

УДК 378.016:004

М.П. Мусиенко<sup>1</sup>, И.К. Черномаз<sup>2</sup><sup>1</sup>Черноморский государственный университет имени Петра Могилы, Николаев<sup>2</sup>Черкасский государственный технологический университет, Черкассы

## СЕМАНТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛА ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНИКА, РАСПРОСТРАНЯЕМОГО СЕРВИСАМИ GSM СЕТИ

В работе с помощью теории описания предметной области знаний на основе семантической сети получена семантическая модель представления учебного материала электронного учебника, который распространяется с помощью сервисов GSM сети. Определены три типа отношения между элементами структуры. Приведено математическое описание с использованием кортежей. Определены три отличия разработанной модели от известных моделей структур учебных материалов электронных учебников. Полученные результаты позволяют разрабатывать электронные учебники, которые можно эффективно распространять по GSM каналам мобильной связи.

**Ключевые слова:** электронный учебник, структура учебного материала, семантическая сеть, сервисы GSM сети.

### Введение

Одним из важных элементов учебно-методического обеспечения системы образования является учебник. В Украине существует острая нехватка печатных изданий. Анализ изданий научной и учебной литературы показывает, что среднестатистическое обеспечение ВУЗов литературой составляет по количеству экземпляров – 9,3 %, по количеству наименований – 5,8 % [1]. Данная проблема может быть частично решена за счет выпуска, распространения и использования электронных учебников (ЭУ). В отличие от бумажного варианта, электронный учебник может иметь ряд дополнительных возможностей: поиск информации по ключевым словам, гипертекстовое содержание, глоссарий терминов и др. Особо актуальна необходимость электронного учебника в системе дистанционного обучения.

Для передачи и распространения ЭУ чаще всего используют сеть Интернет. Однако недостаточно высокое развитие информатизации украинского общества не позволяет удовлетворить все потребности в обмене учебной информацией – по разным оценкам в Украине сегодня только около 15% населения имеют доступ в Интернет. Альтернативой могут быть сети мобильных операторов, по которым могут распространяться ЭУ [2] (по данным статистики в Украине услугами мобильной связи пользуются более 80 % населения, при этом воспользоваться услугой мобильной связи можно практически в любой точке страны). С помощью SMS сообщений можно пересылать реквизиты учебника, информацию о его приобретении (ссылки для загрузки, контактная информация авторов и др.), ключевые слова и т.д. С помощью MMS сообщений можно пересылать мультимедийные вставки, целые разделы и даже учебники целиком (при их небольшом размере). Любое фрагмент

учебника или он весь целиком может быть отправлен с использованием сервисов GPRS и EDGE.

**Анализ последних исследований.** В настоящее время существует хорошо отработанная методология создания ЭУ и других компьютерных обучающих систем. Важным элементом при разработке ЭУ является разработка его структуры, которая описывается с помощью модели представления учебного материала дисциплины. Для ее описания используют логические методы, продукционные модели, семантические сети, фреймы, объектно-ориентированные языки, базирующиеся на иерархии классов и объектов. Большинство авторов для представления учебного материала ЭУ используют семантические сети, которые содержат сведения о понятиях предметной области учебной дисциплины и их взаимосвязях [3 – 6].

Информация, которая передается с помощью сервиса GSM сети, имеет ограниченный объем (например, объем MMS сообщения). Поэтому для передачи по каналам мобильной связи ЭУ необходима возможно приведения размера всего ЭУ к заданному значению, которая достигается за счет уменьшения размера его составляющих (как правило, за счет уменьшения качества графических, аудио- и видеоматериалов) или удаления менее значимых компонент (например, удаления каких-либо дополнительных материалов, которые не несут основной смысловой нагрузки). Это накладывает жесткие требования к структуре ЭУ: максимальная детализация его компонентов, классификация важности представляемого материала и другое. Учитывая тот факт, что вопрос объема всего ЭУ, а тем более, его составляющих, как правило, в работах не рассматривался, то и при описании структур таких ЭУ эти требования во внимание не брались. Таким образом, все известные модели

представления учебного материала позволяют создавать ЭУ, которые удобны для работы в сети (например, в режиме онлайн), однако они непригодны для разработки ЭУ, которые будут распространяться с помощью сервисов GSM сети.

Целью данной работы является разработка новой модели представления учебного материала электронного учебника, который будет распространяться по каналам мобильной связи с помощью сервисов GSM сети.

### Изложение основного материала

Для осуществления возможности передачи ЭУ каналами мобильной связи, необходимо, что структура учебного материала соответствовала следующим требованиям: модульность, индексация, мультимедийность, иерархичность, наличие веса элемента ЭУ (т.е. приоритетность), важность (вариантность – инвариантность). Разработанная модель представления учебного материала в виде семантической сети, которая удовлетворяет всем перечисленным требованиям, показана на рис. 1.

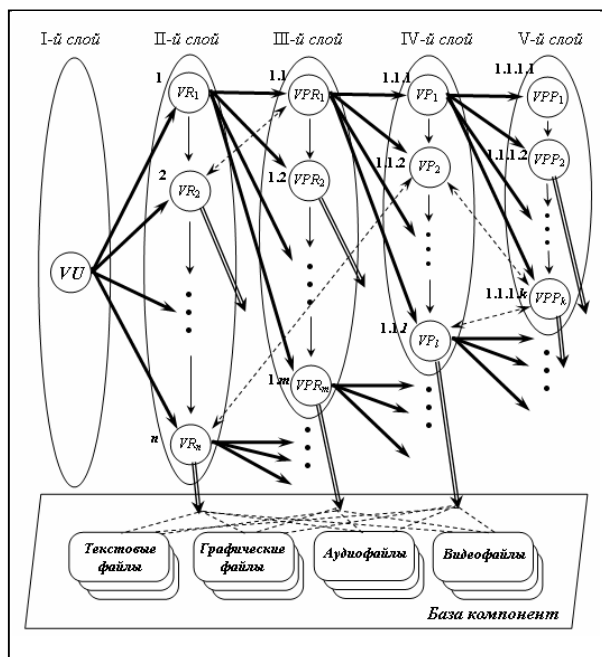


Рис. 1. Структура учебного материала электронного учебника

Структурные единицы представлены вершинами графа, отношения – ребрами и гиперребрами (овалами). Каждый  $i$ -тый раздел на слое  $VR$  может быть декомпозирован во множество подразделов на слое  $VPR$ , каждый  $i$ -тый подраздел на слое  $VPR$  может быть декомпозирован во множество пунктов на слое  $VP$  и т.д.

Между вершинами существуют отношения трех типов:

1) иерархические, которые образуют древо-видную структуру;

2) просмотревые последовательности, которые в данной модели бывают линейные и дискретно-линейные;

3) семантическими (ассоциативными), которые образуют сетевую структуру.

Основу структуры учебного материала составляют иерархические структурные отношения (отношения первого типа). Они обозначены жирными ребрами, направленными от подчиняющих к подчиненным вершинам. В соответствии с этими отношениями структурным единицам присвоены индексы, каждый из которых отражает путь к соответствующей вершине от корневой вершины. Индексы используются для идентификации и адресации структурных единиц. Их компоненты ассоциируются с иерархическими уровнями учебного материала. Количество и наименования уровней в конкретных реализациях ЭУ могут быть разными. На рис. 1 выделено пять уровней, считая корневую вершину. Наименования структурных элементов также могут быть различными, например: часть  $\Rightarrow$  глава  $\Rightarrow$  раздел  $\Rightarrow$  подраздел (параграф, тема)  $\Rightarrow$  пункт; раздел  $\Rightarrow$  часть  $\Rightarrow$  тема  $\Rightarrow$  пункт  $\Rightarrow$  подпункт; другие варианты. В модели на рис. 1 для примера выбраны: - раздел  $\Rightarrow$  подраздел  $\Rightarrow$  пункт  $\Rightarrow$  подпункт.

Отношения второго типа определяются на множествах соподчиненных вершин, т.е. вершин одного иерархического уровня, имеющих на предыдущем уровне общую подчиняющую вершину, и служат для описания порядка предъявления пользователю соответствующих структурных единиц (последовательности переходов или навигации по учебному материалу). В некоторых реализациях такие отношения называются просмотревыми последовательностями [4]. На рис. 1 они обозначены гиперребрами, а отношения между ними – тонкими стрелками.

Структура, порожаемая отношениями второго типа, в разных известных ЭУ бывает различной [4]. В одних случаях это – линейная последовательность связей между вершинами (в неадаптивных учебниках), в других – сложная разветвленная структура (в адаптивных к обучаемому). Учитывая тот факт, что учебники, распространяемые по каналам мобильной связи не могут, как правило, быть адаптивными к обучаемому, то разветвленной структуры в таких ЭУ быть не может.

Отношения третьего типа являются семантическими (ассоциативными). Они связывают пары структурных единиц учебного материала, содержания которых обладают смысловой корреляцией. Часто такие отношения называют гиперссылками или гиперсвязями. Они показаны тонкими пунктирными стрелками, отражающими направления переходов между вершинами. Как правило, подобные отношения двунаправлены.

Введем понятие кадра. Под кадром будет пониматься любой структурный элемент ЭУ, содержащий учебный материал с ссылками или без на другие структурные элементы (без их содержания в текущем кадре). Это существенно отличается от традиционного понятия кадра (например, в [4]), в котором под кадром понимается структурная единица без подчиненных или, второе значение, – форма представления структурных единиц информации. Это важное отличие обусловлено тем, что должна обеспечиваться модульность всех структурных элементов, что позволит в дальнейшем отказываться на выбор от того или иного элемента для передачи ЭУ каналами мобильной связи.

Двойные стрелки на рис. 1 обозначают ссылки на кадробразующие компоненты – отдельные файлы, которые формируют кадр: текстовые, графические, аудио- и видеофайлы. При описании они обозначаются соответственно множеством файлов  $T$ ,  $G$ ,  $A$  и  $V$ . Эти файлы находятся в отдельной базе файлов и могут рассматриваться как внешние к структуре ЭУ.

Эти множества формируются совокупностью соответствующих файлов, например, для множества текстовых файлов:

$$T = \bigcup_{i \in \text{IND}} \bigcup_{j=1}^{n_{\langle \text{ind} \rangle}} \bigcup_{l=1}^{m_{\langle \text{ind} \rangle}} T^{\langle \text{ind} \rangle} [t_{li}, t_{2j}], \quad (1)$$

где  $\text{IND}$  – множество всех индексов;  $n_{\langle \text{ind} \rangle}$ ,  $m_{\langle \text{ind} \rangle}$  – размеры диапазонов индексов массива  $t_1$  и  $t_2$  соответственно для кадра с индексом  $\langle \text{ind} \rangle$ ;  $t_1$ ,  $t_2$  – индексы массивов с размерами текстовых компонент.

Аналогичным образом получаются множества графических, аудио и видео файлов, только меняется количество индексов массивов: графическим файлам соответствует четыре индекса, аудиофайлам – пять; видеофайлам – девять. Количество индексов определяет количество составляющих, которые можно изменять для уменьшения качества и, соответственно, размера файла.

Соответствующие отношения (в виде двойных стрелок) по сути являются ассоциативными, но, в отличие от отношений третьего типа, вторым коррелятом в них выступает внешний, применительно к учебному материалу, объект. Важным отличием этих отношений от моделей известных ЭУ является то, что они исходят не только из конечного структурного элемента (не имеющего подчиненного), а из любого кадра. Это связано с необходимостью максимальной модульности учебного материала для возможного обращения к любому структурному элементу и любой компоненте (для уменьшения общего объема ЭУ за счет минимальных изменений, т.е. за счет изменения любого элемента на выбор).

Еще одним существенным отличием разрабатываемой модели ЭУ от известных является то, что

такие элементы как тестовый контроль, вспомогательные материалы и прочее находятся в структуре ЭУ не на низшем уровне, как в подобных структурах [4], а начинаются со второго слоя, т.е. как отдельная глава. Это и обуславливает дискретно-линейную связь для связей второго типа, т.е. идет линейность для глав, затем для разделов тестов, затем для каких-либо вспомогательных материалов и т.д. Если материал ЭУ содержит только лекционную часть, то связь второго рода линейна. Необходимость такой организации для вспомогательных материалов обусловлена требованиями модульности и приоритетности материалов, т.е. чтобы они легко исключались из состава ЭУ при необходимости.

Таким образом, существует три отличия между структурой традиционного электронного учебника и ЭУ, распространяемого каналами мобильной связи:

– отношения связей второго рода являются линейными или дискретно-линейными, в отличие от линейных и разветвленных типов связей в известных структурах ЭУ;

– дополнительные элементы (тестовый контроль, справочные материалы и прочее) находятся в структуре ЭУ не на низшем уровне, а начинаются со второго слоя, т.е. как отдельная глава;

– ассоциативные связи (в виде двойных стрелок на рис. 1) исходят не только из конечного структурного элемента (не имеющего подчиненного), а из любого кадра.

Согласно рис. 1 учебный материал позволяет выделить следующие основные уровни (слои) представления в базе знаний ЭУ:

$$VU = (\{VR\}, \{VPR\}, \{VP\}, \{VPP\}, \{Int\}), \quad (2)$$

где  $VU$  – учебный материал ЭУ в целом (1-й слой сети);  $VR$  – множество разделов, т.е. часть семантической сети, соответствующая 2-му слою;  $VPR$  – множество подразделов, т.е. часть семантической сети, соответствующая 3-му слою;  $VP$  – множество пунктов, т.е. часть семантической сети, соответствующая 4-му слою;  $VPP$  – множество подпунктов, т.е. часть семантической сети, соответствующая 5-му слою;  $Int$  – множество взаимосвязей между кадрами.

Отношения следования разделов и подразделов, пунктов и подпунктов, обобщенных характеристик моделей по уровням представляются в виде [3]:

$$SVR = (\{VR\}, CVR, H(SVR)), \quad (3)$$

где  $SVR$  – слой иерархии семантической сети, отражающий представление учебного материала на уровне разделов;  $CVR$  – отношение следования разделов на множестве  $\{VR\}$ .  $H(SVR)$  – множество обобщенных характеристик модели материала уровня разделов.

Аналогично раскрываются третий, четвертый и пятый слои иерархии сети.

Отношения следования между кадрами (CVR, CVPR, CVP и CVPP) определяются матрицей отношений очередностей, и матрицей базовых ключевых слов. Множества обобщенных характеристик моделей материалов на уровнях (H(SVR), H(SVPR), H(SVP) и H(SVPP)) определяются матрицей логических связей, связей гиперссылками, приоритетов, массивами размеров компонент и матрицей свойств кадров.

Описанный принцип построения структуры представления учебного материала был применен при разработки ЭУ в рамках выполнения научно-исследовательской темы «Создание интерактивного электронного учебника украинского языка, а также системы его функционирования в информационном пространстве нового поколения» в рамках Государственной программы развития и функционирования украинского языка на 2004-2010 годы.

Использование разработанной модели представления учебного материала позволило сделать ЭУ удобным для передачи каналами мобильной связи с помощью сервисов GSM сети.

### Выводы

На основе теории описания предметной области знаний с помощью семантической сети получена семантическая модель представления учебного материала электронного учебника, который распространяется с помощью сервиса GSM сети. Определены три типа отношения между элементами структуры. Полученная модель имеет три отличия от известных структур существующих электронных учебников.

Разработанная семантическая модель представления материала электронного учебника позволяет

разрабатывать электронные учебные комплексы, которые будут удобны для распространения каналами мобильной связи с помощью сервисов GSM сети.

### Список литературы

1. Афонін О.В. Навчальна книга для ВНЗ в контексті книговидавничої справи в Україні [Текст] / Праці І-го міжн. форуму «Інформаційне забезпечення навчального процесу у Вищій школі». – Одеса. – 2007. – С. 25-29.
2. Мусієнко М.П., Савчук О.Л. Использование мобильной связи для обеспечения учебного процесса в Высшей школе [Текст] / Праці І-го міжн. форуму «Інформаційне забезпечення навчального процесу у Вищій школі». – Одеса. – 2007. – С. 215-218.
3. Бобыр Е.И. Комплексная модель адаптивной компьютеризированной системы обучения и тестирования на базе семантических сетей / Е.И. Бобыр, Л.Н. Радванская, В.В. Мартинов, Ю.В. Чепурная. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vkhdntu/2009\\_1/05\\_vishaya\\_shkola.htm](http://www.nbuv.gov.ua/portal/natural/Vkhdntu/2009_1/05_vishaya_shkola.htm). – 21.07.2010 г. – Заголовок с экрана.
4. Баишаков А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем [Текст] / А.И. Баишаков, И.А. Баишаков // М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», 2003. – 616 с.
5. Баишаков И.А. Модель семантической сети для представления учебного материала в компьютерных обучающих средствах [Текст] / И.А. Баишаков, П.Д. Рабинович // Справочник. Инженерный журнал, №8. – М.: Машиностроение, 2002. – С. 61-64.
6. Баишаков И.А., Рабинович П.Д. Анализ моделей семантических сетей как математического аппарата представления знаний об учебном материале [Текст] / И.А. Баишаков, П.Д. Рабинович // Справочник. Инженерный журнал. – 2002. – № 7. – С. 55-60.

Поступила в редколлегию 12.07.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.Н. Рудницький, Черкаський державний технологічний університет, Черкаси.

### СЕМАНТИЧНА МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕННЯ МАТЕРІАЛУ ЕЛЕКТРОННОГО ПІДРУЧНИКА, ЩО РОЗПОВСЮДЖУЄТЬСЯ СЕРВІСАМИ GSM МЕРЕЖІ

М.П. Мусієнко, І.К. Чорномаз

*У роботі за допомогою теорії опису предметної галузі знань на основі семантичної мережі отримана семантична модель представлення навчального матеріалу електронного підручника, який поширюється за допомогою сервісів GSM мережі. Визначено три типи відношення між елементами структури. Приведений математичний опис з використанням кортежів. Визначено три відмінності розробленої моделі від відомих моделей структур учбових матеріалів електронних підручників. Отримані результати дозволяють розробляти електронні підручники, які можливо ефективно поширюватиме по GSM каналам мобільного зв'язку.*

**Ключові слова:** електронний підручник, структура навчального матеріалу, семантична мережа, сервіси GSM мережі.

### THE SEMANTIC MODEL OF THE PRESENTATION OF ELECTRONIC TEXTBOOK'S MATERIAL, WHICH IS BEING DISTRIBUTED BY THE GSM NETWORK SERVICES

M.P. Musienko, I.K. Chornomaz

*In this article the semantic model of the presentation educational material of the electronic textbook, which is being distributed by the GSM network services, is obtained by means of the theory of describing the domain knowledge based on semantic network. The three types of relationships between the structural elements are identified. The mathematical description using tuples is pointed out. The three differences of the developed model from the familiar models of the structures of educational materials of electronic textbooks are identified. These results enable the development of electronic textbooks, which may be effectively disseminated through GSM mobile communication channels.*

**Keywords:** electronic textbook, the structure of educational material, semantic network, GSM network services.