

УДК 004.853

## МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ, ОРГАНИЗАЦИИ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ УЧЕБНОГО КОНТЕНТА В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ

<sup>1</sup>Минасов Ш.М., <sup>1</sup>Минасова Н.С., <sup>1</sup>Тархов С.В., <sup>2</sup>Тархова Л.М.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»,  
Уфа, e-mail: minasov@ufanet.ru, minasova@mail.ru, tarkhov@inbox.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,  
Уфа, e-mail: tarkhova@inbox.ru

В статье рассмотрены модели структуризации, декомпозиции, организации хранения и сборки мультимедийного учебного контента, обеспечивающие предоставление высокоэффективного доступа различных категорий пользователей к учебно-методическим материалам в сетевых системах электронного обучения. Представлена объектная иерархическая модель, позволяющая хранить в базе данных системы электронного обучения целостные смысловые фрагменты учебно-методической информации, декомпозированной до «атомарного» уровня, и выполнять автоматизированную сборку учебно-методического материала, предоставляемого обучающимся в виде агрегативных учебных модулей, содержащих учебный контент и процедуры управления адаптивным обучением. Представлена дескрипторно-иерархическая модель, позволяющая хранить учебно-методический материал на основе компонентного подхода, обеспечивающая эффективный поиск и сборку учебного контента с использованием дескрипторного информационно-поискового языка. Показана возможность формирования виртуального пространства знаний на основе хранимой в базе данных учебно-методической информации.

**Ключевые слова:** электронное обучение, структурирование данных, учебный контент, объектная модель, иерархическая модель, дескрипторная модель, виртуальное пространство знаний, подготовка специалистов

## MODELS OF REPRESENTATION, THE ORGANIZATION OF STORAGE AND PROCESSING OF TRAINING CONTENT IN E-LEARNING SYSTEMS

<sup>1</sup>Minasov Sh.M., <sup>1</sup>Minasova N.S., <sup>1</sup>Tarkhov S.V., <sup>2</sup>Tarkhova L.M.

<sup>1</sup>Ufa State Aviation Technical University, Ufa,  
e-mail: minasov@ufanet.ru, minasova@mail.ru, tarkhov@inbox.ru;

<sup>2</sup>Bashkir State Agrarian University, Ufa, e-mail: tarkhova@inbox.ru

The article deals with the structuring model, decomposition, storage organization and assembly of multimedia training content, ensuring the provision of high-performance access to different categories of users of teaching materials in network e-learning systems. Presented object hierarchical model, allows you to store a database of e-learning system integrity semantic fragments of educational-methodical information decomposed to «atomic» level and perform automated assembly of training and methodological materials provided to students in the form of aggregative training modules containing training content and management procedures adaptive learning. Presents descriptive-hierarchical model, allows you to store training-methodical material on the basis of the component approach that provides efficient search and assembly training content using the descriptor information retrieval language. The possibility of the formation of the virtual space on the basis of the knowledge stored in the database of educational and methodological information data.

**Keywords:** e-learning, data structuring, training content, object model, hierarchical model, model descriptor, virtual space of knowledge

Современный уровень развития информационных и коммуникационных технологий позволяет создавать высокоэффективные сетевые системы электронного обучения (СЭО), реализующие основные принципы личностно-ориентированного (индивидуализированного) подхода к организации учебного процесса. Внедрение в образовательный процесс СЭО требует решения ряда проблем, связанных с различными аспектами их функционирования: организационными, ресурсными, информационными, дидактическими.

В рамках настоящей статьи рассматривается одна из важнейших составляющих информационного аспекта функционирования СЭО – модели декомпозиции, организации хранения, сборки и представления обучающимся учебного контента [5] с целью реализации процессов адаптивного управления индивидуализированным электронным обучением [8]. Современные технологии управления адаптивным электронным обучением позволяют реализовать эффективный учебный процесс с использованием мультимедийного контента,

в состав которого включены: гипертекст с таблицами, статической и анимированной графикой, видео и аудиоданными. При этом основной проблемой в современных СЭО является выбор метода декомпозиции и организации хранения исходного учебно-методического материала, а также последующей динамической сборкой мультимедийного контента для предоставления его обучающимся.

### **Модели структуризации, декомпозиции, организации хранения и обработки учебного контента в системах электронного обучения**

Для организации хранения и предоставления доступа различных категорий пользователей к учебно-методическим материалам (УММ) в сетевых СЭО получили широкое применение подходы, в основу которых положены:

- а) организация хранения учебной информации и предоставления ее пользователям в виде единого электронного документа;
- б) организация хранения учебной информации и предоставления ее пользователям в виде гипертекстового документа;
- в) организация доступа к учебной информации с использованием баз данных;
- г) организация хранения учебной информации с использованием баз данных.

Их подробное описание с указанием достоинств и недостатков было приведено в работе [5]. Как показала практика, наиболее перспективной и эффективной с точки зрения реализации процессов массового адаптивного управления электронным обучением в учебных заведениях различного уровня [8] является модель представления и организации хранения в базе данных декомпозированных УММ с обработкой

информации на основе объектно-ориентированного подхода. При этом современные информационные коммуникационные технологии требуют модификации разработанных ранее моделей и методов представления, хранения и обработки учебного контента. В частности, информационные ресурсы интернет, а также ранее созданных систем компьютерного обучения могут быть интегрированы в единое информационное пространство. При этом базовые объекты (объекты «нулевого» уровня) структурированной и декомпозированной до «атомарного» уровня учебно-методической информации (УМИ) с точки зрения их дальнейшего использования в сетевой СЭО должны быть дополнены методами поиска и определения семантического подобия (сравнения) учебного контента (блока данных) объекта первого уровня и, информационных ресурсов, размещенных во внешней среде [2].

Очевидно, что класс объектов нулевого уровня (рис. 1) – это минимальные неделимые единицы УМИ, обусловленные используемыми технологиями их хранения в СЭО. Они включают: блок данных (основную информационную часть объекта)  $D \supset \{g \cup p \cup v \cup a\} \cap H$ , позволяющий хранить целостные смысловые фрагменты УМИ (здесь  $g$  – текстовая (гипертекстовая) информация;  $p$  – статическая графическая информация (изображения);  $v$  – анимированная графическая и видеoinформация;  $a$  – аудиоданные, а также набор связанных с блоком данных контрольно-измерительных материалов  $H$ ); некоторую дополнительную информацию о содержании объекта «нулевого» уровня  $I_0$  (основные и дополнительные метаданные); методы объекта «нулевого» уровня  $M_0$ . Методы «Поиск» и «Сравнение» призваны искать

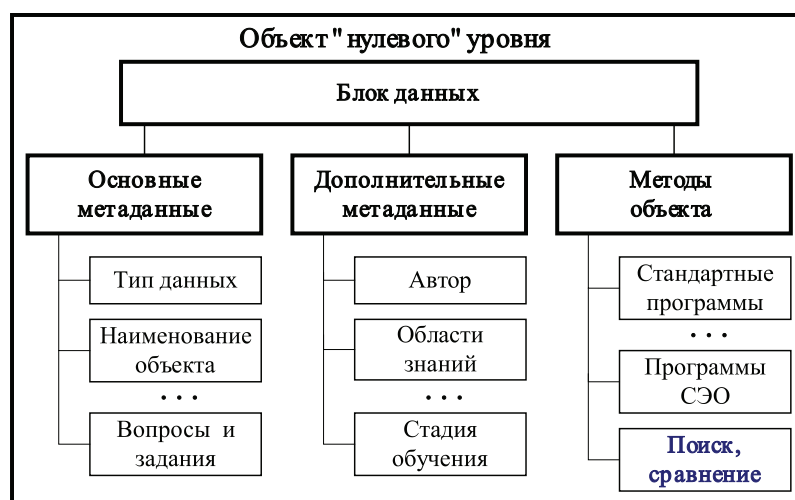


Рис. 1. Структура объекта «нулевого» уровня

во внешней среде информацию  $D^{alt}$ , дополняющую основную информационную часть объекта нулевого уровня (дополнительные данные). В СЭО в объекте «нулевого» уровня не хранятся ни дополнительные данные  $D^{alt}$ , ни ссылки на них  $D^{alt'}$ . Методы поиска и сравнения позволяют в процессе работы СЭО найти и внедрить указанные данные в дочерние объекты.

Класс объектов «первого» и последующих уровней (рис. 2)

$$O_n = \left\{ \sum_{i=1}^k : \{O_{n-1}\}, \{D^{alt} | D^{alt'}\}, \{I_n, M_n\}, \{M_{n-1}\} \right\}$$

упорядоченный (скомпонованный) УММ, состоящий из совокупности  $k$  объектов  $n$ -го уровня и интегрированной с ним УМИ  $D^{alt}$  (ссылок на УМИ  $D^{alt'}$ ) найденных во внешней информационной среде с использованием соответствующих методов объектов нулевого уровня (методы поиска и семантического сравнения). Назначение объектов  $n$ -го уровня – операции над данными (структурирование и сборка и интеграция данных) на основе принадлежащих объектам методов  $M_n$ .

При использовании в СЭО сложных графических, видео- или аудиоматериалов и необходимости ссылки в процессе изучения на их отдельные фрагменты следует создать с СЭО новый класс базовых объектов  $O_1^{map}$  с применением технологии карт разметки графических образов [6, 7].

Дочерний объект «первого» уровня  $O_1^{map} = \{D\{F \cap H\}, I_1, M_1\}$  непосредственно связан с родительским объектом  $O_0$  и содержит данные  $F$ , представленные как совокупность  $K$  областей. В случае статических и анимированных изображений это геометрические области (прямоугольные, круглые и полигональные) на основе карт разметки. В случае видео- или аудиофрагментов – временные интервалы или блоки данных, выделенные в процентном (долевом) измерении в общем векторе данных. Основная информационная часть дочернего объекта  $O_1^{map}$  будет представлена как

$$D^{map} \supset \{F_i | i \in K : \{g_j \cup p_j \cup v_j \cup a_j\} \cap H_j | j \in K\}.$$

Следующий класс объектов – агрегативные учебные модули (АУМ)

$$O_{UM} = \sum_{j=1}^n : \left\{ \sum_{i=1}^k : \{O_{n-1}\}, \{I_n, M_n\}, \{M_{n-1}\}, \{P_{UM}\} \right\}$$

– сформированный для изучения обучающимися учебный контент, включающий  $N$  уровней объектов и дополненный методами управления контентом. При этом между объектами  $O_i = \{D_i(D^{alt}), I_i, L_i, P_i\}$  устанавливаются связи  $L_i = \{I_j | j \in N\}$ . Таким образом, как автономный АУМ (скомпилированный АУМ, содержащий всю необходимую для достижения заданной цели

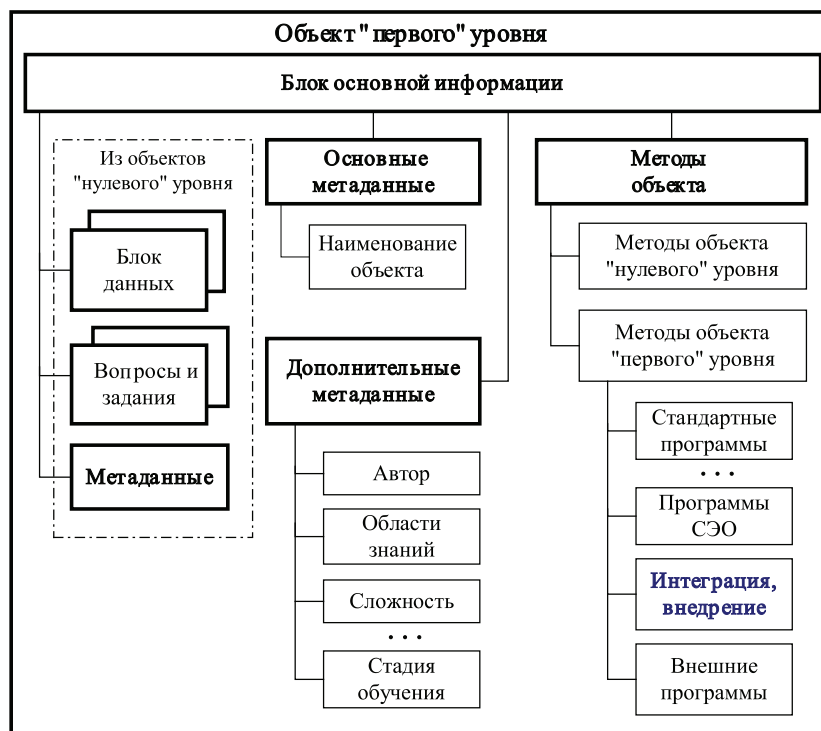


Рис. 2. Структура объекта «первого» уровня

обучения УМИ и процедуры ее обработки), так и сетевой АУМ (АУМ, формируемый непосредственно при интерактивном взаимодействии обучающегося с СЭО с использованием технологии адаптивной сборки УМИ) генерируются как упорядоченный набор объектов  $C = \{F\} \rightarrow F = \{O\}$ , хранимых в базе данных СЭО  $A = \{O_i | i \in N\}$ , т.е.

$$\forall F \in C : \{L_1, L_2, L_3, \dots, L_0\} \rightarrow \{O_1, O_2, O_3, \dots, O_0\}.$$

Иерархическая модель сборки АУМ на базе использования объектной технологии управления контентом показана на рис. 3.

еся на вышестоящих уровнях, наследуют свойства и методы родительских объектов, находящихся на нижестоящих уровнях. Недостатком является то, что в процессе проектирования учебного курса при наличии у объекта двух и более признаков появляется необходимость создания многосвязного дерева, что усложняет структуру и затрудняет поиск. Особенно ярко указанные недостатки объектной технологии управления контентом будут проявляться при необходимости создания уникальных учебных курсов, что характерно для специфических процессов обучения, пере-

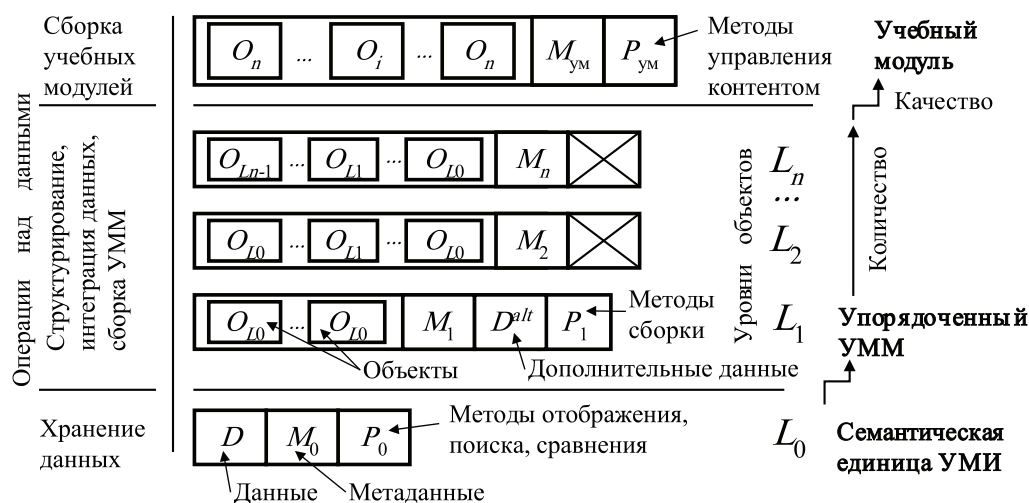


Рис. 3. Иерархическая модель сборки АУМ из объектов УМИ в СЭО

Объектная технология управления контентом, основанная на иерархической модели, является наиболее эффективной с точки зрения хранения УМИ, ее обработки и сборки в АУМ для представления пользователю УММ и позволяет реализовать адаптивную технологию обучения, а также эффективный контроль учебных достижений обучающихся [9]. Однако сам процесс разбиения материала на объекты  $O_0$ , присвоения им определенных свойств и проектирование сценария обучения является достаточно трудоемкой и наукоемкой задачей, требующей длительной работы высококвалифицированных специалистов (инженеров по знаниям). Это на начальном этапе создания СЭО существенно уменьшает выигрыш во времени и преимущества от последующего снижения трудоемкости процесса автоматизированной сборки АУМ [1]. Положительной стороной иерархической модели является то, что все объекты, находящиеся на одной ветви графа, имеют хотя бы один схожий признак, а дочерние объекты, находящи-

подготовки, повышения квалификации и аттестации персонала. В этом случае целесообразно применить дескрипторно-иерархическую модель [7], построенную на основе интеграции дескрипторной и иерархической моделей классификации информационных объектов. В дескрипторно-иерархической модели информационные объекты являются компонентами УММ и представляют собой текстовые или гипертекстовые (в том числе и мультимедийные) документы. Компоненты УММ могут иметь различный формат представления данных. Они хранятся на носителях информации в виде отдельных документов или неделимой совокупности взаимосвязанных документов. Словарь дескрипторов приближен к естественному языку, а между компонентами УММ устанавливаются иерархические связи, что необходимо для проектирования логической структуры учебного курса.

Схема организации хранения и обработки УМИ в дескрипторно-иерархической модели показана на рис. 4.

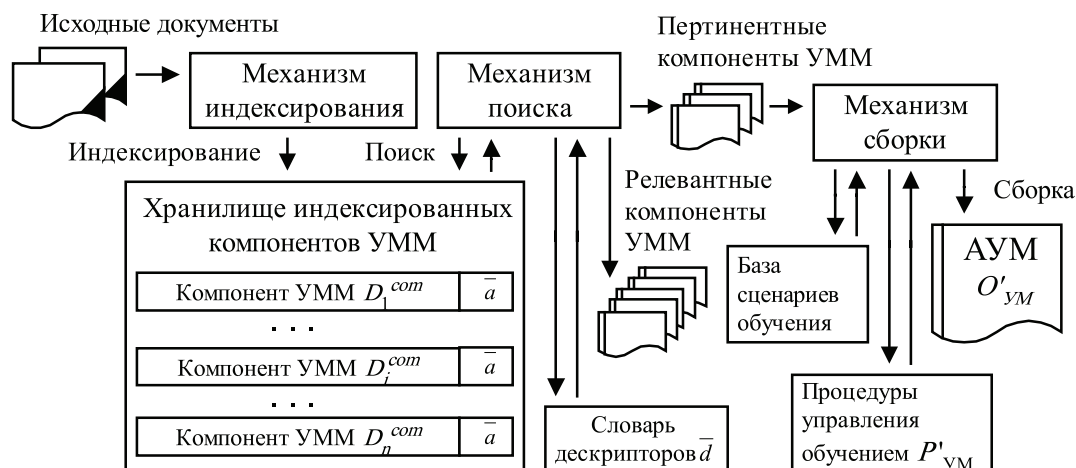


Рис. 4. Дескрипторно-иерархическая модель хранения и обработки УМИ

Компоненты УММ  $D_i^{com} \supset \{g \cap p \cap v \cap a\}$  (обучающие и контролируемые) являются достаточно крупными фрагментами учебного материала, представляющими полностью завершённые дидактические единицы, например блок текстового материала с иллюстрациями, блок тестовых заданий (тест) или любой другой компонент, обладающий дидактической ценностью. Метаданные компонента УММ (будем использовать этот термин для описания характеристик, позволяющих осуществить его оценку и поиск) представлены в виде набора ключевых поисковых образов: дескрипторов  $\bar{d}$  и атрибутов  $\bar{a}$ . Дескрипторы  $\bar{d}$  описывают содержательную составляющую объекта и имеют свой «вес» в зависимости от частоты их использования в компоненте УММ  $D_i^{com}$ , а также значимости компонента УММ по отношению к другим. Критерий значимости  $\bar{d}$  определяет размещение компонента УММ на определенном уровне иерархии (основной, вспомогательный, дополнительный и т.д.) при формировании АУМ. Дескрипторы  $\bar{d}$  и атрибуты  $\bar{a}$ , используемые как поисковые образы в информационно-поисковой системе СЭО, позволяют находить как релевантные, так и пертинентные компоненты УММ. Совокупность пертинентных компонентов УММ представляет собой общую исходную информацию, которая может быть собрана в АУМ  $O'_{UM} = \sum_{i=1}^n \{ \{ D_i^{com} \} \{ P'_{UM} \} \}$ . Здесь  $P'_{UM}$  – модифицированные процедуры управления обучением в СЭО с использованием АУМ при применении в системе дескрипторно-

иерархической модели обработки учебного контента.

Представленные модели способствуют формированию виртуального пространства знаний [2, 3] на основе хранимой в базе данных УМИ.

### Заключение

Рассмотрены модели представления, организации хранения и обработки мультимедийного учебного контента в системах электронного обучения, основанные на иерархическом объектном и дескрипторно-иерархическом подходах. Модели позволяют организовать эффективное хранение и обработку учебно-методической информации в системах электронного обучения, с учетом дидактического и функционального назначения используемых в них учебных курсов. Модели позволяют реализовать адаптивное управление в системах электронного обучения с использованием многовариантных сценариев со свободными переходами по контенту учебных курсов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 15-07-02393.

### Список литературы

1. Григорьев А.И., Миначов Ш.М., Миначова Н.С., Тархов С.В. Оценка эффективности применения технологии виртуального пространства знаний в системе электронного обучения «К-Медиа» // ЭВТ в обучении и моделировании: труды VII Всероссийской научно-метод. конф. – Бирск, 2009. – С. 187–190.
2. Кабальнов Ю.С., Григорьев А.И., Миначов Ш.М. Модели и алгоритмы формирования контента виртуального пространства знаний систем электронного обучения // Вестник УГАТУ. Научный журнал Уфимского государственного авиационного технического университета. – УГАТУ, 2009. – Т. 13, № 2. – С. 109–118.



3. Кабальнов Ю.С., Минасов Ш.М., Тархов С.В. Применение мультиагентных систем электронного обучения в гетерогенных информационно-образовательных средах. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 271 с.

4. Кабальнов Ю.С., Минасов Ш.М., Тархов С.В. Модели представления и организация хранения информации в сетевой информационно-обучающей системе // Вестник УГАТУ Научный журнал Уфимского государственного авиационного технического университета. – УГАТУ, 2004. – Т. 5, № 2(10). – С. 183–191.

5. Минасов Ш.М. Модели и алгоритмы программных инструментальных средств обработки информации и генерации учебных курсов в сетевой информационно-обучающей системе: дис. ... канд. техн. наук. – Уфа, 2003. – 181 с.

6. Минасова Н.С., Тархов С.В., Тархова Л.М. Управление контентом учебных дисциплин в системах электронного обучения на основе метода структурирования изображений // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 7. – С. 338–342.

7. Минасова Н.С., Тархов С.В., Тархова Л.М. Использование карт разметки графических образов для управления учебным контентом // Информационные технологии моделирования и управления. – Воронеж. Научная книга, 2006. – № 3 (28). – С. 301–306.

8. Тархов С.В. Реализация механизмов многоуровневой адаптации в системе электронного обучения «Гефест» // Журнал Восточно-Европейской подгруппы Международного форума «Образовательные технологии и общество» – Educational Technology & Society. – 2005. – № 8(4). ISSN 1436-4522. – P. 280–290.

9. Тархов С.В., Шагиева Ю.Р. Интеграция анкетирования и тестирования в процессе входного контроля уровня подготовки обучающихся // Информационные технологии моделирования и управления. – Воронеж. Научная книга, 2011. – № 6 (71). – С. 639–645.

## References

1. Grigorev A.I., Minasov Sh.M., Minasova N.S., Tarhov S.V. Ocenka jeffektivnosti primeneniya tehnologii virtualnogo prostranstva znaniy v sisteme jelektronnogo obuchenija «K-Media» //

JeVT v obuchenii i modelirovanii: trudy VII Vserossijskoj nauchno-metod. konf. Birk, 2009. pp. 187–190.

2. Kabalnov Ju.S., Grigorev A.I., Minasov Sh.M. Modeli i algoritmy formirovaniya kontenta virtualnogo prostranstva znaniy sistem jelektronnogo obuchenija // Vestnik UGATU. Nauchnyj zhurnal Ufmskogo gosudarstvennogo aviacionnogo tehnikeskogo universiteta. UGATU, 2009. T.13, no. 2. pp. 109–118.

3. Kabalnov Ju.S., Minasov Sh.M., Tarhov S.V. Primenenie multiagentnyh sistem jelektronnogo obuchenija v geterogenykh informacionno-obrazovatelnyh sredah. M.: Izd-vo MAI, 2007. 271 p.

4. Kabalnov Ju.S., Minasov Sh.M., Tarhov S.V. Modeli predstavlenija i organizacija hranenija informacii v setевой informacionno-obuchajushhej sisteme // Vestnik UGATU Nauchnyj zhurnal Ufmskogo gosudarstvennogo aviacionnogo tehnikeskogo universiteta. UGATU, 2004. T.5, no. 2(10). pp. 183–191.

5. Minasov Sh.M. Modeli i algoritmy programnyh instrumentalnyh sredstv obrabotki informacii i generacii uchebnyh kursov v setевой informacionno-obuchajushhej sisteme: dis. ... kand. tehn. nauk. Ufa, 2003. 181 p.

6. Minasova N.S., Tarhov S.V., Tarhova L.M. Upravlenie kontentom uchebnyh disciplin v sistemah jelektronnogo obuchenija na osnove metoda strukturirovaniya izobrazhenij // Fundamentalnye issledovaniya. 2015. no. 7. pp. 338–342.

7. Minasova N.S., Tarhov S.V., Tarhova L.M. Ispolzovanie kart razmetki graficheskikh obrazov dlja upravlenija uchebnym kontentom // Informacionnye tehnologii modelirovaniya i upravlenija. Voronezh. Nauchnaja kniga, 2006. no. 3 (28). pp. 301–306.

8. Tarhov S.V. Realizacija mehanizmov mnogourovnevoj adaptacii v sisteme jelektronnogo obuchenija «Gefest» // Zhurnal Vostochno-Evropskoj podgruppy Mezhdunarodnogo foruma «Obrazovatelnye tehnologii i obshhestvo» Educational Technology & Society. 2005. no. 8(4). ISSN 1436-4522. pp. 280–290.

9. Tarhov S.V., Shagieva Ju.R. Integracija anketirovaniya i testirovaniya v processe vhodnogo kontrolja urovnja podgotovki obuchajushhihsja // Informacionnye tehnologii modelirovaniya i upravlenija. Voronezh. Nauchnaja kniga, 2011. no. 6 (71). pp. 639–645.