

М.П. Мусиенко, И.К. Черномаз

## МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНИКОВ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ РЕСУРСАМИ

*Аннотация. В работе приведены разработанные методы и модели преобразования больших объемов учебной информации (на примере мультимедийных электронных учебников) под заданный малый размер для компьютерных образовательных систем с ограниченными ресурсами. Разработана новая семантическая модель представления учебного материала. Предложено использование устройства обработки индексов, а также разработано алгоритмическое обеспечение его работы. Разработаны четыре метода преобразования электронного учебника под заданный граничный размер.*

*Ключевые слова: электронный учебник, методы преобразования, граничный размер*

### 1. Введение

В настоящее время происходит существенная компьютеризация в сфере образования. При этом одно из наиболее популярных направлений – увеличение использования переносных электронных средствах, так называемых гаджетов, которые характеризуются малыми объемами памяти. В этом случае возникает проблема работы и хранения с электронными продуктами больших объемов, таких например, как мультимедийные электронные учебники (ЭУ), объем которых достигает сотни мегабайт или даже гигабайты.

Особо актуальным этот вопрос становится в системе дистанционного обучения (СДО), в которой использование электронных учебников является существенным элементом образовательной системы. При этом использование переносных электронных средств обучения в СДО наиболее актуально, так как использование неаудиторного времени прежде всего связано именно с использованием мобильных средств обучения. Тогда вопрос хранения большого объема учебной информации в переносном носителе наиболее важен. Кроме того, в

СДО используются различных систем передачи информации, включая наиболее развитую в Украине сеть – GSM, сервисы которого (SMS/MMS,GPRS) характеризуются очень ограниченным трафиком.

Поэтому одним из направлений развития компьютеризации в сфере образования является решение задачи, как большим объемам образовательной информации взаимодействовать с компьютерными системами и сетями с ограниченными ресурсами.

Теоретическими основами проектирования электронных учебников занималось много ученых: Башмаков А.И. и Башмаков И.А. [1, 2], Гриншкун В.В., Бобыр Е.И. [3], Пиаже Ж, Матрос Д.Ш., Лернер И.Я., Безпалько А.А. и Безпалько В.П., Гаврилова Т.А. и многие другие. В Украине одними из ведущих специалистов являются Шевченко В.Л., Спиваковский О.В. и др. Учитывая тот факт, что электронный учебник совмещает в себе сразу несколько областей как гуманитарного направления: методологии, дидактики, педагогики, психологии и др., так и технического – программирования, дизайна, телекоммуникаций и др., круг специалистов значительно расширяется за счет ученых из разных областей.

Однако существующие методы и модели построения компьютерных систем и сетей не позволяют эффективно обрабатывать информацию, для ее хранения и работы в системах с ограниченными ресурсами.

Таким образом, целью работы является повышение эффективности работы компьютерных образовательных систем и сетей за счет разработки новых методов обработки учебной информации, в частности, мультимедийных электронных учебников больших размеров.

## **2. Основное содержание и результаты работы**

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, базирующие 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 [1 – 3].

Используя семантические сети для формализации предметной области в работе разработана модель представления материала учебной дисциплины ЭУ (рис. 1) [4]. Полученная модель имеет четыре отличия от структуры традиционного электронного учебника.

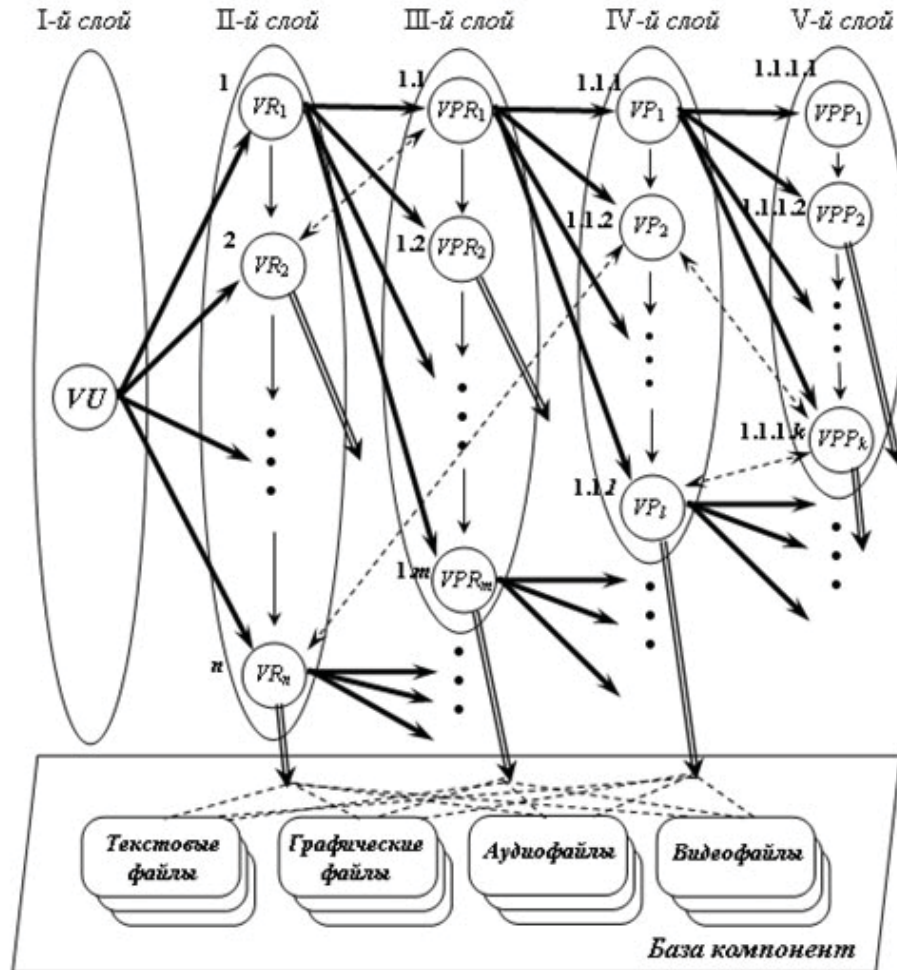


Рисунок 1 - Семантическая модель структуры учебного материала ЭУ

Определены три типа отношений между вершинами: иерархические; линейные и дискретно-линейные просмотровые последовательности; семантические (ассоциативными), образующие сетевую структуру.

Структура ЭУ состоит из множества текстовых, графических, звуковых и видеофайлов, которые имеют следующее описание:

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

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

$$G = \bigcup_{ind \in IND} \bigcup_{s=1}^{z_{\langle ind \rangle}} \bigcup_{i=1}^{n_{\langle ind \rangle}} \bigcup_{j=1}^{m_{\langle ind \rangle}} \bigcup_{k=1}^{c_{\langle ind \rangle}} \bigcup_{l=1}^{d_{\langle ind \rangle}} G_S^{\langle ind \rangle} [g_{1i}, g_{2j}, g_{3k}, g_{4l}], \quad (2)$$

где  $n_{\langle ind \rangle}$ ,  $m_{\langle ind \rangle}$ ,  $c_{\langle ind \rangle}$ ,  $d_{\langle ind \rangle}$  – размеры диапазонов индексов  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$ , и  $g_4$  соответственно для кадра с индексом  $\langle ind \rangle$ ;  $z_{\langle ind \rangle}$  – количество графических компонент в кадре с индексом  $\langle ind \rangle$ ;  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$ , и  $g_4$  – индексы массивов с размерами графических компонент;

$$A = \bigcup_{ind \in IND} \bigcup_{s=1}^{z_{\langle ind \rangle}} \bigcup_{i=1}^{n_{\langle ind \rangle}} \bigcup_{j=1}^{m_{\langle ind \rangle}} \bigcup_{k=1}^{c_{\langle ind \rangle}} \bigcup_{l=1}^{d_{\langle ind \rangle}} \bigcup_{p=1}^{e_{\langle ind \rangle}} A_S^{\langle ind \rangle} [a_{1i}, a_{2j}, a_{3k}, a_{4l}, a_{5p}], \quad (3)$$

где  $n_{\langle ind \rangle}$ ,  $m_{\langle ind \rangle}$ ,  $c_{\langle ind \rangle}$ ,  $d_{\langle ind \rangle}$ ,  $e_{\langle ind \rangle}$  – размеры диапазонов индексов массива  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$  и  $a_5$  соответственно для кадра с индексом  $\langle ind \rangle$ ;  $z_{\langle ind \rangle}$  – количество аудио компонент в кадре с индексом  $\langle ind \rangle$ ;  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$  и  $a_5$  – индексы массивов с размерами аудиокомпонент;

$$V = \bigcup_{ind \in IND} \bigcup_{s=1}^{z_{\langle ind \rangle}} \bigcup_{i, \dots=1}^{n_{\langle ind \rangle}, \dots} V_S^{\langle ind \rangle} [v_{1i}, v_{2j}, v_{3k}, \dots, v_{9w}], \quad (4)$$

где  $n_{\langle ind \rangle}, \dots$  – размеры диапазонов индексов массива  $v_1, \dots, v_9$  соответственно для кадра с индексом  $\langle ind \rangle$ ;  $z_{\langle ind \rangle}$  – количество видео компонент в кадре с индексом  $\langle ind \rangle$ ;  $v_1, \dots, v_9$  – индексы массивов с размерами видеоконponent.

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

$$VU = (\{VR\}, \{VPR\}, \{VP\}, \{VPP\}, \{Int\}), \quad (5)$$

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:

$$SVR = (\{VR\}, CVR, H(SVR)), \quad (6)$$

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.

Для описания отношения следования вершин семантической сети, а также множество обобщенных характеристик моделей элементов сети разработано шесть типов матриц взаимосвязей и отношений и набор многомерных массивов: матрицы отношений очередностей; матрицы логических связей; матрицы связей гиперссылками; матрицы базовых ключевых слов; матрицы свойств кадров; матрицы приоритетов; массивы размеров компонент.

Получена новая модель состава электронных учебников для обработки в компьютерных образовательных системах (рис. 2) [5], в которой выделены известные, впервые разработанные, а также известные, но видоизмененные составляющие.

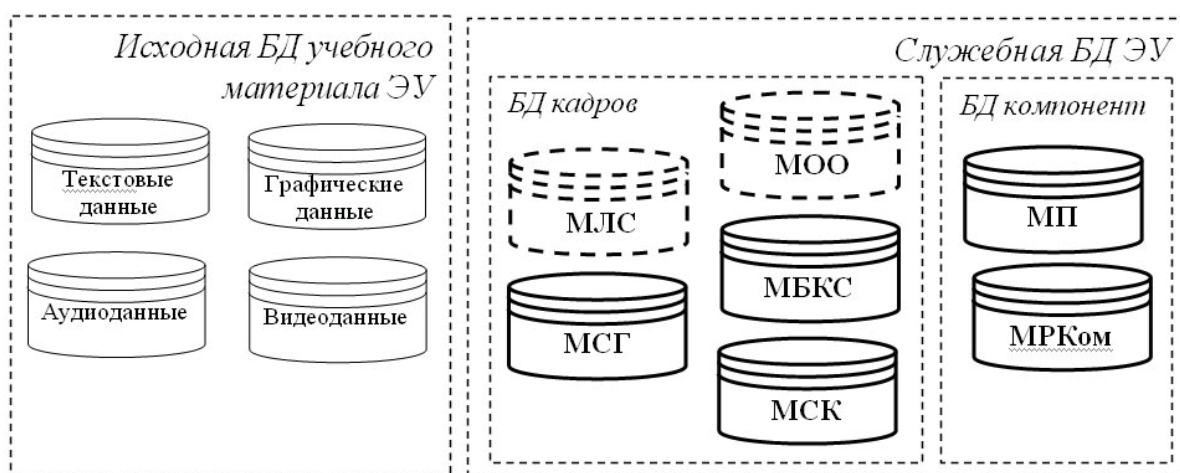


Рисунок 2 - Модель состава электронных учебников

На рис. 2 МОО – матрица отношений очередностей; МЛС – матрица логических связей; МСГ – матрица связей гиперссылками; МБКС – матрица базовых ключевых слов; МСК – матрица свойств кадров; МП – матрица приоритетов; МРКом – массивы размеров компонент.

В работе разработано четыре метода трансформации исходных электронных учебников до заданного размера:

- при запросе на весь ЭУ;
- при запросе на отдельный структурный элемент ЭУ (глава, раздел, подраздел и т.д.);
- при запросе на часть ЭУ, который содержит информацию по какому-то стандартному (из заранее предложенного списка) понятию (термину), т.е. при запросе по базовому ключевому слову;
- при запросе на часть ЭУ, который содержит информацию по какому-то случайному понятию (термину), т.е. при запросе по случайному ключевому слову.

Для осуществления выбора, какой из элементов структуры ЭУ необходимо удалять или конвертировать в тот или иной момент обработки, используются разработанные матрицы и массивы, в которых описаны приоритеты и важности всех структурных элементов ЭУ.

Для всех методов получены схемы, определены приоритеты обработки составляющих ЭУ, описаны алгоритмы работы устройств. Общая схема преобразования ЭУ при обработке всего ЭУ показана на рис. 3 [6]. Согласно схемы рис. 3 в устройстве обработке индексов (УОИ) по определенному алгоритму, используя массивы размеров компонент (МРКом), матрицу приоритетов (МП) и значения коэффициентов инвариантности и весов из матрицы свойств кадров (МСК), определяются индексы из МРКом, а также те кадры (через индексы кадров), которые должны остаться.

Весь процесс преобразования делится на две стадии:

- стадия конвертации, в котором происходит уменьшение качества компонентов (файлов) до минимально возможных, которые заданы в массивах МРКом, согласно приоритетам из матриц МП и МСК;
- стадия удаления компонент и кадров согласно приоритетов из матриц МП и МСК.

Процесс преобразования происходит до тех пор, пока размер преобразованного ЭУ будет не меньше заданного значения  $V_3$ , т.е. пока не будет выполняться условие:

$$\sum_{\langle \text{ind} \rangle} P_{T_{t_1, t_2}^{\langle \text{ind} \rangle}} + \sum_{\langle \text{ind} \rangle} \sum_{n_{\langle \text{ind} \rangle}=1}^{N_{\langle \text{ind} \rangle}} P_{G_{g_1, g_2, g_3, g_4}^{\langle \text{ind} \rangle, n_{\langle \text{ind} \rangle}}} + \sum_{\langle \text{ind} \rangle} \sum_{m_{\langle \text{ind} \rangle}=1}^{M_{\langle \text{ind} \rangle}} P_{A_{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5}^{\langle \text{ind} \rangle, m_{\langle \text{ind} \rangle}}} + \sum_{\langle \text{ind} \rangle} \sum_{l_{\langle \text{ind} \rangle}=1}^{L_{\langle \text{ind} \rangle}} P_{V_{v_1, \dots, v_9}^{\langle \text{ind} \rangle, l_{\langle \text{ind} \rangle}}} < V_3, \quad (7)$$

где  $IND$  – множество всех индексов;  $P_T$ ,  $P_G$ ,  $P_A$ , и  $P_V$  – размеры текстовых, графических, аудио- и видеофайлов соответственно;  $N_{\langle ind \rangle}$ ,  $M_{\langle ind \rangle}$ ,  $L_{\langle ind \rangle}$  – количество графических, аудио- и видеокомпонент соответственно в кадре с индексом  $\langle ind \rangle$ ;  $t_1$ ,  $t_2$  – индексы массивов с размерами текстовых компонент;  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$ , и  $g_4$  – индексы массивов с размерами графических компонент;  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ ,  $a_4$  и  $a_5$  – индексы массивов с размерами аудиокомпонент;  $v_1, \dots, v_9$  – индексы массивов с размерами видеокомпонент.

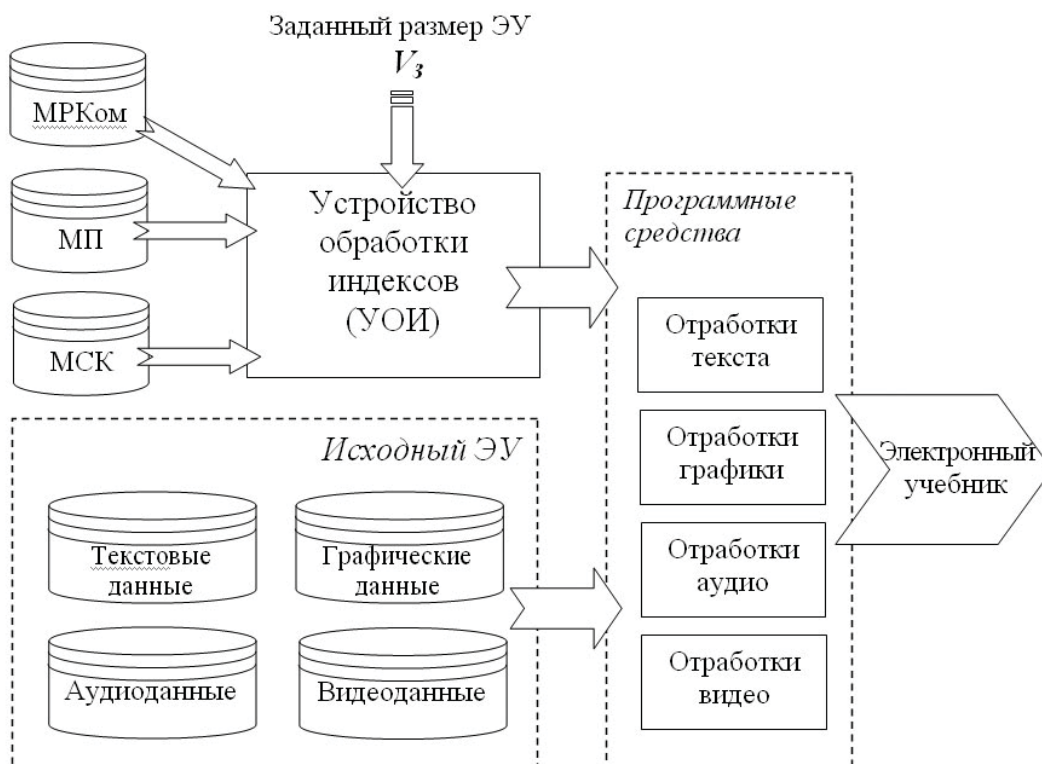


Рисунок 3 - Модель системы при преобразовании всего ЭУ

### 3. Выводы

В работе разработаны новые методы и модели преобразования больших объемов учебной информации (на примере мультимедийных электронных учебников) под заданный малый размер для компьютерных образовательных систем с ограниченными ресурсами, которые могут использоваться в системе дистанционного обучения. При этом получены следующие новые результаты:

- получила дальнейшее развитие теория описание предметной области учебного материала на основе семантических сетей, которая заключается в видоизменении модели структуры учебного материала, что позволяет преобразовывать информацию, представленную формализованными знаниями, с сохранением наиболее значащих данных;

- впервые предложено использование устройства обработки индексов в компьютерных образовательных системах, а также разработано его алгоритмическое обеспечение;

- получила дальнейшее развитие теория определения приоритетности и взаимосвязи структурных элементов электронных учебников за счет изменений матриц отношений очередности и логических связей, а также разработки матриц связей гиперссылками, свойств кадров, базовых ключевых слов, приоритетов компонентов и массивов размеров компонент, что позволяет преобразовывать размеры электронных учебников с сохранением наибольшей значимости учебного материала;

- впервые разработаны методы обработки информации в компьютерных образовательных системах путем удаления и/или конвертации компонент с учетом их приоритетности на основе использования набора матриц приоритетов и массивов размеров, что позволяет получать учебные материалы заданных размеров с сохранением наиболее значащей информации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем [Текст] / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков // М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», 2003. – 616 с.
2. Башмаков И. А. Модель семантической сети для представления учебного материала в компьютерных обучающих средствах [Текст] / И.А. Башмаков, П.Д. Рабинович // Справочник. Инженерный журнал, №8, М.: Машиностроение, 2002. – С. 61 – 64.
3. Бобыр Е.И. Комплексная модель адаптивной компьютеризированной системы обучения и тестирования на базе семантических сетей [Электронный ресурс] / Е.И. Бобыр, Л.Н. Радванская, В.В. Мартинов, Ю.В. Чепурная – Режим доступа: [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vkhdtu/2009\\_1/05\\_vishaya\\_shkola.htm](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/Vkhdtu/2009_1/05_vishaya_shkola.htm). – 21.07.2010 г. – Заголовок с экрана.
4. Мусиенко М.П. Семантическая модель представления материала электронного учебника, распространяемого сервисами GSM сети [Текст] / М.П. Мусиенко М.П., И.К. Черномаз // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил. – Харьков.– 2010. – Вип. 3 (25). – С. 146 – 149.
5. Патент України № 55570. Спосіб підготування електронного посібника для дистанційного навчання / Мусієнко М. П., Черномаз І.К. (Україна). – № u201012775; заявл. 28.10.10; опубл. 10.12.10, Бюл. № 23.
6. Патент України № 55571. Пристрій підготування електронного підручника із заданим граничним розміром підручника / Мусієнко М. П., Черномаз І.К. (Україна). – № u201012776; заявл. 28.10.10; опубл. 10.12.10, Бюл. № 23.