

ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ КАРТ ДИАГНОСТИКИ ЗНАНИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДАХ

В. А. Углев

*Сибирский федеральный университет
Красноярск, Россия
E-mail: uglev-v@yandex.ru*

Рассматривается процесс оптимизации процесса обучения на электронных учебных курсах за счет интеграции в автоматизированную обучающую систему обучающих тестов и когнитивных карт диагностики знаний. Вводится понятие когнитивной карты диагностики знаний (ККДЗ) и рассматриваются вопросы ее формирования, назначения и программной организации. Приводится пример интерфейса сервиса автоматизированной системы, позволяющего управлять процессом отображения различных аспектов ККДЗ.

Ключевые слова: автоматизированные обучающие системы, обучающее тестирование, когнитивные карты диагностики знаний, индивидуализация.

Широкое применение в практике обучения электронных образовательных ресурсов приводит к стремительному росту работ, посвященных созданию автоматизированных обучающих систем нового поколения. Объединяя возможности методов искусственного интеллекта, электронных учебных курсов и компьютерного тестирования, появляются оригинальные решения и разработки, претендующие на реализацию идеи личностно ориентированного подхода к обучению без непосредственного участия педагога. Наиболее интересной задачей, на наш взгляд, является сопровождение задачи *самообучения*, когда обучающей информационной системе требуется учесть не только цели разработчиков электронного учебного курса, но и цели обучаемого, а также оптимизация траектории его обучения.

Автоматизированные обучающие системы, далее АОС, являются многокомпонентными информационными системами, включающими модули трансляции электронного учебного курса (ЭУК), компьютерного тестирования (КТ), подсистемы аналитики и статистики, модуль администрирования и ряд других приложений [1]. Среди внутренних механизмов, призванных повысить эффективность работы АОС, выделяют базу знаний (модель пользователя, модель учебного курса, модель процесса обучения и т. д.) и механизм экспертной обработки данных о текущем состоянии обучения отдельного пользователя. Обобщенно, процесс обучения представляет из себя итерационный переход между подсистемами трансляции ЭУК и КТ, по результатам работы в которых и вырабатывается управляющее воздействие [2].

Исходя из кибернетической сущности процесса работы обучаемого с АОС, обратной связью между ними выступают результаты очередного теста или практической работы. Как правило, критерием для определения степени реакции АОС на действия пользователя является балл, не дающий ответа на вопрос: что и в какой последовательности должен повторить обучающийся на очередном этапе работы с ЭУК, чтобы процесс приобретения знаний имел максимальный эффект? Допустим, перед нами находится ЭУК, состоящий из

четырёх разделов, излагаемых последовательно. При этом имеется зависимость третьего раздела от первого, а четвертого – от третьего. Предположим, что пользователь прошел тест и показал следующие результаты освоения материала в разрезе разделов: 70 %, 80 %, 50 % и 20 %. Практически во всех АОС возникает некорректная работа алгоритмов адаптации к текущим знаниям пользователя, когда система рекомендует обратить внимание обучаемого на последний раздел дисциплины в ЭУК, как на самый «западающий», когда совершенно очевидно, что действовать нужно иначе: обратиться в первую очередь к первому и третьему элементам ЭУК.

Причина такой работы АОС кроется в самом процессе контроля: целью работы подсистемы контроля является исключительно оценка знаний и ничего более. При разработке обучающих систем нового поколения неизбежно приходится учитывать принцип системности, что приводит к переориентации целей всех подсистем АОС, включая модуль КТ, на главную цель – максимизация эффекта обучения [3]. Это приводит к смещению акцентов подсистемы КТ с парадигмы *итогового тестирования* на парадигму *обучающего тестирования* (ОКТ). Особенностью обучающего тестирования, как указал еще В. С. Аванесов в работе [4], является его непосредственное влияние на качество обучения. Для этого в базе знаний должны быть совмещены все базовые модели: модель пользователя, модель курса и модель обучения. Таким образом, взаимодействие всех подсистем будет обеспечивать формирование адекватной обратной связи пользователя и АОС посредством интеллектуальной работы подсистемы ОКТ.

Реализация интеллектуальных алгоритмов, лежащих в основе АОС, использующих ОКТ, предполагает интеграцию таких методов искусственного интеллекта, как экспертные системы, нечеткая логика, семантические сети/онтологии и Data Mining. Все они лежат в основе аналитической обработки моделей базы знаний в АОС, обеспечивая процессы оценивания результатов теста, адаптации теста, индивидуализации траектории обучения [5]. Наиболее любопытные результаты дает сочетание методов семантических сетей, Data Mining и когнитивных карт, на котором мы остановимся подробнее применительно к задаче синтеза индивидуальной траектории обучения.

Структура модели ЭУК может быть представлена в виде ориентированного графа (рис. 1.), демонстрирующего как базовую последовательность изучения материала (сплошные стрелки), так и его внутренние взаимосвязи (пунктирные стрелки с весовыми коэффициентами). Описывая каждый узел такой конструкции несколькими параметрами (например, вид материала, его сложность, важность и пр.), можно получить компактное отображение информации о курсе в рамках одной схемы. Таким образом получается семантическая сеть, на которую можно опираться при анализе процесса автоматизированного обучения.

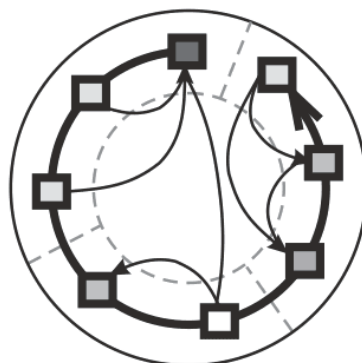


Рис. 1. Пример семантических связей материала в ЭУК

Задача компактного и эффективного представления информации развивается сегодня преимущественно в трех направлениях: теория *Data Mining*, как методы визуализации в искусственном интеллекте, *когнитивные карты* (они же интеллект-карты или карты разума, т. е. Mind Maps), как методы свертки знаний в виде графики, и *когнитивной компьютерной графики*, как метод эвристики [6]. Все они, в сущности, преследуют единые цели, но опираются на различные математические методы и психологические особенности человеческого восприятия. Рассмотренная выше структура курса, представленная в виде семантической сети, дает исчерпывающую информацию о структуре учебного материала и внутренних связях. Она полезна в рамках АОС до тех пор, пока не нужно отслеживать динамику обучения.

Дальнейшее усовершенствование методики анализа процесса обучения требует интеграции всех трех направлений представления знаний. Введем понятие: **когнитивная карта диагностики знаний (ККДЗ)** – это совокупность параметров процесса обучения и методов их обработки, позволяющих в автоматизированном режиме выявлять пробелы знаний, отображать динамику обучения и способствовать выработке рекомендации по повышению эффективности работы пользователя с АОС в рамках одного программного сервиса. Из определения следует, что ККДЗ вбирают в себя все функции когнитивных карт, т.е. способствуют эффективному представлению знаний [7]. С одной стороны, данная карта должна содержать определенный эталон обучения, который формируется исходя из структуры курса, целей обучения и банка заданий ОКТ, а с другой – реагировать на динамику обучения, т.е. наглядно демонстрировать результаты работы пользователя с ЭУК [8]. Кроме того, программная реализация данного сервиса должна поддерживать детализацию отображения информации не только по разделам ЭУК, но и по каждому элементу учебного материала относительно времени обучения (рис. 2).

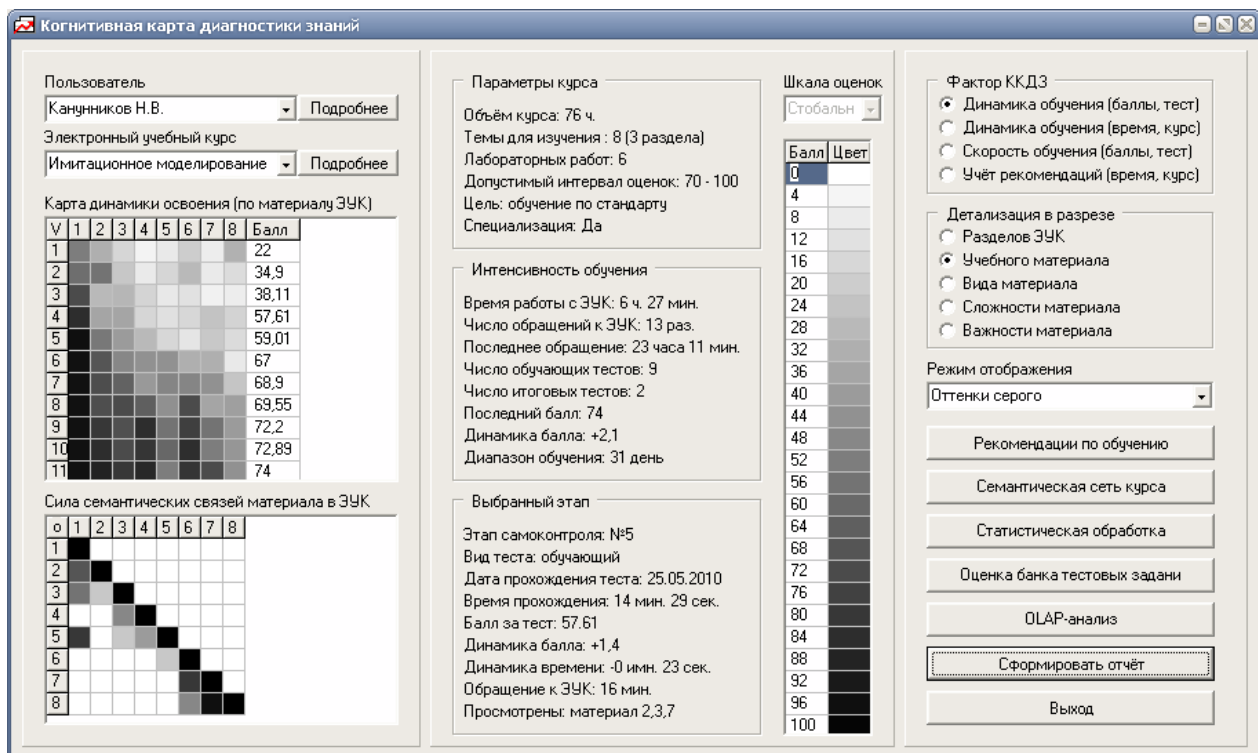


Рис. 2. Пример интерфейса программы, формирующей ККДЗ

Расчет коэффициентов, отражающих силу внутренних связей между отдельными элементами дидактического материала курса, напрямую зависит как от порядка изложения информации, так и от ее наследования при углублении изучения дисциплины. Методика оценки силы семантических связей была приведена в [9], по результату применения которой вычисляются значения матрицы с весовыми коэффициентами. Это позволяет подойти к формированию статической части ККДЗ. Динамическая часть строится по результатам мониторинга процесса обучения, заключающегося в следующей схеме переходов: обращение к ЭУК > обучающий тест > выработка рекомендаций > обращение к ЭУК... Итеративный подход позволяет получить матрицу оценок каждого элемента ЭУК, формируемых по результатам прохождения обучающих тестов (с адаптацией) и итоговых тестов (без адаптации). Так как процесс оценивания в АОС, как собственно и адаптация и индивидуализация, осуществляются при помощи работы экспертной системы, то при синтезе очередного состояния ККДЗ подготавливаются данные для дальнейшей работы экспертной системы. Таким образом, динамическая часть карты знаний будет дополняться с очередным прохождением этапа самоконтроля.

Важно помнить, что при реализации ККДЗ главную функцию несет не визуальная часть (хотя она может быть важна при работе педагога с системой), а структура данных в памяти машины. Принципиально, чтобы обработка данных о работе пользователя с АОС не останавливалась на констатации оценки или простой отрисовке карты. Полученная информация из карты диагностики (как и некоторая другая [10]) должна поступать на выход экспертной системы и участвовать в формировании индивидуальной стратегии обучения. Какую же информацию можно извлекать из ККДЗ для нужд дальнейшей оптимизации траектории обучения? Перечислим основные показатели, дающие ответы на важные вопросы автоматизированного обучения:

- корреляция между фактически повторяемым материалом, рекомендуемым к повторению автоматизированное системой и оценками во времени (ответ на вопрос «воспринимает ли пользователь рекомендации АОС?»);
- эффективность процесса самообучения (скорость, динамика успехов) при использовании АОС (ответ на вопрос «успешно ли продвигается обучение?»);
- эффективность трудозатрат (время, частота обращения) при работе с подсистемами ЭУК и КТ (ответ на вопрос «достаточно ли пользователь работает с АОС?»);
- перечень разделов курса / материалов ЭУК, которые необходимо повторить, временно отложить, считать освоенными (ответ на вопрос «что наиболее актуально изучать при текущем уровне знаний»).

В результате при работе экспертной системы по оценке и выработке рекомендаций будут учтены не только семантические связи материала внутри курса, но и динамика их освоения [11]. ККДЗ позволит наиболее просто выявить те элементы ЭУК, которые пользователь должен будет повторить в первую очередь: важно не заставить учащегося повторять наиболее «западающий» материал, а указать на те элементы курса, от недостаточного знания которых действительно зависит в данный момент эффективность обучения. Таким образом, формируется обоснованная индивидуальная траектория обучения, оптимизирующая процесс освоения материала учебной дисциплины конкретным пользователем.

Визуализация статической части ККДЗ наиболее оптимально представляется в виде ориентированного графа с расположением вершин по кругу, как показано на рис. 1 (она же продублирована на рис. 2 в нижней левой части в виде матрицы связей). Динамическую же часть рационально формировать в виде рядов данных таким образом, чтобы для одноименных элементов можно было отследить характер процесса изменения. При этом цвет может отображать как степень проявления анализируемого показателя (например, уровень освоения элемента курса), так и вспомогательные параметры (например, важности элемента в системе). Кроме того, неотъемлемой частью карты должны быть общие статистиче-

ские показатели процесса обучения, а также некоторые базовые параметры ЭУК. Не исключено, что дополнительными инструментами визуализации могут стать кубы данных, а также функции проверки дополнительных статистических гипотез.

Современные автоматизированные обучающие системы, претендующие на статус инструментов обучения нового поколения, должны существенно повысить эффективность управления индивидуальной траекторией изучения материала в электронных учебных курсах. Сочетая такие технологии, как обучающие компьютерные тесты, когнитивные карты диагностики знаний, а также методы искусственного интеллекта (семантические сети, экспертные системы, нечеткая логика), позволят добиться повышения результативности самостоятельного обучения при работе с электронными ресурсами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированные обучающие системы / Г. М. Цибульский [и др.] // Вестн. Краснояр. гос. тех. ун-та. Вып. 33: Математические методы и моделирование. Красноярск, 2004. С. 267–286.
2. Устинов, В. А. Структура электронного учебного курса / В. А. Устинов, В. А. Углев // Информатика и образование. 2007. № 8. С. 123–125.
3. Углев, В. А. Системный подход к процессу обучающего компьютерного тестирования / В. А. Углев, В. А. Устинов, Б. С. Добронев // Информационные технологии. 2008. № 4. С. 81–87.
4. Аванесов, В. С. Методические и теоретические основы тестового педагогического контроля: дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 / В. С. Аванесов. М., 1994. 326 с.
5. Uglev, V. A. The Methods of Artificial Intellect as Basis of Learning Computer Testing in Remote Learning / V. A. Uglev // Interactive Systems and Technologies: the Problem of Human-Computer Interaction. Ulyanovsk, 2009. Vol. III. P. 420–422.
6. Зенкин, А. А. Когнитивная компьютерная графика / А. А. Зенкин ; под ред. Д. А. Поспелова. М., 1991. 192 с.
7. Бьюзен, Т. Простые методы развития интеллекта / Т. Бьюзен. М., 2010. 324 с.
8. Углев, В. А. Потенциал применения когнитивных карт диагностики знаний для задач автоматизированного обучения / В. А. Углев // Нейроинформатика, ее приложения и анализ данных: XVIII Всероссийский семинар. Красноярск, 2010. С. 107–112.
9. Углев, В. А. Использование механизма нечеткой логики и семантических сетей для подготовки информации по оценке степени освоения учебного материала / В. А. Углев // Нейроинформатика, ее приложения и анализ данных: XVII Всероссийский семинар. Красноярск, 2009. С. 161–163.
10. Углев, В. А. К вопросу об эффективности анализа факторов при обучающем компьютерном тестировании / В. А. Углев, В. А. Устинов // Информационные технологии в образовании и науке: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. М., 2007. С. 203–208.
11. Углев, В. А. Модель структурной адаптации электронных учебных курсов с помощью обучающего компьютерного тестирования / В. А. Углев, В. А. Устинов, Б. С. Добронев // Вестн. НГУ. Вып. 2. Т. 7. 2009. С. 74–87.