

## УПРАВЛЕНИЕ КОНТЕНТОМ АГРЕГАТИВНЫХ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА СТРУКТУРИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Н. С. МИНАСОВА<sup>1</sup>, С. В. ТАРХОВ<sup>2</sup>, Л. М. ТАРХОВА<sup>3</sup>

<sup>1</sup> minasova@mail.ru, <sup>2</sup> tarkhov@inbox.ru, <sup>3</sup> tarkhova@inbox.ru

<sup>1,2</sup> ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» (УГАТУ)

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» (БГАУ)

*Поступила в редакцию 21 декабря 2018 г.*

**Аннотация.** Обоснована необходимость разработки новых моделей и методов представления, а также обработки графического учебного контента. Выполнен анализ исследований современного уровня развития образовательных технологий, показавший, что они принципиально позволяют реализовать многовариантные сценарии электронного обучения при изучении графических инженерных дисциплин, а также других дисциплин, читаемых в вузе на технических направлениях подготовки и специальностях, в учебном материале которых содержится большое количество сложных изображений, требующих детального изучения. В статье рассмотрены два типа агрегативных учебных модулей: агрегативный учебный модуль, материал которого динамически формируется в процессе взаимодействия обучаемого с ресурсами системы электронного обучения; автономный агрегативный учебный модуль, материал которого формируется по запросу обучаемого, и после передачи его обучаемому вся дальнейшая работа с ним осуществляется без доступа к ресурсам системы электронного обучения. Показано, что учебный контент в системах электронного обучения целесообразно генерировать из минимальных дидактических единиц структурированного и декомпозированного учебно-методического материала, хранимого в системе электронного обучения в виде специальным образом скомпонованных формализованных объектов. Такие объекты, содержащие набор данных, метаданных и методов их обработки, дополняются в процессе сборки и генерации агрегативных учебных модулей процедурами управления контентом. В этом случае при формировании агрегативных учебных модулей может быть реализован принцип повторно используемых учебных объектов. Описан метод структурирования изображений (чертежей деталей и изделий, схем и структурограмм алгоритмов, рисунков технических объектов и др.) с целью последующей реализации адаптивного управления в системах электронного обучения с использованием многовариантных сценариев со свободными переходами по контенту. Разработана графовая модель многовариантных сценариев адаптивного управления контентом агрегативных учебных модулей в системах электронного обучения на основе карт разметки графических образов. Приведены примеры практической реализации описанных моделей и методов адаптивного управления контентом агрегативных учебных модулей на основе структурирования изображений применения многовариантных сценариев. Практическое применение описанного метода при изучении инженерных дисциплин показало его высокую эффективность – качество усвоения учебного материала при самостоятельной работе обучающихся повысилось в среднем на 20–25%.

**Ключевые слова:** агрегативный модуль; учебный контент; электронное обучение; структурирование изображений; управление обучением; адаптивное управление; сценарии обучения; подготовка специалистов.

### ВВЕДЕНИЕ

Современное наукоемкое производство сложных промышленных изделий, а также разработка программных продуктов и но-

вых технологий немислимы без применения в процессе их проектирования графических моделей – чертежей деталей и узлов, эскизов, схем и структурограмм алгоритмов, рисунков технических объектов и др. При этом современный уровень развития обра-

зовательных технологий предполагает широкое применение интерактивных систем электронного обучения [1], управление в которых реализуется на базе многовариантных сценариев, предоставляющих обучающимся высокую степень самостоятельности в выборе последовательности изучения учебного материала [2, 3]. В настоящее время разработкам в области технологий адаптивного управления электронным обучением уделяется большое внимание [4–6]. Они делают возможным реализовать учебный процесс с высокой степенью эффективности [7] при использовании индивидуализированного стиля обучения [8, 9]. Большое внимание уделяется также анализу результатов обучения [10]. При этом используются технологии автоматизированной генерации учебного контента [11, 12], в состав которого включены иллюстративные статические и анимированные графические материалы, неделимые с точки зрения их структуры и свойств. Особенностью некоторых инженерных дисциплин, таких как «Инженерная графика», «Основы САПР», «Информатика и информационные технологии», «Алгоритмизация и программирование» и др., является наличие в их составе значительного количества графических объектов (чертежей, схем, технических рисунков, трехмерных моделей), которые при изучении необходимо рассматривать как сложно-структурированные объекты. Это вызывает необходимость разработки новых моделей и методов представления, и обработки графического учебного контента, а также механизмов управления обучением, учитывающих структуризацию графических изображений.

### ВВОДНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Данная статья является продолжением ряда работ [13, 14], в которых была разработана концепция, модели, методы и алгоритмы адаптивного управления контентом учебных дисциплин в системах электронного обучения (СЭО). Было показано, что учебный контент в СЭО целесообразно генерировать из минимальных дидактических единиц структурированного и декомпозированного учебно-методического материала

(УММ), хранимого в системе в виде формализованных объектов, содержащих набор данных, метаданных и методов их обработки и дополняемых в процессе сборки процедурами управления контентом. В этом случае при формировании учебных модулей может быть реализован принцип повторно используемых учебных объектов, как и в случае использования онтологий [15, 16].

**Ключевая идея.** Под агрегативным учебным модулем (АУМ), структура которого показана на рис. 1, понимается объект с дидактически завершенным учебным материалом, имеющий четко определенную цель обучения, и содержащий теоретический материал, задания для закрепления теоретического материала и/или получения необходимых практических навыков, контрольные вопросы и задания для текущего и итогового контроля знаний, другие необходимые для обучения компоненты учебно-методического материала, а также процедуры его обработки и управления обучением.



Рис. 1. Структура агрегативного учебного модуля в СЭО

В системах электронного обучения будем различать два типа агрегативных учебных модулей:

- агрегативный учебный модуль, материал которого динамически формируется в процессе взаимодействия обучающегося с ресурсами СЭО;

- автономный агрегативный учебный модуль, материал которого формируется по запросу обучающегося, и после передачи его обучаемому вся дальнейшая работа с ним осуществляется без доступа к ресурсам СЭО.

В дальнейшем изложении, рассматривая агрегативный учебный модуль как совокупность учебного контента и процедур его обработки, позволяющих управлять процессом обучения, будем называть его автономным агрегативным учебным модулем (автономным АУМ). Автономные АУМ предназначены, как правило, для самостоятельной работы обучающегося, в частности в образовательных учреждениях высшего образования автономные АУМ целесообразно использовать в рамках самостоятельной работы студентов.

При этом время работы обучающегося с АУМ в СЭО может быть как ограниченным (технология распределенного класса, где оно строго регламентировано и составляет, как правило, 45 или 90 минут – учебная пара в вузе), так и неограниченным (технология индивидуального обучения).

#### **МЕТОД СТРУКТУРИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ГРАФИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ И УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕХОДАМИ ПО УЧЕБНОМУ КОНТЕНТУ**

Для реализации управления в системах электронного обучения (СЭО) разработана объектная модель формирования учебного контента [17, 18], в основу которой положен подход, базирующийся на глубокой дефрагментации и структурировании материала учебной дисциплины. Также для представления контента была предложена дескрипторно-иерархическая модель [19]. Учебный контент представлен в объектной модели тремя основными категориями. Первая категория – объекты «нулевого»

уровня  $O_0 = \{D, I_0, M_0\}$  представленные в виде неделимых семантических единиц учебно-методической информации (УМИ). Их назначение – хранение данных в системе электронного обучения.

Они включают: основную информационную часть объекта «нулевого» уровня  $D \supset \{g \cup p \cup v \cup a\} \cap H$ , позволяющую хранить законченные смысловые фрагменты УМИ (здесь  $g$  – текстовая (гипертекстовая) информация;  $p$  – статическая графической информации (изображений);  $v$  – анимированной графической- и видеоинформация;  $a$  – аудиоданные, а также набор связанных с фрагментом учебно-методической информации контрольно-измерительных материалов  $H$ ); некоторую дополнительную информацию о содержании объекта «нулевого» уровня  $I_0$ ; методы объекта «нулевого» уровня  $M_0$ . Вторая категория объектов – упорядоченный (скомпонованный) УММ, состоящий из совокупности  $k$  объектов  $n$ -го уровня

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

Назначение объектов  $n$ -го уровня – операции над данными (структурирование и сборка данных) на основе принадлежащих объектам методов  $M_n$ . Третья категория объектов – агрегативные учебные модули (АУМ)

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

– сформированный для изучения обучающимися учебный контент, включающий  $N$  уровней объектов и дополненный методами управления контентом. При этом между объектами  $O_i = \{D_i, I_i, L_i, P_i\}$  устанавливаются связи  $L_i = \{l_j \mid j \in N\}$ . Таким образом, как автономный АУМ (скомпилированный АУМ, содержащий всю необходимую для достижения заданной цели 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.  $\forall F \in C: \{L_1, L_2, L_3, \dots, L_\theta\} \rightarrow \{O_1, O_2, O_3, \dots, O_\theta\}$ , где  $\theta \in N$ .

В СЭО при наличии в учебном материале сложных графических изображений (рисунков) и необходимости изучения отдельных структурных компонентов этих изображений процесс управления обучением можно реализовать с помощью одного из двух возможной подходов. В первом случае применяется выделение областей на изображении и их обозначение текстовой надписью или числом.

При этом не требуется реализация каких-либо переходов по контенту в СЭО, поскольку под рисунком приводится поясняющий текст.

Такой подход к работе с учебным контентом в СЭО является полным аналогом работы обучающегося с «бумажным» учебником и он фактически не дает никаких преимуществ от использования технологий электронного обучения.

Во втором случае, который реализуется исключительно в СЭО, могут быть использованы карты разметки графических образов. С их помощью возможно реализовать управление обучением на основе использования «всплывающих» подсказок, информационных окон и организации переходов по учебному контенту в СЭО с помощью гиперссылок, связанных с выделенными областями на изображении (рис. 2).

Как показали проводимые нами исследования, карты разметки графических образов позволяют применить более эффективные технологии управления электронным обучением на основе многовариантных сценариев со свободными переходами по контенту.

Для этого описанный выше объектный подход необходимо модифицировать, не нарушая общую структуру хранимых в СЭО объектов  $A = \{O_i | i \in N\}$  и их взаимосвязи  $O_i = \{D_i, I_i, L_i, P_i\}$ .

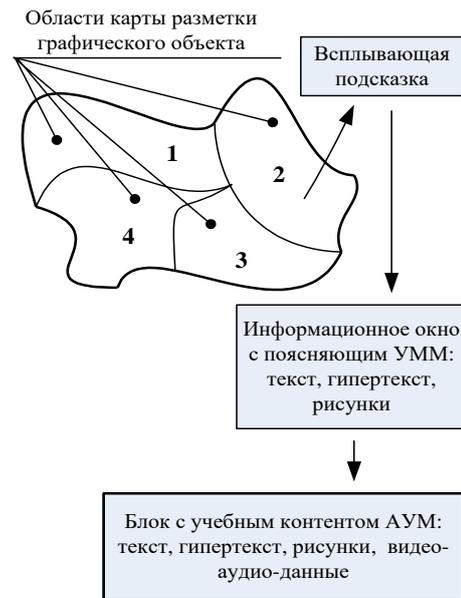


Рис. 2. Переходы по учебному контенту на основе карт разметки

Создадим новую подкатегорию объектов – дочерний объект «первого» уровня  $O_1^{map} = \{D\{F \cap H\}, I_1, M_1\}$ , непосредственно связанный с родительским объектом  $O_0$  и содержащий изображение  $F$ , фрагментированное на  $K$  областей (прямоугольных, круглых и полигональных) с использованием технологии карт разметки графических образов [20]. Основная информационная часть дочернего объекта  $O_1^{map}$  будет представлена как

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

При этом многовариантный сценарий управления обучением в интерактивной СЭО, реализуется на основе свободных переходов по контенту АУМ (рис. 3).

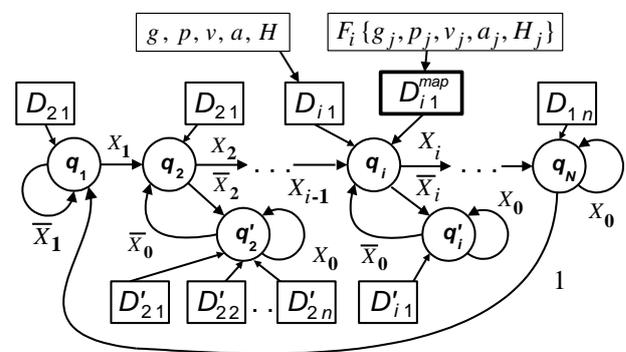


Рис. 3. Граф многовариантных сценариев на основе карт разметки графических образов

В каждый момент времени состояние системы при взаимодействии обучающегося с АУМ представим как  $\bar{S} = (Q, X, Z, \delta, \lambda, q)$ , где  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_m, \dots, q_M\}$  – множество состояний обучающегося;  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n, \dots, x_N\}$  – множество обучающих воздействий;  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_k, \dots, z_K\}$  – множество новых знаний и умений, полученных обучающимся;  $\delta: Q \times X \rightarrow Q$  – функция перехода обучающегося в новое состояние при внешнем обучающем воздействии  $X$ ;  $\lambda: Q \times X \rightarrow Z$  – функция выходов обучающегося как реакция от состояния при внешнем обучающем воздействии  $X$  в процессе работы с АУМ;  $D_{ij} = \{g_{ij}, p_{ij}, v_{ij}, a_{ij}\}$  – учебный контент, включенный в состав учебных объектов. Показанный на рисунке 3 фрагмент графового сценария позволяет реализовать параметрическое управление обучением  $\langle X, Y, Z^*, R \rangle \rightarrow U^* \rightarrow Y^*$ , направленное на достижение заданной цели обучения  $Z^* = (z_1, z_2, z_3, \dots, z_L)^T$  и перевод объекта управления (обучающегося) в некоторое искомое состояние  $Y^* = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_L)^T$  с использованием нечеткого алгоритма управления  $U^* = A(X, Y_t, Y_s, Z^*, R)$  при известном состоянии обучающей среды:  $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_L)$  и имеющихся ресурсах  $R = (r_1, r_2, r_3, \dots, r_L)^T$  СЭО, определяемых на каждом шаге выполнения алгоритма управления обучением в первую очередь набором объектов  $C = \{F\} \rightarrow F = \{O\}$  УММ. Применение карты разметки графических образов хорошо зарекомендовало себя при реализации методики обучения на примерах, показавшей достаточно высокую эффективность на практике. Многовариантные сценарии предусматривают использование для управления в интерактивных СЭО всплывающих подсказок и окон с поясняющим контентом, который, как было показано выше, может содержать гипертекст  $g$  и любые другие объекты (графику  $p$  и  $v$ , аудио- и видео-данные  $a$ ). При этом, в случае необходимости, обучающийся может реализовать необходимый с его точки зрения переход из всплывающего окна с поясняющим контентом к связанному с ним гиперссылками УММ – объекту  $n$ -го уровня  $O_n$ .

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДЛОЖЕННОГО ПОДХОДА

Для оценки практической значимости предложенных в работе подходов рассмотрена реализация представления учебного контента в агрегативных скомпилированных электронных учебных модулях (ЭУМ). Примеры экранных форм ЭУМ электронного учебного пособия по дисциплине «Инженерная графика» (модуль «Нанесение размеров на чертежах») показаны на рис. 4.

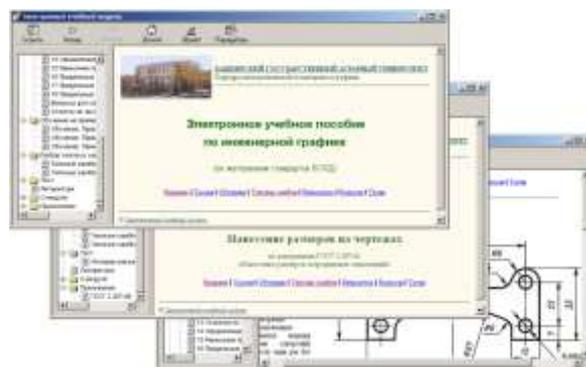


Рис. 4. Электронное учебное пособие по дисциплине «Инженерная графика» в виде скомпилированного ЭУМ

Примеры экранных форм ЭУМ, используемого в процессе изучения дисциплины «Информатика» (модуль «Основы программирования в интегрированной среде разработки приложений Microsoft Visual Basic 6.0», версия 6.5, первая версия которого зарегистрирована в 2004 г. в Отраслевом фонде алгоритмов и программ государственного координационного центра информационных технологий Министерства образования РФ), показаны на рис. 5.

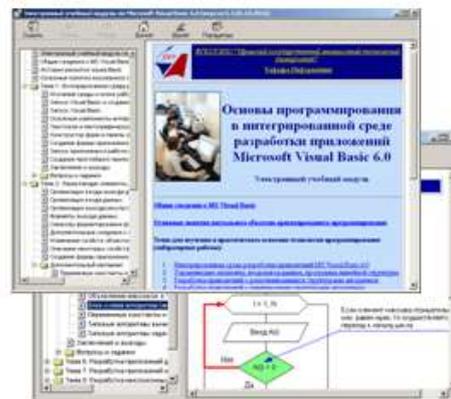


Рис. 5. Электронное учебное пособие по дисциплине «Информатика» в виде скомпилированного ЭУМ

Дисциплины «Инженерная графика» и «Информатика» относится к инженерным дисциплинам, читается в вузах на всех технических направлениях подготовки и специальностях, а их учебный контент содержит большое количество графических объектов.

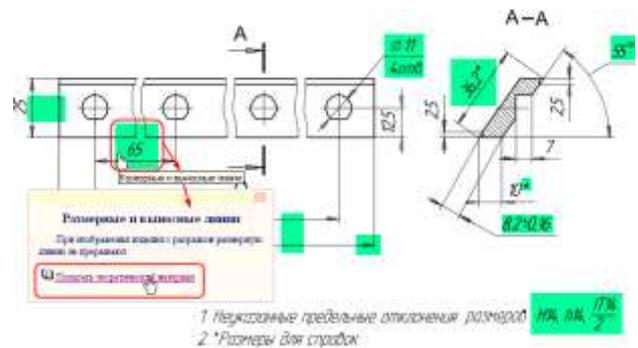
Учебное пособие «Нанесение размеров на чертежах» реализовано в виде скомпилированного ЭУМ, созданного с применением методов и технологий, адаптивного электронного обучения. Модуль «Нанесение размеров на чертежах» включает в свой состав комплект гипертекстовых электронных УММ, а также программные процедуры управления интерактивным обучением и сборки контента по результатам контроля усвоения материала на основе тестирования, что позволяет реализовать технологии адаптивного обучения.

Теоретический материал ЭУМ включает 18 основных разделов: «Размеры. Основные сведения»; «Размерные и выносные линии»; «Способы простановки размеров» и др. в которых содержится иллюстрированное изложение требований ГОСТ 2.307-68 «Нанесение размеров и предельных отклонений» (в целом в ЭУМ более 100 графических объектов УМИ).

В разделе ЭУМ «Литература» содержит аннотированный перечень литературы по теме «Машиностроительное черчение», «Нанесение размеров и предельных отклонений». Особый интерес с точки зрения реализации управления контентом представляют описанные ниже разделы. Так, раздел ЭУМ «Средства интерактивного обучения» содержит чертежи деталей, структурированные на базе карт разметки графических образов [20], позволяющие с использованием программных средств управления контентом (методов объектов УМИ), реализующих многовариантные сценарии, открывать всплывающие окна с поясняющим материалом и гиперссылками на соответствующие разделы теоретического материала (правила и требования ГОСТ 2.307-68).

Рис. 6 иллюстрирует использование карт разметки графических образов (области на изображении выделены зеленым цветом)

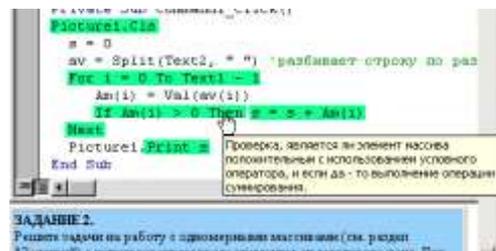
при использовании методики обучения на примерах.



**Рис. 6.** Использование карт разметки графических образов при изучении простановки размеров на чертежах

Здесь одновременно показаны всплывающая подсказка «Размерные и выносные линии» и всплывающее окно с поясняющим контентом «Размерные и выносные линии», в котором размещена гиперссылка для перехода к соответствующему разделу теоретического материала.

На рис. 7, иллюстрирующем использование карт разметки графических образов показана всплывающая подсказка, позволяющая изучить конструкции языка программирования и пример реализации текста программы.



**Рис. 7.** Использование карт разметки графических образов при изучении программирования

В ЭУМ указанные элементы предоставляются последовательно. В разделе ЭУМ «Средства интерактивного разбора типовых ошибок» приводятся чертежи деталей, на которых показаны типовые ошибки, допускаемые обучающимися в процессе выполнения чертежей. В этом разделе размещены попарно сгруппированные чертежи деталей (рис. 8).

Слева помещен чертеж с показанными на нем типовыми ошибками при простановке размеров (области выделены красным цветом), а справа – чертеж выполненный

с соблюдением требований ЕСКД (области выделены зеленым цветом).



**Рис. 8.** Использование карт разметки графических образов при разборе типовых ошибок при изучении простановки размеров на чертежах

Раздел ЭУМ «Вопросы и ответы по рассматриваемой теме», построенный по принципу FAQ, содержит более 50 вопросов и ответы на них. Раздел ЭУМ «Интерактивные тесты» позволяет проконтролировать степень усвоения учебного материала с использованием тестовых заданий закрытого и открытого типов. В режиме «Тестирование с обучением» обучающемуся предоставляется возможность воспользоваться помощью и подсказками, а также посмотреть теоретический материал. В этом случае после прохождения теста обучающемуся предоставляется детальный разбор результатов и собирается (компилируется) не усвоенный им теоретический материал для дальнейшего изучения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный в статье модифицированный метод объектного хранения учебно-методической информации основанный на структурировании изображений с использованием карт разметки, и адаптивного управления обучением в агрегативных учебных модулях, позволяет обеспечить возможность детального изучения компонентов графических моделей сложных изделий и процессов в системах электронного обучения. Данный метод направлен на реализацию адаптивного управления в системах электронного обучения с использованием многовариантных сценариев со свободными переходами по контенту. Практическое применение описанного метода при изучении инженерных дисциплин показало его высокую эффективность – качество усвое-

ния учебного материала при самостоятельной работе обучающихся повысилось в среднем на 20–25%.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Garcia-Penalvo F. J., Pardo A. M.** An updated review of the concept of eLearning. Tenth anniversary // *Education in the knowledge society*. 2015, vol. 16, no. 1, pp. 119-144.
2. **Lau A., Tsui E.** Knowledge management perspective on e-learning effectiveness // *KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS* 2009, vol. 226 no. 4, pp. 324-325.
3. **Personalised-adaptive learning** - an operational framework for developing competency-based curricula in computer information technology/J. S.Tashiro, et al // *International journal of innovation and learning*. 2016. , vol. 19, no. 4, pp. 412-430.
4. **Al-Omari M., Carter J., Chiclana F.** A hybrid approach for supporting adaptivity in e-learning environments // *International journal of information and learning technology*. 2016, vol. 33, № 56 pp. 333-348.
5. **Bognar B.** Theoretical Backgrounds of E-Learning // *Croatian journal of education-hrvatski casopis za odgoj i obrazovanje*. 2016, vol. 18, no. 1 pp. 225-256.
6. **MeL: a dynamic adaptive model of the learning process in eLearning / M.Sanchez-Santillan, et al, // ANALES DE PSICOLOGIA. 2016, vol. 32, no. 1, pp. 106-114.**
7. **Tergan S. O., Keller T.** Digital concept maps for managing knowledge and information // *Knowledge and information visualization: searching for synergies // Lecture notes in computer science*. 2005, vol. 3426, pp. 185-204.
8. **Ozyurt O., Ozyurt H.** Learning style based individualized adaptive e-learning environments: Content analysis of the articles published from 2005 to 2014 // *COMPUTERS IN HUMAN BEHAVIOR*. 2015, vol. 52, pp. 349-358.
9. **Poulova P., Simonova I.** Flexible E-learning: Online Courses Tailored to Student's Needs // *DIVAI 2012: 9-th international scientific conference on distance learning in applied informatics: conference proceedings*. 2012, pp. 251-260.
10. **Gomez-Aguilar D. A., Garcia-Penalvo F. J. Theron R.** Visual analytics in e-learning // *Profesional de la informacion*. 2014, , vol. 23, no. 3, pp. 236-245.
11. **Rani M., Nayak R., Vyas O. P.** An ontology-based adaptive personalized e-learning system, assisted by software agents on cloud storage // *Knowledge-based systems*. 2015, vol. 90, pp. 33-48.
12. **Automated Learning Content Generation from Knowledge Bases in the STUDYBATTLES Environment/ A. Shehadeh, et al. // International journal of software engineering and knowledge engineering. 2017, Vol. 27, no. 9-10, pp. 1387-1408.**
13. **Тархов С. В.** Медиакомпетентность и электронное обучение: проблемы, задачи, пути решения // *Медиаобразование*. 2016. № 4. С. 66-80. URL: [http://www.mediamgram.ru/netcat\\_files/101/119/h\\_c8a14a07bd4c3a8976c68cf851a675c4](http://www.mediamgram.ru/netcat_files/101/119/h_c8a14a07bd4c3a8976c68cf851a675c4) (дата обращения: 7.09.2016).
14. **Storage and processing technologies of cognitive content for e-learning systems / S. V. Tarkhov, et al, // Proceedings of the 3rd Russian-Pacific Conference on Computer Technology and Applications, 18-25 August, Vladivostok, Russia, 2018.**

15. **Gaeta M., Orciuoli F. Ritrovato P.** Advanced ontology management system for personalised e-Learning // Knowledge-based systems. 2009, Vol. 22, no. 4, pp. 292-301.

16. **Ontology** Extraction for Knowledge Reuse: The e-Learning Perspective / M. Gaeta, et al, // IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS MAN AND CYBERNETICS PART A-SYSTEMS AND HUMANS. 2011, vol. 41, no. 4 pp. 798-809.

17. **Тархов С. В.** Модели и механизмы управления адаптивным электронным обучением // Системы управления и информационные технологии №4 (21). 2005. С. 94–100. [S. V. Tarkhov, Models and mechanisms for managing adaptive e-learning, (in Russian), in *sistemy upravleniya i informacionnye tekhnologii*, no. 4 (21), pp. 94-100, 2005.]

18. **Модели** представления, организации хранения и обработки учебного контента в системах электронного обучения / Ш. М. Минасов et al. // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 4-3. С. 523–528. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40209> (дата обращения: 19.05.2016). [Sh. V. Minasov, N. S. Minasova, S. V. Tarkhov, L. M. Tarkhova Models of presentation, organization of storage and processing of educational content in e-learning systems, (in Russian), *Fundamental'nye issledovaniyaja*, no. 4-3, pp. 523-528, 2016.]

19. **Минасова Н. С.** Организация информационного контента в системе управления персоналом // *Современные проблемы науки и образования*. 2014. №2; URL: <http://www.science-education.ru/116-12985> (дата обращения: 12.05.2015). [N. S. Minasova, Organization of information content in the personnel management system, (in Russian), in *sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, no. 2, Available: <http://www.science-education.ru/116-12985>]

20. **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. [N. S. Minasova, S. V. Tarkhov, L. M. Tarkhova, «Content management of educational disciplines in e-learning systems based on the image structuring method», (in Russian), in *Fundamental'nye issledovaniyaja*, no. 7, pp. 338-342, 2015.]

#### ОБ АВТОРАХ

**МИНАСОВА Наталья Сергеевна**, доц. каф. информатики УГАТУ. Дипл. инженер (УГАТУ, 2003). Канд. техн. наук (УГАТУ, 2006). Иссл. в обл. управления в социальных и экономических системах.

**ТАРХОВ Сергей Владимирович**, проф. каф. информатики УГАТУ. Дипл. инженер-механик (Уфа, УАИ, 1980). Д-р техн. наук по упр. в соц. и эконом. системах (УГАТУ, 2010), профессор. Иссл. в обл. управления в социальных и экономических системах.

**ТАРХОВА Ляйля Мукаддасовна**, доц. каф. механики и инженерной графики БГАУ. Дипл. инженер-механик (Уфа, УАИ, 1980). Канд. техн. наук по системному анализу, управлению и обработке информации (УГАТУ, 2001), доц. Иссл. в обл. управления в образовательных системах.

#### METADATA

**Title:** Content management of aggregative learning modules in e-learning systems based on image structuring method.

**Authors:** N. S. Minasova<sup>1</sup>, S. V. Tarkhov<sup>2</sup>, L. M. Tarkhova<sup>3</sup>

#### Affiliation:

<sup>1,2</sup> Ufa State Aviation Technical University (UGATU), Russia.

<sup>3</sup> Bashkir State Agrarian University (BSAU), Russia.

**Email:** <sup>1</sup> minasova@mail.ru,

<sup>2</sup> tarkhov@inbox.ru,

<sup>3</sup> tarkhova@inbox.ru.

**Language:** Russian.

**Source:** SIIT, no. 1, pp. 54-62, 2019. ISSN 2658-5014 (Print).

**Abstract:** The necessity of the development of new models and methods that provide the presentation and processing of graphic educational content is grounded. Analyzed the state of research of the modern level of development of educational technologies. The analysis has shown the fundamental possibility of implementing complex multifactorial e-learning scenarios. Such scenarios are effective in the study of graphic engineering disciplines, as well as other disciplines, read in high school on the technical areas of training and specialties. The educational material of engineering disciplines contains a large number of complex images that require detailed study. The article discusses two types of aggregative training modules. The first type is an aggregative training module, the material of which is dynamically formed in the process of student interaction with e-learning system resources. The second type is an autonomous aggregative training module, the material of which is formed at the request of the student, and after transferring it to the student, all further work with it is carried out without access to the resources of the e-learning system. It is shown that the learning content in e-learning systems is appropriate to generate from the minimum didactic units of structured and decomposed teaching and learning material stored in the system in the e-learning system. For storage are used in a special way created formalized objects. Such objects containing a set of data, metadata and methods for their processing. They are complemented in the process of assembling and generating aggregate training modules with content management procedures. In this case, when forming aggregative training modules, the principle of reusable training objects can be implemented. A method of structuring images (drawings of parts and products, schemes of algorithms, drawings of technical objects, etc.) is described with the aim of the subsequent implementation of adaptive control in e-learning systems. The control algorithms are based on the use of multivariate scenarios with free transitions on the content. A graph model of multivariate scenarios of adaptive content management of aggregate training modules in e-learning systems has been developed. In the graph model of multivariate scenarios, markup maps of graphic images are used. Examples of practical implementation of the described models and methods of adaptive content management of the content of aggregative training modules based on image structuring and the use of multivariate scenarios are given. The practical application of the described method in the study of engineering disciplines has shown its high efficiency - the quality of mastering educational material for independent work of students has increased on average by 20-25%.

**Key words:** aggregative module; educational content; e-learning; image structuring; learning management; adaptive management; learning scenarios; training specialists.

**About authors:**

**MINASOVA, Natalia Sergeevna**, assistant professor, Dept. of Computer Science. Dipl. Engineer (USATU, 2003). PhD of Tech. Sci. (USATU, 2006). Research In the area of Management in Social Systems

**TARKHOV, Sergey Vladimirovich**, Prof., Dept. of Computer Science. Dipl. Mechanical Engineer (USATU, 1980), Dr. of Tech. Sci. (USATU, 2010). Research In the area of Management in Social Systems.

**TARKHOVA, Lyaylya Mukaddasovna**, assistant professor. Head of Depart. of Mechanics and Engineering Graphics. Dipl. Mechanical Engineer (USATU, 1980), PhD of Tech. Sci. (USATU, 2001). Research In the area of Management in Educational Systems.