

## НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 621.50

Ю. С. ЛОТНИК

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЛОКАЛЬНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Рассматривается построение информационной обучающей среды на основе мультиагентной системы контент-менеджмента. Показывается, что за счет использования агентов обеспечивается особо высокая гибкость и эффективность, а также надежность обработки информационных потоков в информационной обучающей среде. Предлагается архитектура мультиагентной системы для построения локальной информационной обучающей среды. В качестве примера применения разработанной системы демонстрируется локальная информационная обучающая среда довузовского дистанционного образования. *Обучающая среда; мультиагентный подход; контент-менеджмент*

### ВВЕДЕНИЕ

Еще недавно основной целью создания автоматизированных систем обучения было внедрение информационных технологий в процесс преподавания базовых дисциплин и создание электронных обучающих программ [1]. Недостатком подобных систем обучения являлась их функциональная ограниченность, обусловленная низким уровнем использования современных технологий в области электронного образования по сравнению, например, с уровнем их использования в системах электронной коммерции или информационных порталах.

В этой связи, на наш взгляд, актуальным является использование новейших интернет-технологий при создании электронных систем обучения, что позволит выйти на новый уровень организации образовательных процессов. Отметим, что при создании электронных систем обучения первоочередным является создание информационных обучающих сред, представляющих собой информационный базис для создания различных образовательных систем.

Современные информационные обучающие среды должны быть достаточно гибкими, обладать большим набором функциональных возможностей, способностью к расширению и высокой защищенностью. При этом должны сохраняться такие свойства информационной обучающей среды, как простота эксплуатации, использование типового аппаратного обеспечения, низкие затраты на обслуживание и модернизацию системы. Используемые сейчас подходы к построению информационных обучающих сред перестают удовлетворять данным требованиям, поэтому важным является разработка новых методологических подходов к проектированию и реализации современных информационных обучающих сред.

Целью настоящей работы является разработка методов и технических решений для создания мультиагентной системы контент-менеджмента, позволяющей интегрировать функциональную и

содержательную части информационной обучающей среды. Такой подход к построению обучающей среды обеспечивает наиболее удобное представление больших объемов разнородной информации пользователю и возможность эффективной обработки данной информации разработчиками курсов и администраторами информационной обучающей среды.

### 1. МУЛЬТИАГЕНТНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Самый простой подход к построению информационной обучающей среды — представление учебного материала в виде гипертекста. Использование гиперссылок позволяет придать учебно-методическому материалу вид многосвязного графа, где в роли вершин выступают семантические единицы (HTML-страницы), а в роли ребер — смысловые связи (рис. 1). Такое представление материала обеспечивает быстрое перемещение от раздела к разделу, дает возможность объяснять специальные термины, а также обеспечивает возможность перехода к нужной информации, размещенной на других веб-серверах во всем мире. Мультимедийные возможности гипертекста, такие как: видео- и аудиофрагменты, — позволяют лучше иллюстрировать описываемые процессы и явления. Даже такая несложная реализация существенно расширяет возможности гипертекстовой информационной обучающей среды по сравнению с обычным учебником.

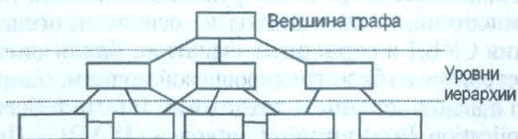


Рис. 1. Структурная схема информационной среды, построенной в виде многосвязного графа



Рис. 2. Структурная схема информационной среды, построенной с использованием технологии ISAPI

Следующий шаг в проектировании информационной обучающей среды — использование технологии клиентских скриптов. Клиентские скрипты, написанные на JavaScript или VBScript, встраиваются непосредственно в HTML-документы с учебно-методическим материалом. При помощи клиентских скриптов становится возможным реализовать подсистему управления доступом к учебному материалу и подсистему тестирования.

Таким образом, информационная обучающая среда включает в себя не только средства обучения как частный и наиболее простой для реализации случай, но и средства тестового контроля, контроля практических заданий [1]. В графе, представляющем информационную обучающую среду, выделяются следующие последовательные блоки, предусматривающие гарантированное усвоение определенного материала:

- информационный блок;
- тестово-информационный (проверка усвоения учебного материала);
- коррекционно-информационный (в случае неверного ответа — дополнительное обучение);
- проблемный блок: решение задач на основе полученных знаний;
- блок проверки и коррекции.

Одно из ключевых требований, предъявляемых к информационной обучающей среде, — непрерывное обновление и расширение информационного наполнения. Из этого следует, что спроектированный при разработке среды граф будет расширяться и изменяться за счет добавления и удаления семантических единиц и семантических связей. На практике процесс добавления и удаления большого количества перекрестных ссылок при изменении информации в обучающей среде становится крайне сложным и трудоемким.

И, наконец, подход к построению информационной обучающей среды, в какой-то мере свободный от недостатков предыдущих подходов и обладающий более широкими функциональными возможностями, — это подход на основе использования СУБД и серверных скриптов. Такая система строится на базе трехуровневой модели, например с использованием технологии Internet Server Application Programming Interface (ISAPI). Первый уровень в такой модели — клиентское приложение (веб-браузер). Второй уровень — сер-

вер приложений, например Internet Information Server (IIS). Третий уровень — база данных, с ядром SQL Server. При помощи сервисов WWW и драйверов Open Database Connectivity (ODBC), входящих в комплект IIS, достигается возможность создавать HTML-страницы, взаимодействующие с базами данных. Иными словами, набор HTML-страниц делится на две части, первая содержит учебные материалы, а вторая часть содержит сервисные функции, такие как: авторизация на уровне серверной операционной системы, тестирование с занесением результатов в базу данных, различные онлайн и офлайн консультации с преподавателями (рис. 2).

Предлагаемый нами мультиагентный подход к построению информационной обучающей среды базируется на трехуровневой модели, но предполагает использование системы контент-менеджмента. Такие системы, появившиеся сравнительно недавно, используются для управления веб-серверами электронной коммерции и являются наиболее современным инструментом для создания комплексных интернет-систем [2].

Недостаток, подхода, основанного на классическом использовании баз данных и серверных скриптов, заключается в том, что функциональная часть системы строится на основе содержательной. Таким образом, при внесении изменений в содержательную часть приходится изменять функциональную, а изменения, вносимые в функциональные подсистемы или элементы интерфейса пользователя, заставляют изменять страницы с содержанием. Использование системы контент-менеджмента освобождает информационную обучающую среду от данных недостатков.

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ КОНТЕНТ-МЕНЕДЖМЕНТА ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Мультиагентная система контент-менеджмента представляет собой набор интеллектуальных агентов, взаимодействующих между собой по заранее описанным правилам и формирующих единую базу данных, в которой содержатся как учебно-методические материалы, так и вся информация о действиях пользователей. Таким обра-

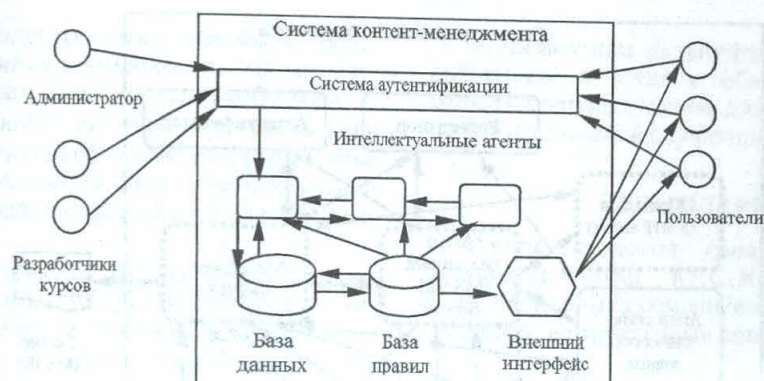


Рис. 3. Структурная схема информационной среды, основанной на системе контент-менеджмента

зом, информационная обучающая среда является продуктом деятельности агентов системы контент-менеджмента, которые формируют выходной поток данных в стандартизированные шаблоны HTML-страниц обучающей среды (рис. 3).

Использование агентов обеспечивает особо высокую гибкость, эффективность, а также надежность обработки информационных потоков в информационной обучающей среде [3]. Необходимо подчеркнуть, что принцип функциональной связанности и информационной зависимости подсистем, разработанных с использованием мультиагентного подхода, обеспечивает унификацию процесса создания информационных ресурсов и контроля учебной деятельности. Стандартизация форматов учебных материалов, заложенные в систему шаблоны заданий и контрольных тестов способствуют эффективному развитию контент-информационного наполнения образовательной среды и быстрому внедрению системы в учебный процесс.

### 3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА БАЗЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ КОНТЕНТ-МЕНЕДЖМЕНТА

На кафедре информатики УГАТУ разработана локальная информационная обучающая среда довузовского дистанционного образования на основе мультиагентной системы контент-менеджмента.

На стадии структурного анализа модели информационной обучающей среды был проведен анализ поведения системы с формированием контекстных диаграмм и потоков данных. На стадии проектирования архитектуры системы контент-менеджмента было дано детальное описание функционирования системы и построена логическая модель для последующего проектирования базы данных, определена структура пользовательского интерфейса. Такой подход [4] позволил проработать методологические аспекты создания системы контент-менеджмента, необходимой для функционирования информационной обучающей среды.

При создании системы были решены следующие основные задачи:

- разработка структуры системы контент-менеджмента на основе мультиагентной технологии;
- разработка алгоритмов функционирования системы и способов взаимодействия между собой агентов в процессе работы;
- разработка структуры базы данных, необходимой для функционирования системы контент-менеджмента;
- разработка и реализация в системе контент-менеджмента универсального способа хранения обучающих и тестовых материалов, структурированных по предметам и темам соответствующих предметов, а также доступа к ним;
- разработка структуры тестовых заданий и метода оценки результатов тестирования для получения оценки качества обучения студентов и эффективности работы студентов с системой;
- реализация отображения статистической информации по набору атрибутов;
- разработка шаблонов страниц информационной обучающей среды;
- разработка такой структуры системы контент-менеджмента, которую можно было бы легко модифицировать, расширяя существующие возможности информационной обучающей среды или добавляя новые.

Основные функции, которые выполняет информационная обучающая среда созданная на основе мультиагентной системы контент-менеджмента:

- обеспечивает доступ к образовательной среде только тех пользователей, которые имеют соответствующие права доступа;
- обеспечивает удаленную регистрацию пользователя, который имеет право доступа к системе;
- обеспечивает системного администратора правом изменять атрибуты других пользователей, а также их привилегии;
- обеспечивает однозначную идентификацию пользователя в системе на основе введенных им данных с предоставлением привилегий, которые он имеет;

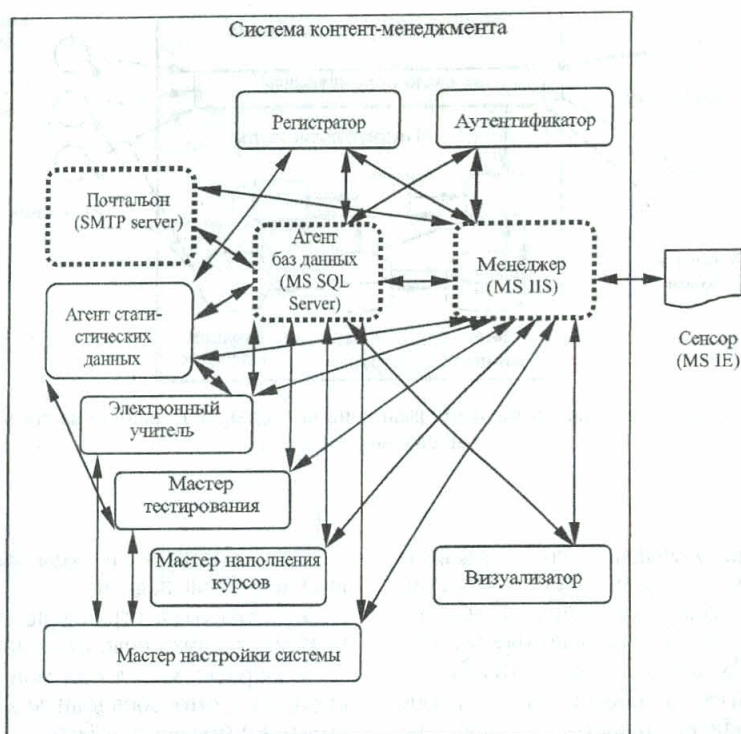


Рис. 4. Структурная схема взаимодействия агентов в системе контент-менеджмента

- предоставляет возможность проходить обучение и тестирование по выбранному предмету, оценивает результаты тестов, и выставляет оценку на основании информации, которая имеется в системе по данному тесту;

- предоставляет возможность обмениваться информацией между преподавателями и студентами в процессе работы с системой посредством электронной почты, on-line и off-line консультаций;

- имеет средства предоставления пользователям статистической информации;

- является «универсальным контейнером» для предоставления образовательных услуг по любому из существующих предметов. Это означает, что в данной системе разработчиками курсов легко производятся добавление, редактирование и удаление электронных учебников, добавление, редактирование и удаление тестовых заданий к существующим электронным учебникам;

- реализована функция добавления пользователя любой категории, удаления, а также изменения его атрибутов.

На основании функций, которые выполняет информационная обучающая среда, ее система контент-менеджмента включает в себя такие агенты:

- Сенсор, который обеспечивает получение информации от пользователя, обмениваясь с ним информационными потоками (MS Internet Explorer).

- Менеджер, обрабатывающий информацию, поступающую от сенсора, и принимающий решение о том, какой из агентов системы и что должен сделать (MS Internet Information Server).

- Агент баз данных (MS SQL Server). Он работает со всеми базами данных и правил, которые необходимы системе контент-менеджмента.

- Почтальон – агент, работающий с сервером электронной почты (MS SMTP Server – Simple Mail Transfer Protocol Server). Позволяет обмениваться сообщениями между преподавателями и студентами.

- Регистратор – агент, который позволяет регистрироваться в СДО как студенту, так и преподавателю (процесс регистрации – это запоминание в базе данных имени доступа, пароля доступа и уровня доступа пользователя с целью дальнейшей его однозначной идентификации в системе).

- Агент-аутентификатор, который однозначно идентифицирует пользователя в системе по введенным имени доступа и паролю. Он подсказывает системе, какие привилегии есть у данного пользователя.

- Электронный учитель – агент, предоставляющий студенту информацию для обучения. Одно из преимуществ заключается в том, что студент самостоятельно управляет процессом обучения.

- Мастер тестирования. Данный агент необходим для того, чтобы проконтролировать результаты обучения студента посредством тестирования.

- Мастер наполнения курсов. Он необходим разработчикам курсов для добавления, редактиро-

вания и удаления электронных учебников, добавления, редактирования и удаления тестовых заданий к существующим электронным учебникам.

• **Мастер настройки системы.** Он необходим системному администратору для настройки правильной работы системы, а также для редактирования и удаления различной служебной информации.

• **Агент статистических данных.** Предоставляет пользователям различную статистическую информацию в зависимости от их уровня доступа.

• **Визуализатор** — агент, предоставляющий пользователям информацию в соответствии с шаблонами вывода.

Перечисленные выше агенты распределены по функциям, которые они выполняют. В процессе выполнения своих функций агенты взаимодействуют друг с другом (рис. 4).

Информационная среда обучения проходит комплексное тестирование и доступна по адресу <http://www.ufamedia.ru/red>, ее наполнение и модернизация продолжают.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная мультиагентная система контент-менеджмента может применяться как для создания, наполнения и модернизации локальной информационной обучающей среды, так и для управления реальными учебными процессами.

Мультиагентный подход, положенный в основу разработанной системы, приводит к кардинальным изменениям в самой организации локальной информационной обучающей среды, в которой разделенные функциональная и содержательная части уступают место единой системе контент-менеджмента, обрабатывающей все информационные потоки. Ожидаемый результат — высокая эффективность, гибкость и надежность такой информационной обучающей среды.

УДК 621.454

**Н. В. КОНДРАТЬЕВА**

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАЦИОННЫХ ГТД ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Рассматривается проблема оптимизации параметров ускоренных испытаний из условия обеспечения максимальной технико-экономической эффективности ГТД. Параметры испытаний оптимизируются с применением имитационной модели жизненного цикла ГТД. Основное внимание уделено особенностям моделирования эксплуатации. Приведены результаты сравнения эффективности различных способов моделирования эксплуатации. *Ускоренные испытания; эксплуатация; жизненный цикл; технико-экономическая эффективность; имитационное моделирование; оптимизация*

Ресурсные испытания технических изделий, включая ускоренные (периодические, технологические и др.), используемые для проверки их надежности, являются неотъемлемой частью всех этапов жизненного цикла (ЖЦ) технических изделий, в том числе ГТД. Очевидно, что от объема,

Перспективы дальнейшего развития подхода связываются также с объединением подобных мультиагентных систем для создания глобальной информационной обучающей среды.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает свою глубокую признательность проф. Ю.С.Кабальнову и доц. С.В.Тархову за помощь в постановке задачи, полезные конструктивные советы и консультации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Тихомиров В. П.** Основные принципы построения СДО России // ДО. 1998. № 1. С. 4–9.
2. **Rzevski G. A.** Multi-agents logistics and E-commerce // MAGENTA White Paper. 1999. 14 p.
3. **Виттих В. А., Скобелев П. О.** Мультиагентные системы для моделирования процессов самоорганизации и кооперации // Proc. of XIII Int. Conf. on the Application of Artificial Intelligence in Engineering. Galway, Ireland, 1998. P. 91–96.
4. **Хорошевский В. Ф.** Методы и средства проектирования и реализации мультиагентных систем // Проблемы искусственного интеллекта: Матер. сем. М.: ИПУ РАН, 1999.

### ОБ АВТОРЕ



**Лотник Юрий Сергеевич**, аспирант каф. информатики УГАТУ. Дипл. инж. по программному обеспечению (УГАТУ, 2000). Работает над диссертацией о построении информационных обучающих сред.

Содержание статьи: В статье рассматривается проблема оптимизации параметров ускоренных испытаний из условия обеспечения максимальной технико-экономической эффективности ГТД. Параметры испытаний оптимизируются с применением имитационной модели жизненного цикла ГТД. Основное внимание уделено особенностям моделирования эксплуатации. Приведены результаты сравнения эффективности различных способов моделирования эксплуатации. Ускоренные испытания; эксплуатация; жизненный цикл; технико-экономическая эффективность; имитационное моделирование; оптимизация