

УДК 004.378

Ю. С. КАБАЛЬНОВ, Ш. М. МИНАСОВ, Н. С. МИНАСОВА, С. В. ТАРХОВ

## ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ В ГЕТЕРОГЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩИХ СРЕДАХ НА ОСНОВЕ АВТОНОМНЫХ ПРОГРАММИРУЕМЫХ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ

Рассмотрены модели и алгоритмы управления программируемым интерактивным обучением в гетерогенных информационно-обучающих средах на стадиях автоматизированной подготовки автономных программируемых учебных модулей и взаимодействия с ними обучаемого, обеспечивающие возможность реализации лично-ориентированного подхода к обучению. Гетерогенные информационно-обучающие среды; мультиагентные системы; автоматизированное обучение; программируемые учебные модули; обучающие агенты; интерактивное обучение; компьютерные обучающие системы; дистанционное обучение

### ВВЕДЕНИЕ

Отличительной чертой современного этапа развития образовательной системы России является качественная модернизация всех основных ее компонентов в свете участия нашей страны в Болонском образовательном процессе. Он предусматривает уменьшение непосредственного контакта преподавателя с обучаемыми, разнообразие форм и видов обучения, вариативность траектории обучения и т. д. Все это предполагает качественное изменение организации обучения во всех его видах и формах, в том числе, включая широкое применение систем электронного обучения. В дальнейшем будем различать собственно системы электронного обучения (СЭО) и информационно-обучающие среды (ИОС). Основным назначением СЭО является предоставление образовательных услуг конкретному пользователю данной системы, в то время как назначением ИОС является инфокоммуникационная поддержка работы СЭО и интеграция отдельных СЭО в единое образовательное пространство и др.

Различие между СЭО и ИОС заключается в следующем. Системы электронного обучения реализуют заложенные в них сценарии обучения, осуществляют контроль усвоения учебного материала, проводят анализ эффективности работы СЭО и т. д. В то же время информационно-обучающая среда объединяет в единую сеть образовательные и информационные ресурсы отдельных СЭО, обеспечивая тем самым взаимодействие между отдельными

СЭО, а также между СЭО и пользователями (тьюторами и обучаемыми).

Массовому внедрению систем электронного обучения в образовательных учреждениях, имеющих широкую географию и реализующих образовательные программы различного уровня, препятствует существенное различие в социально-экономическом развитии регионов России. Это выражается, в частности, в слабо развитой инфраструктуре коммуникаций в системе образования, обеспечивающей поддержку технологий электронного (дистанционного) обучения; нехватке высококвалифицированных педагогических кадров (особенно в отдаленных и сельских районах); нехватке учебно-методических материалов; большом разнообразии сроков, технологий и форм обучения (дистанционное, очное, заочное, очно-заочное, индивидуальное, групповое и т. д.).

В этих условиях создание универсальной или централизованной гиперсистемы электронного обучения, обслуживающей совокупность территориально-распределенных пользователей (образовательных учреждений, групп пользователей и просто отдельных пользователей) становится крайне сложным и малоэффективным. Причинами тому являются: неоднородность используемых аппаратно-программных средств поддержки электронного обучения; различные пропускная способность и сервисы имеющихся компьютерных сетей; неодинаковый уровень начальной подготовки и различные личностные характеристики обучаемых и т. д.

Все это позволяет с позиций системотехники рассматривать информационно-обучающие среды (ИОС) как гетерогенные системы. Как известно, одним из эффективных способов организации эффективного функционирования гетерогенных систем является использование мультиагентного подхода. Применительно к гетерогенным ИОС, мультиагентный подход позволяет создать обучающую систему, в значительной степени учитывающую все перечисленные выше факторы. При организации обучения в гетерогенной информационно-обучающей среде на основе мультиагентного подхода на первый план выдвигается проблема выбора структурно-функциональной модели обучающего агента, включая организацию взаимодействия между его компонентами и внешним окружением.

Обучающие агенты с точки зрения объектно-ориентированного подхода, широко используемого в программировании, на наш взгляд, можно рассматривать как некоторые автономные программируемые учебные модули. Автономность учебных модулей обеспечивает возможность обучения без подключения пользователя к конкретной СЭО, а также в том случае, когда операционная среда компьютера пользователя не совпадает с операционной средой создания учебных модулей. Программируемость учебных модулей позволяет реализовать личностно-ориентированный подход к обучению и обеспечить вариативность траекторий обучения. С этой точки зрения обучающий агент можно рассматривать как программный комплекс, включающий набор данных (учебно-методической информации) и программных процедур с интерфейсом, способным в интерактивном режиме взаимодействовать с пользователем, реализуя функции управления процессом обучения.

В качестве примера практической реализации автономного электронного учебного модуля рассмотрен УММ раздела «Программирование на языке высокого уровня Visual Basic» базового курса «Информатика», представленный в различных форматах.

Выполняется оценка качества автономных электронных учебных модулей как программной продукции на основе использования ГОСТов в области качества программной продукции, преимущественно низкоскоростные каналы связи. Кроме того, в большинстве систем в основном используются учебные материалы, представленные в форматах электронных документов Acrobat Reader (.pdf), MS Word (.doc и .rtf) или гипертекстовом фор-

мате (.html), которые не поддерживают возможности организации интерактивного взаимодействия с пользователем и не дают возможности реализовать личностно-ориентированный подход. Внедрению личностно-ориентированного подхода, позволяющего в значительной мере улучшить усвоение учебного материала и, как следствие, повысить качество обучения, препятствует отсутствие специализированных средств создания учебного контента, позволяющих организовать взаимосвязи учебной информации внутри учебного модуля.

Одним из решений указанной выше проблемы является создание СЭО, позволяющей генерировать автономные программируемые учебные модули.

Данная статья посвящена разработке методов хранения и обработки сложной по семантическому содержанию и структуре учебной информации в СЭО, а также программных инструментальных средств создания личностно-ориентированных автономных программируемых электронных учебных модулей, являющихся обучающими агентами.

#### МОДЕЛИ И МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ АВТОНОМНЫХ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ

Модель подготовки учебных модулей в системе электронного обучения разработана на основе использования методологии структурного анализа и моделирования SADT [1] и реализована в системе визуального моделирования AllFusion Process Modeler. Разработанная модель предоставила возможность детально проанализировать функции системы и определить ее основные структурные компоненты, позволяющие в значительной мере формализовать и автоматизировать процесс подготовки автономных по отношению к СЭО электронных учебных моделей. Одна из контекстных диаграмм модели показана на рис. 1.

Декомпозированная до уровня логически завершенных и неделимых единиц различного вида (текст, гипертекст, рисунок, мультимедиа) учебно-методическая информация (УМИ) представляется в виде объектов и хранится в СЭО в таблицах реляционной базы данных [2]. Каждый объект УМИ включает в свой состав данные и метаданные, и к нему применим набор методов, характерных для него. Наличие логических взаимосвязей между объектами позволяет реализовать более совершенные механизмы сборки учебного контента.

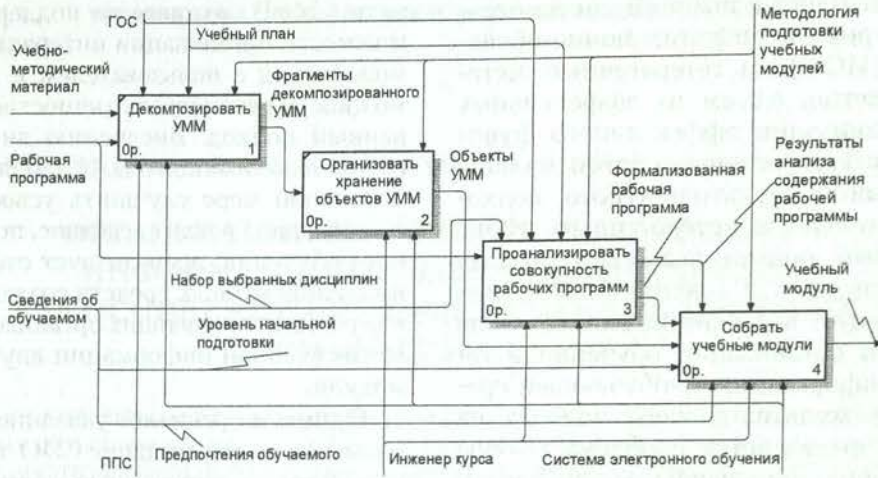


Рис. 1. Контекстная диаграмма процесса компоновки учебных модулей



Рис. 2. Объектная модель хранения УМИ

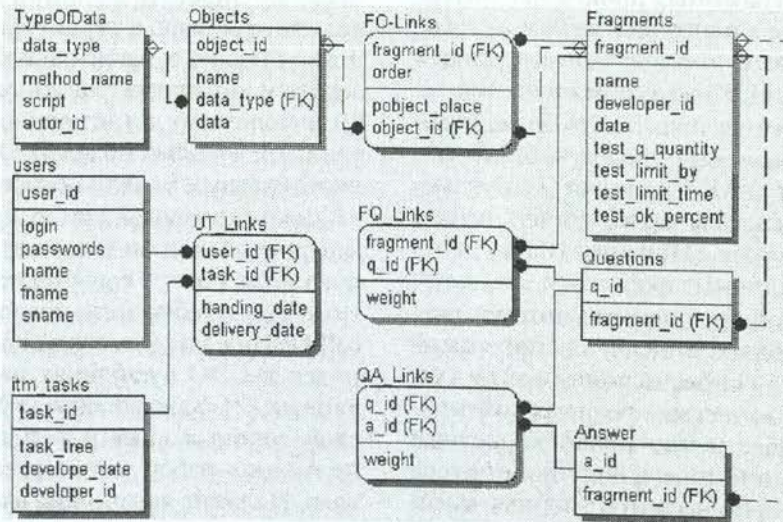


Рис. 3. Фрагмент информационной модели

Такой подход обладает рядом преимуществ, а именно:

- структура объекта позволяет естественным образом описывать глубоко структурированные данные УМИ и хранить их в БД;
- формирование содержания фрагментов учебного контента из набора объектов позволяет значительно упростить процесс подготовки учебного материала;
- создание и последующая модификация фрагментов упрощается и формализуется за счет наличия метаданных, соответствующих каждому объекту;
- объекты упрощают взаимодействие с различными технологиями и приложениями, что облегчает Web-разработку при создании учебных модулей;
- объекты позволяют применять шаблоны для сборки и последующей компиляции учебного модуля, что допускает создание автономного от системы электронного обучения файла с учебным материалом.

На рис. 2 показаны наиболее характерные компоненты, составляющие структуру объекта декомпозированной учебно-методической информации, хранящейся в базе данных СЭО.

Для создания базы данных УМИ разработана информационная модель, определяющая структуру таблиц реляционной базы данных и их взаимосвязи. Фрагмент информационной модели представлен на рис. 3.

Особенностью организации хранения связей между объектами УМИ является рекурсивное хранение данных в таблице FO\_Links, позволяющее создавать сложные иерархии взаимодействия учебных фрагментов. Другой отличительной особенностью предлагаемой информационной модели является сравнение контрольных вопросов и вариантов ответов тем же способом, что и учебных фрагментов, поскольку большинство ответов на тестовые задания явным образом являются теми же фрагментами учебного материала. Связь вопросов с ответами и указанием корректности последних реализуется с помощью таблицы QA\_Links. Кроме того, привязка тестовых заданий к фрагментам учебных модулей осуществляется с помощью таблицы FQ\_Links. Реализованная таким образом увязка учебных и контрольных материалов позволяет реализовать непротиворечивость, минимальную избыточность и целостность структуры учебных модулей и является достаточной для последующей генерации обучаемого учебного материала на основе анализа результатов те-

стирования. Предложенный подход позволяет собирать многосвязные структуры фрагментов УММ и реализовывать связи как внутри них, так и между отдельными фрагментами одного автономного ЭУМ.

Модель формирования автономного ЭУМ представляется в виде трехуровневой структуры, показанной на рис. 4.



Рис. 4. Модель формирования учебного материала

В базе данных СЭО хранится конечное множество  $A$  объектов  $O$  учебно-методической информации  $A = \{O_i | i \in N\}$ . Фрагменты  $F$  учебного модуля  $C$  состоят из объектов  $O$ . Таким образом,  $F \subset C \subset A$ .

Каждый объект представляет собой совокупность данных  $D_i$  и метаданных: основных  $M_i$  и дополнительных  $L_i$ , которые отражают возможность связей между объектами, а также методов отображения  $P$ :

$$O_i = \{D_i, M_i, L_i, P_i\}. \tag{1}$$

Каждый объект может быть связан хотя бы с одним другим объектом или с несколькими, поэтому можно сказать, что каждый объект при формировании фрагментов получит множество связей. Количество объектов, с которыми существуют связи, будет варьироваться от 1 до  $N$ , при этом добавление нового объекта в БД УМИ может привести к изменению количества связей и у исходных:

$$L_i = \{l_j | j \in N\}, \tag{2}$$

где  $l_j$  —  $j$ -я связь  $i$ -го объекта.

Фрагмент образуется исходя из анализа метаданных объекта с учетом связей  $\{L_1, L_2, L_3, \dots, L_\theta\} \rightarrow \{O_1, O_2, O_3, \dots, O_\theta\}$ , где  $i$  — индекс объекта, не требующий обязательного возрастания в арифметической прогрессии.

Таким образом,

$$\forall F \in C : \{L_1, L_2, L_3, \dots, L_\theta\} \rightarrow \{O_1, O_2, O_3, \dots, O_\theta\}. \quad (3)$$

Для всего учебного модуля будет верно:

$$\forall C \in A \text{ и } \forall C = \{F_1, F_2, F_3, \dots, F_m\}, \quad (4)$$

где  $m$  — количество фрагментов в учебном модуле.

Следуя тому, что учебный модуль  $C$  состоит из отдельных фрагментов, можно сказать, что

$$\begin{aligned} C &= \{F\}, F = \{O\}, \\ F_1 &= \{O_{11}, O_{12}, O_{13}, \dots, O_{1\theta}\}, \\ F_2 &= \{O_{21}, O_{22}, O_{23}, \dots, O_{2\theta}\}, \\ F_3 &= \{O_{31}, O_{32}, O_{33}, \dots, O_{3\theta}\}, \\ &\dots, \\ F_m &= \{O_{m1}, O_{m2}, O_{m3}, \dots, O_{m\theta}\}. \end{aligned} \quad (5)$$

Для удобства каждый элемент множеств имеет свой собственный индекс, однако, на практике в различных фрагментах учебно-методической информации будут встречаться одинаковые объекты:

$$C = \{O_1, O_2, O_3, \dots, O_k\}, \quad (6)$$

где  $k$  — количество объектов, составляющих учебный модуль.

Общее количество объектов в учебном модуле  $S$ , будет являться мощностью множества  $C$ :  $S = |C|$ .

При повторном (многократном) использовании объекта целесообразнее включать его в документ только один раз, в последующих случаях используя ссылку на его первоочередное месторасположение. Таким образом, количество объектов, входящих в ЭУМ, будет равно  $S'$ :

$$S' = |F_1 \cup F_2 \cup F_3 \dots \cup F_k| + |F_1 \setminus F_2 \setminus F_3 \dots \setminus F_k|. \quad (7)$$

Генерация ЭУМ системой электронного обучения ведется на основе транзакций к модели обучаемого, т.е. каждый учебный модуль строится с использованием ее параметров. Информация, хранящаяся в модели обучаемого, условно поделена на три основных

компонента: данные об обучаемом; программа обучения; история обучения. Модель обучаемого позволяет реализовать индивидуализированный подход к сборке ЭУМ. На рис. 5 показана схема формирования ЭУМ, являющихся по сути автономными как относительно СЭО, так и относительно друг друга.

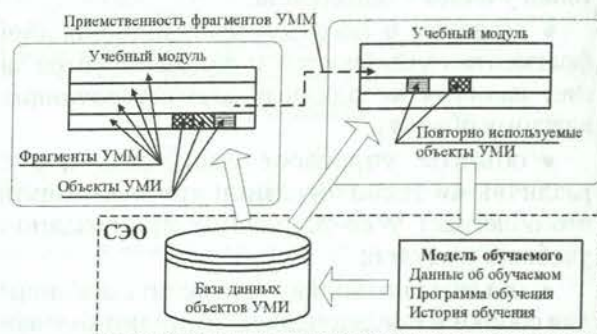


Рис. 5. Модель сборки учебных модулей

При этом в ЭУМ, созданных в СЭО, обеспечиваются отношения преемственности учебного контента за счет учета информации о ранее созданных для обучаемого ЭУМ, которая хранится в модели обучаемого. Наличие одинаковых объектов учебно-методической информации в различных ЭУМ не говорит о тождественности ЭУМ друг другу. В этом состоит суть возможности генерировать из БД УМИ различные по глубине изучения ЭУМ по одной и той же теме: за счет вариации объектов, составляющих фрагменты учебно-методического материала, и их количества.

Для организации использования индивидуализированного подхода к генерации и сборке ЭУМ предложено учитывать характеристики обучаемого, получаемые СЭО при ее взаимодействии с пользователем до этапа генерации очередного ЭУМ. Применение данного метода дает возможность получить адаптированный к конкретному обучаемому (группе обучаемых) автономный электронный учебный модуль.

#### АЛГОРИТМЫ ПРОГРАММНЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ

Алгоритм генерации автономных электронных учебных модулей представляет собой четко регламентированную последовательность действий, следование которым позволяет разработчику в диалоге с СЭО создавать на основе запросов пользователя необходимый учебно-методический материал [3].

Для реализации личностно-ориентированного подхода к обучению предложен алгоритм интерактивного взаимодействия обучаемого обучающим агентом СЭО (автономным ЭУМ), иллюстративно представленный в виде графа. На графе показаны четыре вида переходов по учебному контенту, которые позволяют отказаться от «жесткого» программирования процесса обучения.

На рис. 6 показан граф, иллюстрирующий варианты активизации переходов пользователя по фрагментам УММ, позволяющие реализовать управление обучением в процессе работы с ЭУМ.

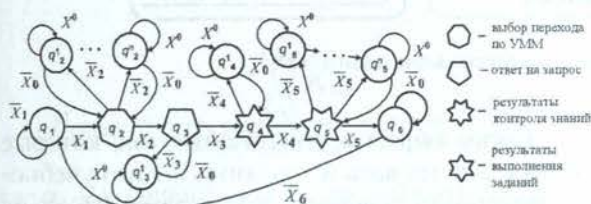


Рис. 6. Варианты реализации переходов по учебному контенту

Относительная свобода выбора вариантов переходов, предоставляемая алгоритмом обучения, дает обучаемому высокую степень самостоятельности в выборе последовательности изучения учебного материала.

Переходы между различными фрагментами УММ могут осуществляться при наступлении событий, активизированных одним из перечисленных ниже действий пользователя:

- выбор обучаемым управляющего элемента для перехода по УММ;
- ответ обучаемого на запрос, выданный со стороны ЭУМ;
- результаты выполнения обучаемым заданий, включенных в состав ЭУМ;
- результаты контроля знаний обучаемого на основе тестирования в ЭУМ.

Управляющие воздействия реализованы на базе программных процедур обучающего агента (скриптов), внедренных в скомпилированный ЭУМ вместе с объектами УМИ на этапе его создания. В ЭУМ могут быть внедрены три категории скриптов: представления обучаемому тестовых заданий; оценки результатов выполнения обучаемым тестовых заданий; подготовки и визуализации учебного контента в соответствии с результатами выполнения тестовых заданий (рис. 7).

Для оценки состояния обучаемого в процессе его взаимодействия с обучающим агентом (автономным ЭУМ) используется подход, основанный на выполнении тестовых

заданий, представленных в виде фрагментов, содержательная часть которых связана с объектами, в которых хранится теоретический материал [4]. Такой подход позволяет на основе обработки результатов выполнения тестовых заданий обучаемым осуществлять для него сборку индивидуализированного учебного материала, а также оценивать уровень усвоения им учебного материала, представленного в ЭУМ.

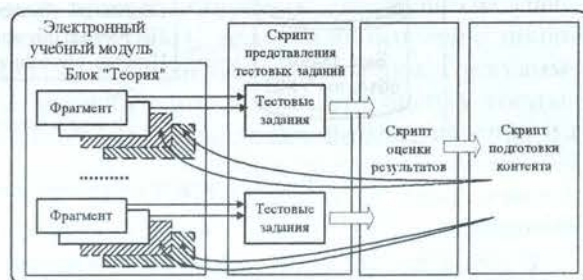


Рис. 7. Обработка контента в обучающем агенте

Для анализа результатов выполнения теста используется подход к выставлению баллов по выполненным тестовым заданиям с учетом выбранной шкалы оценки тестового контроля, согласно которой балл, полученный обучаемым может быть равен 0 либо 1 в случае бинарной оценки (ответ «верно» — «не верно»), либо находится в интервале от 0 до 1 в остальных случаях.

Определим количество объектов, на основе которых обучающим агентом будет автоматически собран дальнейший УММ по результатам анализа текущего состояния обучаемого, устанавливаемого в ходе выполнения им теста, включающего  $n$  тестовых заданий. Подразумевается, что каждое тестовое задание состоит из совокупности вопроса и вариантов ответа и при этом представляет собой один фрагмент учебного модуля.

Согласно формулировке, используемому ранее, каждый  $F_T$  — фрагмент тестового задания — состоит из  $\theta$  объектов. Тогда количество объектов, участвующих в каждом  $F_T$  будет

$$S_i^T = |F_i^T|. \quad (8)$$

Таким образом, общее количество элементов, участвующих в формировании блока «тест 1»:

$$S_T = \sum_{i=1}^n S_i^T. \quad (9)$$



Рис. 8. Процесс создания скомпилированного автономного ЭУМ

С точки зрения метаданных, в которых содержится такое понятие как «ключевые слова», к которому относится и «тема вопроса», а точнее, тема, к которой относится объект, некоторые объекты, входящие в состав блока «тест 1», будут совпадать (в ситуации, когда обучаемый не ответил на ряд вопросов, относящихся к одной теме, или в разных тестовых заданиях встречались одинаковые объекты). Количество объектов, на основе связей которых нужно строить новый учебно-методический материал будет:

$$S^M = |F_1^T \setminus F_2^T \setminus F_3^T \dots \setminus F_n^T|. \quad (10)$$

Далее можно выделить множество объектов, которые будут являться уникальными с точки зрения метаданных, это

$$Y = F_1^T \setminus F_2^T \setminus F_3^T \dots \setminus F_n^T. \quad (11)$$

При этом

$$|F_1^T \setminus F_2^T \setminus F_3^T \dots \setminus F_n^T| \leq n. \quad (12)$$

Выбор объектов из БД УМИ для нового учебного материала будет идти в соответствии с уникальными метаданными:

$$f |M| : A \rightarrow A', \quad (13)$$

где  $A'$  — это множество объектов для дальнейшей генерации, выбранных из БД УМИ на основе анализа метаданных.

Таким образом, число объектов, которые будут участвовать в создании нового учебного материала, генерируемого пользователю на основании результатов выполнения текущего тестового контроля

$$S'' = |A'|. \quad (14)$$

Считая, что таких уникальных метаданных может быть  $n$  — по количеству тестовых заданий (в случае, если все вопросы будут по разным темам), то максимальное количество объектов  $Q$ , необходимых для возможной генерации нового учебного материала, предоставляемого пользователю на основании результатов прохождения теста,

$$Q = S'' \cdot n. \quad (15)$$

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛОЖЕННЫХ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ

На рис. 8 показан процесс создания автономного электронного учебного модуля в СЭО, представленного в виде скомпилированного гипертекстового руководства (в формате chm).

В качестве примера практической реализации автономного электронного учебного модуля рассмотрен УММ раздела «Программирование на языке высокого уровня Visual Basic» базового курса «Информатика», представленный в различных форматах.

Выполняется оценка качества автономных электронных учебных модулей как программной продукции на основе использования ГОСТов в области качества программной продукции. Коэффициент  $K_{i,j}$ , характеризующий  $i$ -й показатель качества  $j$ -го варианта представления электронных УММ ( $j = (1, n)$ ), вычислялся по значению измеряемого показателя  $P_{i,j}$  по формуле

$$K_{i,j} = 1 - \frac{P_{i,j}}{\max(P_{i,1}, P_{i,2}, \dots, P_{i,n})}. \quad (16)$$

Расчетный показатель качества для каждого  $j$ -го варианта:

$$K_{\text{общ},j} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{i,j}}{\max(K_{i,1}, K_{i,2}, \dots, K_{i,m})}, \quad (17)$$

где  $m$  — количество показателей качества.

По расчетным и экспертным показателям построены диаграммы, отражающие показатели качества автономных ЭУМ (рис. 9).



Рис. 9. Показатели качества автономных ЭУМ

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье рассмотрены модели и алгоритмы управления программированным интерактивным обучением в гетерогенных информационно-обучающих средах на стадиях автоматизированной подготовки автономных программируемых учебных модулей, являющихся по своей сути обучающими агентами сетевой информационно-обучающей системы, и взаимодействия с ними обучаемого, обеспечивающие возможность реализации личностно-ориентированного подхода к обучению.

Предложенная логическая модель базы данных для хранения учебного контента в СЭО позволила автоматизировать процесс сборки автономного электронного учебного модуля из элементарных объектов данного контента. Логическая модель базы данных реализует модифицированный объектно-ориентированный подход к организации хранения

и представления учебного контента, позволяющий: реализовывать необходимые связи как внутри фрагментов учебного материала, так и между отдельными фрагментами, обеспечивающие семантическую целостность создаваемого автономного электронного учебного модуля; рационально использовать телекоммуникационные и вычислительные ресурсы.

Разработанное программное обеспечение, реализующее алгоритмы взаимодействия обучаемого с обучающим агентом (автономным программируемым электронным учебным модулем), позволило получать широкую гамму траекторий обучения. Программное обеспечение использует оценку состояния обучаемого с точки зрения усвоения им учебно-методического материала и основано на тестовом контроле знаний, проводимом в процессе работы обучаемого с автономным учебным модулем.

Практическая реализация предлагаемых моделей и алгоритмов создания в СЭО автономного электронного учебного модуля выполнена на примере раздела «Программирование на языке высокого уровня Visual Basic» базового курса «Информатика». Проведенная оценка качества данного модуля показала, что интегральный коэффициент качества, рассчитанный в соответствии с ГОСТ 28195-89 и РФ ISO 9126-2001, у скомпилированного учебного модуля выше, чем у аналогичных гипертекстовых учебных материалов в 1,23 раза и выше чем электронных учебных материалов, представленных в формате Microsoft<sup>®</sup> Office Word (doc) в 3,2 раза, а в формате Adobe<sup>®</sup> Reader<sup>®</sup> (pdf) — в 2,6 раза.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марк, Д. Методология структурного анализа и проектирования / Д. Марк, К. МакГоуэн. М.: МетаТехнология, 1993. 240 с.
2. Кабальнов, Ю. С. Модели представления и организация хранения информации в сетевой информационно-обучающей системе / Ю. С. Кабальнов, Ш. М. Минасов, С. В. Тархов // Вестник УГАТУ. 2004. Т. 5. № 2 (10). С. 183–191.
3. Кабальнов, Ю. С. Алгоритм генерации электронных учебных модулей для самостоятельной работы студентов / Ю. С. Кабальнов, С. В. Тархов, Н. С. Минасова // Информационные технологии моделирования и управления: науч.-техн. журнал. Воронеж: Научная книга, 2006. № 2 (27). С. 155–159.
4. Тархов, С. В. Свид. об офиц. рег. программы для ЭВМ № 2006611494. Система электронного контроля знаний с элементами обучения



K-Media Selftraining / С. В. Тархов, П. М. Ми-  
насов, Н. С. Минасова. Российская Федераль-  
ная служба по интеллектуальной собствен-  
ности, патентам и товарным знакам, 2006.

#### ОБ АВТОРАХ



**Кабалнов Юрий Степано-  
вич**, проф., зав. каф. инфор-  
матики. Дипл. инж. электрон-  
ной техники (УАИ, 1971).  
Д-р техн. наук по управле-  
нию в технических системах  
(УГАТУ, 1993). Иссл. в обл.  
адаптивного и интеллекту-  
ального управления сложны-  
ми объектами.



**Минасова Наталья Сергеев-  
на**, ст. преп. той же каф.  
Дипл. инж. по авт. системам  
обр. информации и управ-  
ления (УГАТУ, 2003). Канд.  
техн. наук по мат. и прогр.  
обеспечению (УГАТУ, 2006).  
Иссл. в обл. информ. под-  
держки процесса обучения.



**Минасов Шамиль Марато-  
вич**, ст. преп. той же каф.  
Дипл. инж. по авиац. дви-  
гателям (УГАТУ, 1996).  
Канд. техн. наук по матем. и  
прогр. обеспечению (УГАТУ,  
2003). Иссл. в обл. сетевых  
информационно-обучающих  
систем.



**Тархов Сергей Владими-  
рович**, докторант, доц. той  
же кафедры. Дипл. инж. по  
технологии машиностроения  
(УАИ, 1980). Канд. техн.  
наук. по тепловым двига-  
телям ЛА (УГАТУ, 1988).  
Иссл. в обл. управления  
сложными техн. и организац.  
системами.