

Э.Н. Самохвалов

МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ ПОНЯТИЙ

Изложен подход к разработке автоматизированных учебных пособий на основе семантической сети понятий. Сформулированы требования к такому учебному пособию, предложены структурная и формализованная модели пособия на основе семантической сети понятий. Целью разработки модели является облегчение для обучаемых восприятия различных учебных пособий за счет того, что они составлены на основе целостного представления о предметной области.

E-mail: eduard.samohvalov@yandex.ru

Ключевые слова: автоматизированное учебное пособие, понятие, отношение между понятиями, цель обучения, контрольный вопрос.

Введение. Автоматизированным учебным пособием называется учебное пособие, в котором может быть отражена часть учебной дисциплины, содержание пособия, создается, хранится и доводится до обучаемого с использованием автоматизированных информационных технологий [2]. Такое пособие должно предоставлять учебные материалы в структурированном виде.

Важным вопросом является целостность представления предметной области, которая рассматривается в различных учебных пособиях. Обыкновенный подход состоит в том, что обучаемые изучают несколько пособий и должны на их основе составить целостное представление о предметной области.

Проблема заключается в том, что часто даже близкие по смыслу учебные пособия не дают обучаемому единое целостное представление о предметной области, так как пособия не базируются на целостном представлении предметной области.

Как правило, каждый преподаватель хорошо читает свой курс и составляет пособие в соответствии с курсом. Однако за счет того, что эти курсы не базируются на общем представлении о предметной области, обучаемому может быть трудно составить из этих курсов целостное представление о предметной области.

Предлагаемый в статье подход основан на том, что разработчики пособий строят целостное представление о предметной области и затем разрабатывают учебные пособия. При этом у обучаемого существует возможность явно проследить связь между понятиями различных учебных пособий. Это способствует целостному восприятию предметной области.

Требования к автоматизированному учебному пособию на основе семантической сети понятий. Одним из основных вопросов является выбор базовой модели для целостного представления о

предметной области. В качестве такой модели используется семантическая сеть.

Семантическая сеть — наиболее мощный класс математических моделей для представления знаний о предметной области [1]. В общем случае под семантической сетью понимается структура вида:

$$S = \langle O, R \rangle, \quad (1)$$

где S — семантическая сеть; O — множество объектов предметной области; R — множество отношений между объектами.

Семантическую сеть, с помощью которой будет описываться предметная область, назовем **семантической сетью понятий учебного пособия**. Таким образом, целостное представление о предметной области будем реализовывать на основе семантической сети понятий.

Важным моментом является то, что представляет собой отношение между объектами. Это отношение должно не только связывать объекты, но и явно объяснять, что означает это отношение, показывать его смысловое значение. Например, гиперссылка в языке HTML не является семантическим отношением, так как позволяет перейти к другому элементу, но не поясняет, как эти элементы связаны. Следовательно, можно сформулировать следующие требования:

— целостное представление о предметной области с помощью семантической сети понятий учебного пособия;

— понимание смысловых значений отношений между понятиями.

В работе [3] понятие «учебный процесс» анализируется с точки зрения общей теории систем. Согласно общей теории систем, понятие «система» определяется как множество элементов, связанных друг с другом и взаимодействующих между собой, понятие «процесс» — как трансформация системы. Пусть S^0 — множество элементов некоторой системы Σ ; β — множество операций, определенных на множестве S^0 . Тогда под трансформацией системы Σ понимается преобразование вида $S^1 = \beta(S^0)$, где S^1 — множество элементов системы Σ , полученных в результате применения преобразования β к элементам множества S^0 .

Схема организации процесса обучения [3] приведена на рис. 1. Здесь S^0 — подмножество элементов системы обучения, соответствующее потенциальным обучаемым; β — множество операций передачи учебного материала; S^1 — лица, закончившие обучение.

Под τ в модели, предложенной в работе [3], понимается процедура определения уровня компетентности обучаемых. Если процедура τ применяется к потенциальным обучаемым S^0 , то ее называют претестом, если к закончившим обучение S^1 , то — пост-тестом.

Цель обучения определяет, что должно быть результатом трансформации системы. Пусть G — цель обучения, тогда правило трансформации в данной модели записывается в виде: $S^1 = \beta(S^0, G)$.

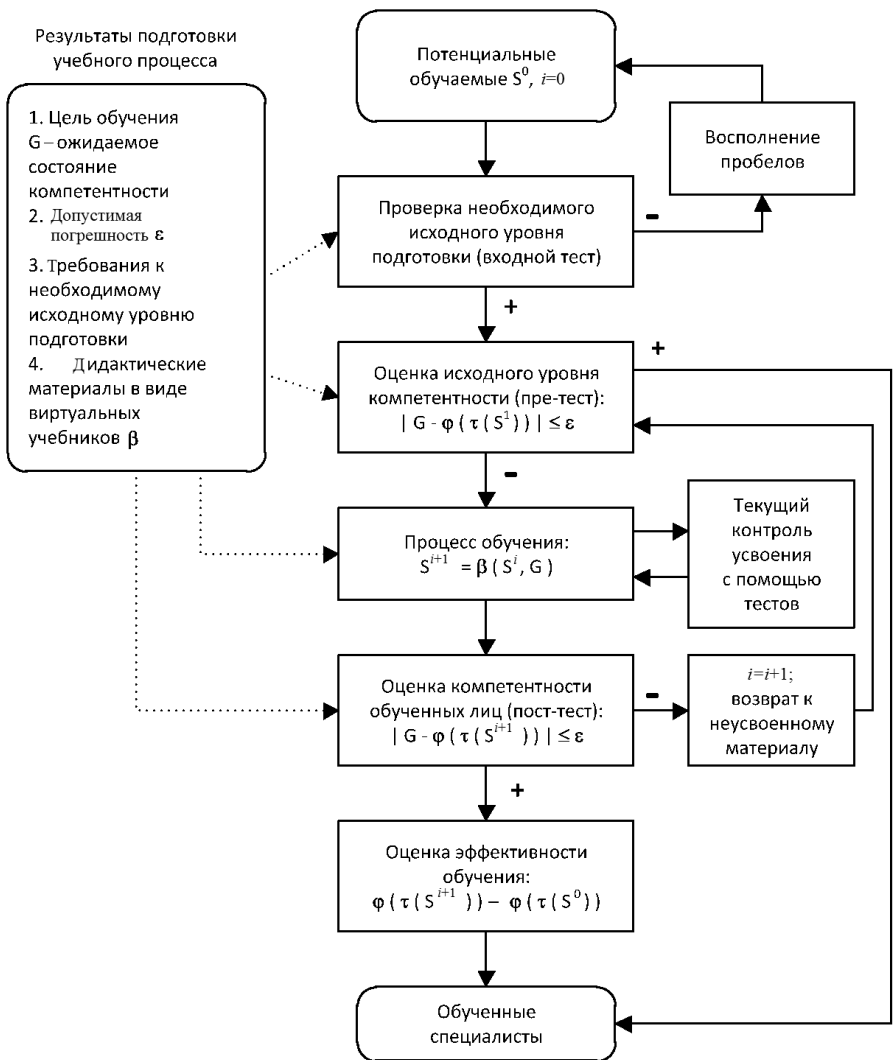


Рис. 1. Схема организации процесса обучения (знаки «+» и «-» обозначают положительные и отрицательные результаты теста соответственно)

Под $\varphi(\tau)$ понимается функционал компетентности, позволяющий измерить уровень компетентности обучаемых, например процент правильно выполненных заданий теста. Тогда эффективность обучения можно оценить как разность $\varphi(\tau(S^1)) - \varphi(\tau(S^0))$.

После трансформации сравнение полученных результатов с поставленной целью обычно показывает некоторое различие: $G - \varphi(\tau(S^1)) \neq 0$.

Если это различие больше некоторой допустимой погрешности ε , то можно повторить процесс обучения, пока не будет достигнут требуемый уровень компетентности.

Дидактические материалы называют учебными элементами, каждый из которых содержит [3]:

- 1) формулировку цели обучения;
- 2) информационные материалы;
- 3) тесты, позволяющие проверить достижение цели обучения.

Под целью обучения понимается точная формулировка требований к формируемым в процессе обучения знаниям, позволяющая однозначно определить, владеет ими обучаемый или нет.

Совокупность учебных элементов образует учебный модуль. Кроме учебных элементов, модуль также должен содержать формулировку цели обучения применительно к данному модулю и тесты, позволяющие проверить достижение этой цели.

Возможность тестирования не является обязательной именно для учебных пособий, однако желательно предусмотреть возможность работы с контрольными вопросами, которые помогут обучаемым при усвоении учебного материала.

Наводящие вопросы помогают обучаемому понять необходимость изучения того или иного элемента, а подтверждающие вопросы — повторить полученные знания.

На основе приведенной схемы можно сформулировать требования к модели пособия, которая должна иметь возможности:

- формирования наводящих вопросов обучаемому (аналогично пре-тесту);
- формирования подтверждающих вопросов обучаемому (аналогично пост-тесту);
- привязки учебных материалов к понятиям и отношениям семантической сети понятий;
- использования целей обучения;
- связи учебных целей с семантической сетью понятий учебного пособия;
- целостного восприятия успехов обучаемого с помощью модели текущих знаний.

С учетом перечисленных требований может быть предложена модель автоматизированного учебного пособия на основе семантической сети понятий.

Структурная модель автоматизированного учебного пособия на основе семантической сети понятий. Основной элемент предлагаемой модели — семантическая сеть понятий учебного пособия. Семантическая сеть понятий учебного пособия описывает информацию, содержащуюся в учебных пособиях, в виде понятий и отношений между понятиями.

Понятия и отношения между понятиями могут ссылаться на множества контрольных вопросов и множества ресурсов (URI-адресов), связанные с понятиями и отношениями.

Учебное пособие — множество целей обучения.

Цель обучения — упорядоченное множество понятий и отношений, входящих в семантическую сеть понятий учебного пособия.

Для выполнения цели обучаемый должен пройти заданный разработчиком пособия путь в семантической сети понятий. Путь не обязательно должен быть «сплошным». Разработчик пособия может включать в этот путь понятия и отношения в произвольном порядке. Например, можно определить несколько «сплошных» путей или только последовательность понятий.

Профиль пользователя содержит информацию о пользователе, признак профиля (профиль преподавателя или профиль обучаемого). В профиле пользователя сохраняется информация о том, как обучаемый ответил на контрольные вопросы.

Модель текущих знаний обучаемого — информация о выполнении обучаемым целей обучения. Модель текущих знаний формируется на основе учебных целей пособия и результатов ответов на контрольные вопросы, которые сохранены в профиле пользователя.

Выполнение цели обучения определяется на основе успешных ответов обучаемого на контрольные вопросы, связанные с понятиями и отношениями, принадлежащими этой цели.

На рис. 2 представлена структурная модель автоматизированного учебного пособия.

Формализованная модель автоматизированного учебного пособия на основе семантической сети понятий. Семантическую сеть понятий учебного пособия определим как

$$TG = \langle TGT, TGR \rangle, TGT = \{tgt_i\}, TGR = \{tgr_j\},$$

где TG — семантическая сеть понятий учебного пособия; TGT — множество понятий, основных элементов предметной области, в которой создается учебное пособие; TGR — множество отношений, связей между понятиями; tgt_i — понятие учебного пособия; tgr_j — отношение между понятиями.

Понятие

$$tgt_i = \langle id, eid, tgt_{NM}, URI, Q_S, Q_E \rangle, URI = \{uri_i\},$$

где id — уникальный идентификатор элемента; eid — уникальный идентификатор, изменяемый при редактировании элемента; tgt_{NM} — наименование понятия; URI — множество ресурсов, связанных с понятием; Q_S — множество предварительных контрольных вопросов; Q_E — множество завершающих контрольных вопросов; uri_i — ресурс, связанный с понятием.

Ресурс, связанный с понятием или отношением, характеризуется своим уникальным идентификатором URI (Uniform Resource Identifier). Это может быть внешний адрес в сети Интернет или адрес на локальном веб-сервере.

Идентификаторы id и eid определяются далее для всех элементов.

Отношение

$$tgr_j = \langle id, eid, tgr_{NM}, tgr_S, tgr_E, URI, Q_S, Q_E \rangle, URI = \{uri_i\},$$

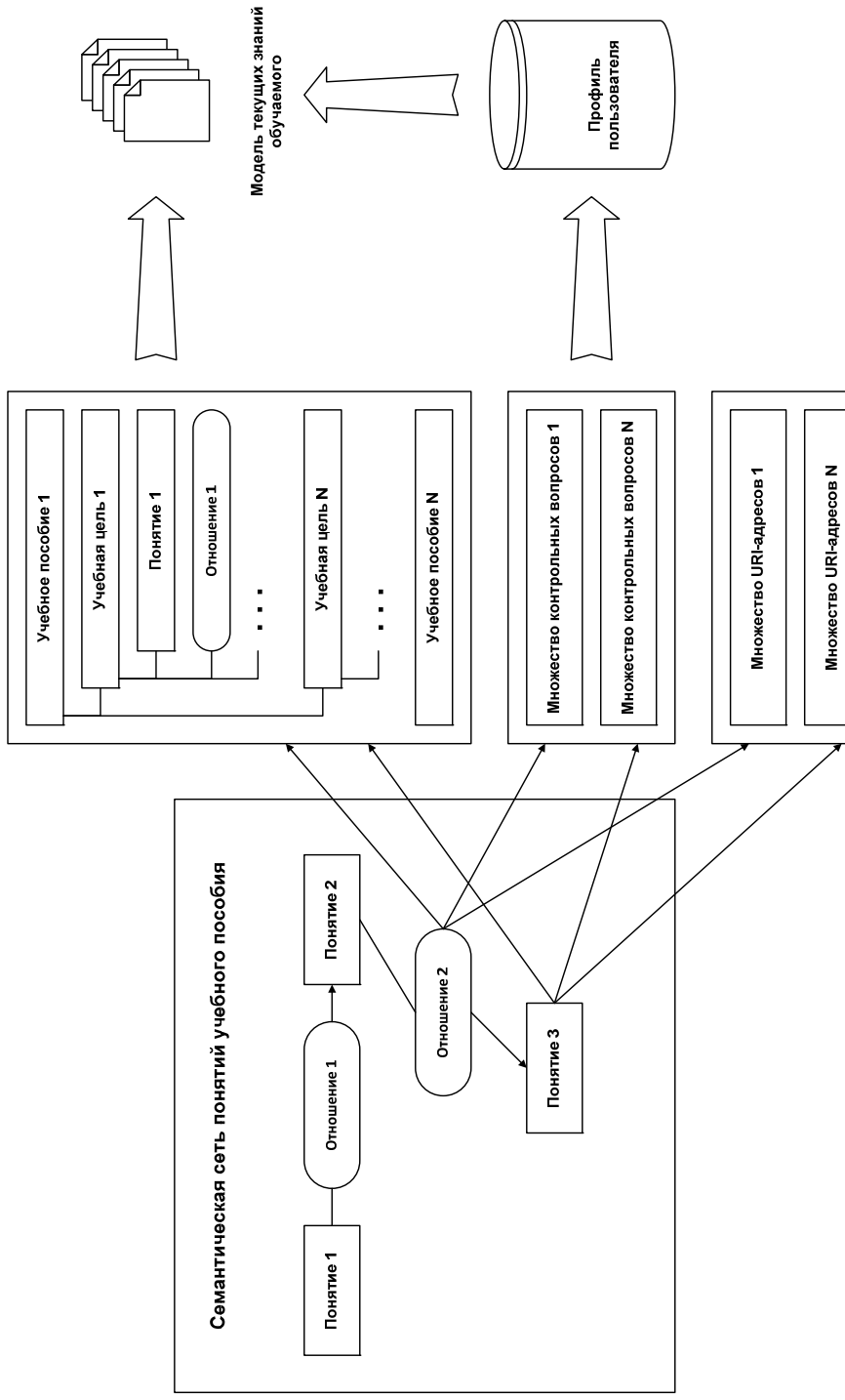


Рис. 2. Структурная модель автоматизированного учебного пособия (сплошными стрелками показаны связи между элементами модели, контурными стрелками — формирование элементов модели на основе других элементов)

где tgr_{NM} — наименование отношения; tgt_S — понятие, из которого исходит отношение; tgt_E — понятие, в которое входит отношение; URI — множество ресурсов, связанных с отношением; Q_S — множество предварительных контрольных вопросов, Q_E — множество завершающих контрольных вопросов.

Множество контрольных вопросов

$$Q = \langle id, eid, Q_{NM}, \{q_i\} \rangle,$$

где Q — множество контрольных вопросов; Q_{NM} — наименование множества контрольных вопросов; q_i — контрольный вопрос. В частности, множествами контрольных вопросов являются множества Q_S и Q_E .

Контрольный вопрос

$$q_i = \langle id, eid, qt, a_r, t_r, \{a_{wi}, t_{wi}\} \rangle,$$

где qt — текст вопроса; a_r — правильный вариант ответа на контрольный вопрос; t_r — текст, подтверждающий правильность ответа a_r ; a_{wi} — неправильный вариант ответа; t_{wi} — текст, объясняющий неправильность варианта ответа a_{wi} .

Каждый вопрос содержит список возможных вариантов ответов, из которых правильным является только один.

Вопрос предлагается обучаемому, до тех пор, пока обучаемый не ответит на данный вопрос правильно. При этом подсчитывается число неправильных ответов обучаемого.

Для определения степени правильности ответов обучаемого на контрольный вопрос используется коэффициент правильности ответа обучаемого на контрольный вопрос

$$K_r = \frac{A_{w0}}{A_w},$$

где A_{w0} — количество неправильных ответов на вопрос; A_w — максимальное количество неправильных ответов, предусмотренное в вопросе.

Коэффициент K_r — отношение числа реально сделанных ошибок к числу возможных ошибок, показывающее процент возможных ошибок, которые были допущены обучаемым.

Если обучаемый ответил правильно на вопрос с первого раза, то $A_{w0} = 0$ и $K_r = 0$. Если обучаемый предварительно перебрал все неправильные варианты ответов, то $A_{w0} = A_w$ и $K_r = 1$. Таким образом, значения коэффициента K_r принадлежат диапазону значений $0 \dots 1$, чем лучше обучаемый отвечает на вопросы, тем меньше значение K_r .

Обычно лучшее значение ассоциируется с максимальным значением шкалы. Поэтому введем коэффициент K_A , для которого лучшему результату соответствует 1, а худшему 0:

$$K_A = 1 - K_r.$$

Коэффициент правильности ответа обучаемого на множество контрольных вопросов K_Q определим как среднее значение коэффициентов K_{Ai} для всех вопросов множества:

$$K_Q = \frac{\sum_{i=1}^{Q_n} K_{Ai}}{Q_n},$$

где K_{Ai} — значение коэффициента K_A для i -го вопроса; Q_n — количество вопросов во множестве вопросов.

Коэффициент K_r характеризует «уверенность», с которой обучаемый выбирает правильный ответ на контрольный вопрос. Коэффициент K_Q позволяет определить, насколько хорошо обучаемый «проработал» множество контрольных вопросов.

Обучаемый может многократно отвечать на множество вопросов. В этом случае вычисляется и сохраняется новое значение коэффициента K_Q .

Множество учебных пособий

$$CRS = \{crs_i\},$$

где CRS — множество учебных пособий; crs_i — учебное пособие, $crs_i = \langle id, eid, crs_{NM}, LG \rangle$, $LG = \{lg_i\}$; crs_{NM} — наименование учебного пособия; LG — множество целей обучения пособия; lg_i — цель обучения.

Цель обучения определим как упорядоченное множество понятий и отношений в семантической сети понятий учебного пособия:

$$lg_i = \langle id, eid, lg_{NM}, \{tg_i\} \rangle, tg_i \in (TGT \cup TGR),$$

где lg_i — цель обучения; lg_{NM} — наименование цели обучения; tg_i — элемент цели обучения, принадлежащий объединенному множеству понятий и отношений семантической сети понятий учебного пособия.

Множество профилей пользователей

$$UP = \{up_i\},$$

где UP — множество профилей пользователей; up_i — профиль пользователя,

$$up_i = \langle id, eid, up_{NM}, up_{LGN}, up_{PWD}, up_T, up_Q \rangle.$$

Здесь up_{NM} — наименование пользователя; up_{LGN} — логин для работы с учебными пособиями; up_{PWD} — пароль для работы с учебными пособиями; up_T — признак профиля преподавателя (разработчика пособия); up_Q — множество тех множеств контрольных вопросов, на которые ответил обучаемый, $up_Q = \{\{Q_{ID}, K_Q\}\}$, Q_{ID} — идентификатор изученного множества контрольных вопросов.

Профиль пользователя включает коэффициенты K_Q для всех множеств контрольных вопросов, на которые ответил обучаемый.

Если обучаемый повторно отвечает на множество вопросов, то в профиле сохраняется новый результат ответов обучаемого.

Модель текущих знаний обучаемого

$$uk = \langle crs, up, K_{CRS}, PE_{CRS}, LGC \rangle, LGC = \{lgc_i\},$$

где crs — учебное пособие; up — профиль пользователя; K_{CRS} — коэффициент правильности ответа обучаемого на множество контрольных вопросов для учебного пособия; PE_{CRS} — логический признак выполнения целей обучения пособия; LGC — упорядоченное множество выполненных целей обучения пособия; lgc_i — выполненная цель обучения,

$$lgc_i = \langle lg, QL, QU, K_{LG}, PE_{LG} \rangle.$$

Здесь QL — множество таких множеств контрольных вопросов, которые связаны с целью и изучены обучаемым; QU — множество таких множеств контрольных вопросов, которые связаны с целью, но не изучены обучаемым; K_{LG} — коэффициент правильности ответа обучаемого на множество контрольных вопросов для множества QL ; PE_{LG} — логический признак выполнения цели обучения.

Параметр lgc характеризует степень выполнения цели обучения lg . Преподаватель может определить, на какие контрольные вопросы обучаемый не отвечал (множество QU) и с каким значением коэффициента K_{LG} он ответил на контрольные вопросы.

Коэффициент K_{LG} определим как среднее значение коэффициентов K_Q для всех элементов множества QL :

$$K_{LG} = \frac{\sum_{i=1}^{QL_n} K_{Qi}}{QL_n},$$

где K_{Qi} — коэффициент правильности ответа обучаемого на множество контрольных вопросов для всех элементов множества QL ; QL_n — мощность множества QL .

Коэффициент K_{CRS} определим как среднее значение коэффициентов K_{LG} для всех элементов множества LGC :

$$K_{CRS} = \frac{\sum_{i=1}^{LGC_n} K_{LGi}}{LGC_n},$$

где K_{LGi} — коэффициент правильности ответа обучаемого на множество контрольных вопросов для всех элементов множества LGC ; LGC_n —

мощность множества LGC. Таким образом, преподаватель может с помощью коэффициента K_{CRS} оценить степень проработанности учебного пособия конкретным обучаемым, а с помощью коэффициента K_{LG} — степень проработанности конкретной цели обучения.

Если для цели обучения множество QU пустое, то логический признак PE_{LG} принимает значение «истина», иначе «ложь». Логический признак PE_{CRS} принимает значение «истина» только, если истинны признаки PE_{LG} для всех целей обучения пособия. Следовательно, модель текущих знаний обучаемого выполняет для преподавателя функцию «приборной панели» (dashboard), позволяя определить степень проработанности как учебного пособия в целом, так и отдельных целей обучения пособия.

Выводы. Для решения проблемы целостности представления предметной области, которая рассматривается в различных учебных пособиях, предложена модель автоматизированного учебного пособия на основе семантической сети понятий.

Модель включает в себя формализованное описание понятий и отношений между понятиями, учебных пособий, целей обучения, контрольных вопросов. Модель текущих знаний обучаемого характеризует степень выполнения учебных целей пособия.

Предложенная модель позволит разрабатывать серии учебных пособий на основе единого целостного представления о предметной области пособий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. — 304 с.
2. ОСТ ВШ 01.002—95. Информационные технологии в высшей школе. Термины и определения. — М., 1995.
3. Смирнов В.М., Керов Л.А., Дерюшев В.А. Создание Windows и Internet-приложений в виде виртуальных книг. — СПб.: ЭЛБИ, 1998. — 254 с.

Статья поступила в редакцию 4.07.2012