описанную модель можно использовать на всех уровнях УМ, т.е. определить сценарии и управлять последовательностью изучения курсов, тем, разделов и квантов-понятий УИ. Но при неизменной модели УМ, что в целом характерно для учебных дисциплин, полученные на ее основе сценарии являются постоянными. Поэтому их можно поместить в базу знаний компьютерной системы обучения и

использовать лишь для управления последовательностью изучения курсов, тем, разделов и квантов-понятий. В случае включения нового курса, темы, раздела видоизменяется модель УМ и определяется последовательность обучения – новый сценарий.

На низшем уровне иерархии УМ при проработке отдельных квантов УИ сценарий обучения должен строиться динамически в ходе диалога на базе модели квантов-понятий УМ и модели студента. Модель квантов-понятий УМ используется для определения оптимальной последовательности их изучения и служит основой при формировании сценария обучения, т.е. в зависимости от деятельности студента и его модели предварительный сценарий (последовательность квантов-понятий) дополняется другими квантами УИ (вопросы, задачи, разъяснения, комментарии). Решение о включении новых квантов УИ принимается на основе модели студента, которая в общем случае, хотя и обязательно, является вектором [Zaitseva, 2003]

$$\mathbf{M} = \{\mathbf{M}_1, \mathbf{M}_2, \mathbf{M}_3, \dots, \mathbf{M}_n\}$$

и может включать следующие компоненты, как правило, векторы:

\mathbf{M}_1 – предыстория обучения;

\mathbf{M}_2 – результаты текущей работы с курсом (тип выполненных заданий, время выполнения заданий, число обращений за помощью и т.д.);

\mathbf{M}_3 – личностные психологические характеристики (тип и направленность личности, репрезентативная система, способность к обучению, уровень беспокойства-тревоги, особенности памяти и др.);

\mathbf{M}_4 – опыт работы с компьютерной системой;

\mathbf{M}_5 – общий уровень подготовленности;

\mathbf{M}_6 – стратегия обучения и др.

Стратегия обучения отражает наиболее подходящие для студента методы обучения, которые выбираются на основе его общего уровня подготовленности и направленности личности. Так, для наименее подготовленных можно рекомендовать перцептивные и логические методы обучения, для более подготовленных – гностические проблемные и поисковые [Архипова, 2002]. Последние также можно считать предпочтительными для студентов, направленность личности которых – ориентация на задачу.

Адаптивное представление информации

Этот метод адаптации предусматривает генерацию наиболее подходящих для студента квантов УИ и связан с видом и детальностью представления информации. Выбор как вида представления информации, так и ее детальности осуществляется на основе модели студента ($\mathbf{M}_2, \mathbf{M}_3, \mathbf{M}_5$).

Современные компьютерные технологии позволяют представить информацию по-разному: в виде текста, графики, анимации, звука и т.д. Известно, что по предпочитаемой форме восприятия информации различают людей с тремя репрезентативными системами (\mathbf{M}_3): аудиалы, визуалы и кинестики [Юсупова, 2002]. Для аудиалов, которые воспринимают информацию на слух, необходима звуковая интерпретация УМ. Визуалам предпочтительна информация в виде изображений, а текст должен быть визуально структурированным. Таким образом, осуществляется адаптация в зависимости от вида представления информации. Однако, полезно предусмотреть в КСО и такое свойство адаптируемости как обеспечение выбора вида выводимой информации, т.е. необходимо предоставить студенту возможность включать и отключать звук, анимацию и презентацию.

Детальность выдаваемой информации зависит от текущего выполнения заданий (\mathbf{M}_2) и общего уровня подготовленности (\mathbf{M}_5) студента. Так, для более подготовленных учащихся достаточно лаконичного изложения УМ, для остальных нужна разъяснительная информация различной степени детальности. Выбор степени детальности выдаваемой информации также можно предоставить студенту.

Адаптивная выдача комментариев

Выдача комментариев – очень важный аспект компьютерного обучения, который является составной частью нескольких методов адаптации (интеллектуальный анализ решений, диалоговая поддержка решения задач, решение задач на примерах, адаптивная поддержка сотрудничества). Комментарии выводятся в зависимости от контекста, учитывая психолого-личностные характеристики студента, хранящиеся в модели студента **М**.

Адаптивные комментарии бывают следующих видов: реплика, помощь, разъяснение, примеры. Комментарий-реплика – это слово или короткая фраза типа «Правильно», «Молодец!», «Неверно», «Вы ошиблись» и т.п. В КСО целесообразно создать банк реплик и использовать его для выбора подходящей реплики случайным образом, что позволит оживить ход диалога. Комментарии-помощь предназначены для поддержки студентов при работе с КСО, помогая им выполнить те или иные действия, решить предлагаемую задачу. В состав комментария-помощи может входить и подсказка, например, «Для изучения новой темы выберите режим «обучение», для проверки своих знаний – режим «контроль»». Комментарии-разъяснения объясняют ошибочные действия студента. Они обычно представляются в виде текста разной степени детальности, но могут также включать другие виды представления информации. Комментарии-примеры используются для демонстрации выполнения требуемых действий и/или решения задач.

Выдаваемые студенту комментарии могут включать как один вид комментария, так и представлять собой набор комментариев разного вида, который формируется в процессе диалога. Так, при правильном ответе студента достаточно комментария-реплики. При неверном ответе комментарий формируется в зависимости от уровня подготовленности (**М₅**) студента. Для студентов высокого уровня подготовленности – это реплика + краткий комментарий-разъяснение, для среднего уровня – реплика с подробным разъяснением, для студентов с низким уровнем подготовленности следует выдавать реплику, подробный комментарий-разъяснение и примеры, в отдельных случаях также комментарий-помощь. При этом для аудиалов (**М₃**) рекомендуется и звуковой вывод комментария.

Интеллектуальный анализ решений

Данный метод адаптации предусматривает анализ ответов студента с использованием интеллектуальных анализаторов с целью распознавания не только правильных, но и неточных, неполных и неправильных ответов. Это позволяет определить, что конкретно не знает или не понял студент и выдавать соответствующие комментарии-разъяснения, а также генерировать дальнейший ход диалога. Таким образом, для реализации метода необходимо, во-первых, тщательно подобрать задания для проверки знаний и умений студента и подготовить комментарии на все возможные варианты ответов и, во-вторых, разработать интеллектуальный анализатор.

В первую очередь подготавливаются задания различной степени трудности для проверки каждого понятия, по результатам выполнения которых можно однозначно определить наличие у студента требуемых знаний и/или умений. Такие задания, как правило, отбираются по результатам контрольных работ и включаются в банк заданий, что позволяет предлагать задания учащемуся в зависимости от его уровня подготовленности (**М₅**). Необходимо также предусмотреть наводящие вопросы, которые помогут студенту самостоятельно выполнить задания в процессе изучения УМ. Для каждого задания следует подготовить набор эталонных ответов: правильных, неточных, неполных, неверных, позволяющих определить отсутствие у студента элементов знаний. Особое внимание надо уделить подготовке комментариев, разъясняющих каждое неверное действие студента. В отдельных случаях задания, а также эталонные ответы и комментарии могут генерироваться с помощью специальных средств, используя базу знаний.

Диалоговая поддержка решения задач

Цель метода – обеспечить студенту интеллектуальную помощь на каждом шаге решения задачи, помогая выполнить следующий шаг, т.е. метод связан, с одной стороны, с выдачей адаптивных комментариев и с другой – с разработкой сценария диалога при решении отдельной проблемы.

Сценарий диалога разрабатывается на основе последовательности квантово-понятий УМ и отобранных контрольных заданий для однозначной оценки достижения требуемых знаний и/или умений. Обычно каждый этап диалога начинается с изучения нового понятия, за которым следует ряд вопросов и задач для закрепления полученных знаний и выработки умений. Завершает этап контрольное задание. Предлагаемая студенту последовательность вопросов и задач разной степени трудности зависит от выполнения этих заданий и другой информации, хранящейся в его модели **М**. В качестве модели сценария диалога используют граф, вершины которого соответствуют предлагаемым учащемуся заданиям, а ребра отражают связи между ними при правильных (Пр), неправильных (Нп) и неточных (Нт) ответах студента. На рисунке 3 показан пример такого графа, включающего шесть заданий:

V₁ – очередное задание последовательности средней трудности;

V₂, **V**₅ – задания, аналогичные заданию **V**₁;

V₃ – наводящий вопрос;

V₄ – задание минимальной трудности;

V₆ – задание максимальной трудности.

Задания **V**_{*i*}, предлагаемые студенту выбираются из банка заданий. Для освоения каждого понятия, как правило, разрабатывается свой сценарий – граф.

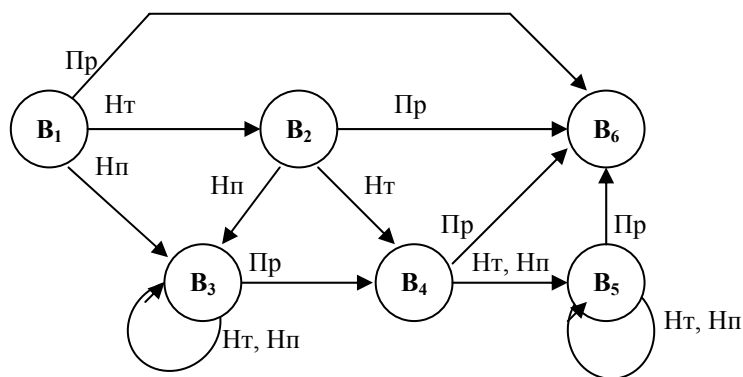


Рис. 3. Пример сценария диалога.

Заключение

Для индивидуализации процесса обучения в КСО могут применяться различные методы адаптации, реализация которых основана на ряде моделей: студента, учебного материала и др. В таблице показана возможность использования методов и моделей на разных уровнях адаптации к учащемуся.

Интеллектуальным КСО присущи как свойства адаптивности, так и свойства адаптируемости (рис. 4), например, функциональная адаптируемость [Оррегманн, 1997]. Однако, совместное использование некоторых свойств приводит к противоречию. На рисунке 4 такие свойства соединены двунаправленными линиями. Учитывая особое назначение интеллектуальных КСО – индивидуализация обучения, целесообразно отдать предпочтение свойствам адаптивности. В отдельных случаях студентам с высоким уровнем подготовленности можно разрешить выбор детальности представления информации и комментариев.

Таблица 1. Уровни, методы и модели адаптации.

	Уровень адаптации	Методы адаптации	Используемые модели	Параметры	Реализация
1	К студенту как категории пользователя	Адаптивная навигация Адаптивное представление информации Обучение на примерах	Модель студента как категории пользователей Модель студента	Требования пользователя Уровень подготовки Опыт работы	Интерфейс пользователя Комментарии
2	К группе студентов	Построение последовательности Адаптивное представление информации Адаптивная навигация	Модели УМ Модель группы студентов Модель студента	Программа (специальность) студента Репрезентативная система Уровень подготовки	Последовательность ОИ Вид представления информации Комментарии
3	К отдельному студенту	Построение последовательности Поддержка решения задач Адаптивное представление информации Адаптивная навигация Обучение на примерах	Модель студента	Предистория обучения Уровень подготовки Способность к обучению Направленность личности Репрезентативная система	Последовательность ОИ Тип и сценарий диалога Комментарии Трудность заданий Метод обучения Вид представления информации

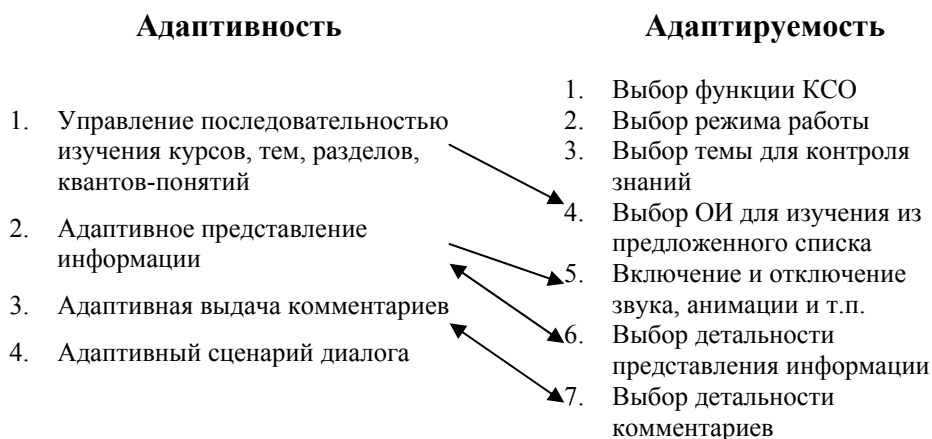


Рис. 4. Свойства адаптивности и адаптируемости КСО.

Литература

- [Архипова, 2002] Архипова А.И., Кочубей И.В., Иус Д.В. Концептуальные подходы к созданию учебно-методических комплексов нового поколения // Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatarstan, Russia, 2002. - P. 188 - 191.
- [Зайцева, 1989] Зайцева Л.В., Новицкий Л.П., Грибкова В.А. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ. – Под ред. Л.В.Ницецкого. – Рига: “Зинатне”, 1989. – 174 с.
- [Зайцева, 2003] Зайцева Л.В. Модели и методы адаптации в системах компьютерного обучения // Труды X Всероссийской научно-метод. конференции Телематика 2003. – Том 2. 14 - 17 апреля 2003 г. – Санкт-Петербург : С-ПИТМО, 2003. - С.502 – 503.
- [Нетушил, 1969] Нетушил А.В., Никитин А.В. О методе синтеза учебных программ // Проблемы нейрокибернетики. – Ростов-на Дону: Изд-во Рост. ун-та, 1969. – С. 236-243.
- [Юсупова, 2002] Юсупова Н.И., Тарасова Т.Д., Суханова М.В., Швеппе Х. Репрезентативные системы и психологический тип личности: влияние на мотивацию к обучению // Proceedings. IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002). 9-12 September 2002. Kazan, Tatarstan, Russia, 2002. - P. 181 - 184.
- [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 Systems (ITS'98). San Antonio.
- [Ip, 2003] Ip A., Morrison I., Currie M. What is a learning object, technically? / Internet. - [http://users.tpg.com.au/adslfrcf/lo/LO\(WebNet2001\).ppt](http://users.tpg.com.au/adslfrcf/lo/LO(WebNet2001).ppt)
- [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
- [Redeker, 2003] Redeker G.H.J. An Educational Taxonomy for Learning Objects // Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. ICALT 2003. – Athens, Greece, 2003. - P. 250 - 251.
- [Zaitseva, 1997] Zaitseva L., J.D. Zakis. Course Development for Tutoring and Training Systems in Engineering Education. – USICEE 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. Student models in Computer-based Education // Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. ICALT 2003. – Athens, Greece, 2003, p. 451.