

Ваграменко Ярослав Андреевич,
Федеральное государственное научное учреждение
"Институт информатизации образования" РАО,
Заместитель директора по информационным образовательным ресурсам,
д.т.н., профессор
geo@rpio.ru

Яламов Георгий Юрьевич,
Федеральное государственное научное учреждение
"Институт информатизации образования" РАО,
ведущий научный сотрудник, к.ф-м.н., доцент
geo@rpio.ru

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТРАЕКТОРИЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ И ПРОФИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены основные тенденции в построении обучающих интеллектуальных систем для личностно-ориентированного обучения и научно-технологические подходы к выбору программного обеспечения для их реализации.

Ключевые слова: The article describes the main trends of building intelligent systems for student-centered learning and scientific and technological approaches to the selection of the program for their implementation.

Abstract: обучающие интеллектуальные системы, искусственный интеллект, личностно-ориентированное обучение, адаптивная технология, база знаний, язык программирования знаний.

Key words: training intelligent systems, artificial intelligence, student-centered learning, adaptive technology, knowledge base, knowledge of a programming language.

Информационные технологии в настоящее время позволяют по-новому подойти к проблеме индивидуализации обучения. «Одна из целей образования – принести пользу каждому обучающемуся. И во главе угла здесь – личностно-ориентированное обучение: учителя школ, преподаватели колледжей и вузов должны использовать свои умения и опыт так, чтобы это соответствовало потребностям каждого из их учеников» [1]. Использование программного обеспечения, основанного на принципах систем искусственного интеллекта, является перспективным

направлением в осуществлении личностно-ориентированного обучения. Здесь можно выделить три основные тенденции:

- 1) использование для личностно-ориентированной подготовки специалиста современных обучающих интеллектуальных систем типа экспертной системы, интегрированных с внешней средой;
- 2) включение в личностно-ориентированную подготовку средств виртуального общения учащихся;
- 3) важным ресурсом для реализации личностно-ориентированного метода обучения выступает электронный (компьютерный) учебник с элементами искусственного интеллекта.

Рассмотрим обучающие интеллектуальные системы (далее ОИС) как средства реализации целей личностно-ориентированного обучения. Выбор программного обеспечения (далее ПО) ОИС, позволяет в той или иной степени реализовать личностно-ориентированные траектории в профильном обучении и профессиональной подготовке и зависит в первую очередь от основных свойств таких систем.

В первую очередь такая система должна быть интегрирована во внешнюю среду, т.е. в сеть интернет или локальную сеть учебного заведения. Как указано в [2], интеллектуальные обучающие системы содержат «средства коммуникации, позволяющие осуществлять связь между участниками учебного процесса и системой; обеспечить работу в сети». Кроме того, ОИС должна быть открытой, что подразумевает возможность использования при её функционировании информационных ресурсов, хранящихся как на локальных серверах, так и распределенных в сети Internet (Веб-ресурсов). Для реализации свойства открытости есть различные механизмы адекватного поиска необходимой информации с целью обмена и включения ее в базу данных и базу знаний учебного назначения ОИС. Эти механизмы используют метаданные, т.е. данные о данных.

Перед тем как перейти к обзору возможных форматов метаданных ОИС, остановимся на задаче сохранности документов, для решения которой очень важным является выбор формата их хранения. Главное требование к формату хранения – он должен являться международным стандартом и быть открытым всем для свободного пользования. Тем самым обеспечивая возможность конвертирования в другие существующие и будущие форматы. В настоящее время уже мало кто представляет понятия открытости и интероперабельности без XML (Extensible Markup Language, расширяемый язык разметки) и его технологий, также как и информационные технологии

без Веб. Конечно, технологии Веб и XML активно применяются и в Электронных Библиотеках.

На данный момент наиболее популярным XML-форматом документов является OpenDocument Format (ODF), или полностью OASIS Open Document Format for Office Application. ODF является открытым форматом. 8 мая 2006 года он был принят как международный стандарт ISO/IEC 26300. ODF предназначен для хранения текстовых документов, электронных таблиц, презентаций, графики, математических формул и т. п. Таким образом, он представляет собой альтернативу закрытым форматам Microsoft Office. ODF уже поддерживается многими программными продуктами: OpenOffice, Sun StarOffice, KDE KOffice. Для Microsoft Office разрабатывается бесплатный плагин для работы с ODF.

В ответ на ODF Microsoft начала разработку своего открытого XML-стандарта Microsoft Office Open XML (OOXML)], который используется в Microsoft Office 2007.

До появления ODF наиболее распространенными открытыми XML-форматами для разметки текстовых документов были DocBook и TEI (Text Encoding Initiative) или их облегченные подмножества DocBook-Lite и TEILite соответственно [6].

Несмотря на то, ODF может являться достаточно универсальным форматом, в зависимости от задач и используемого программного и аппаратного обеспечения могут потребоваться различные форматы. Для переноса текстовых документов на платформы, отличные от Microsoft Windows, часто используется формат RTF (Rich Text Format). Научное сообщество пользователей предпочитает формат LaTeX, который обеспечивает достаточно быстрый набор математических формул.

Для отображения информации на Веб-страницах используются формат HTML (Hyper Text Markup Language), его XML-версия XHTML (eXtensible Hypertext Markup Language) и облегченная версия для беспроводных устройств WML (Wireless Markup Language).

Не секрет, что в некоторых случаях возможно некорректное отображение документов при открытии на различном ПО. С целью обеспечения переносимости между программным обеспечением и представления для печати используется формат PDF (Portable Document Format). Он позволяет объединить шрифты, векторные и растровые

изображения в одном файле. В издательских системах можно наблюдать использование формата PostScript. Появление формата DjVu позволило значительно сократить размеры отсканированных текстов за счет сильного сжатия.

Если говорить о представлении текстовых документов для специализированных устройств, например таких как, аппаратные устройства в виде электронных книг (eBook) или смартфоны (smart-phone), то здесь можно наблюдать форматы OEB (Open eBook) и FictionBook. Отметим что FictionBook разработан российскими программистами.

Как уже говорилось выше, метаданные, (данные о данных) – это детальная информация обо всех объектах системы. Метаданные в ОИС, а точнее в её базе знаний, можно разделить на три типа: описательные, структурные и административные.

Описательные (descriptive) метаданные предоставляют информацию, необходимую для нахождения коллекции или ресурсов с помощью поисковых инструментов, а также обеспечивают достаточный контекст для понимания того, что же было найдено. Примеры описательных метадаанных – это MARC (MACHine-Readable Catalog), Dublin Core.

Структурные (structural) метаданные описывают связи внутри и между родственными информационными объектами. Книга, состоящая из страниц и глав – это непосредственный пример структурных метадаанных.

Административные (administrative) метаданные обеспечивают информацию о доступе, управлении и сохранении цифрового ресурса. Они могут описывать инструмент для просмотра (открытия, проигрывания) объекта. Также они могут описывать такие атрибуты, как: разрешение изображения, размер файла, частоту амплитудно-импульсной модуляции аудиопотока, как и когда файл был создан, права на интеллектуальную собственность.

Существует стандарт Metadata Encoding and Transmission Standard (METS) Федерации Цифровых библиотек (Digital Library Federation) и Библиотеки Конгресса (Library of Congress) США, который описывает схему совместного кодирования описательной, структурной и административной метаинформации.

В настоящее время для определения описательных метаданных наиболее распространенным стандартом является Dublin Core Metadata Initiative (DCMI, Инициатива метаданных дублинское ядро).

Для описания метаданных используются также языки описания на базе онтологий, язык XML и XML-подобные языки, а также языки стандарта RDF [3]. Наиболее перспективным подходом к решению задачи обеспечения открытости образовательных ресурсов является применение языка RDF Schema (RDFS). RDFS значительно превосходит другие языки с точки зрения синтаксической и семантической совместимости, кроме того, языки RDF позволяют повторно применять множество программных компонентов для обмена данными.

Основными же свойствами ОИС должны быть их адаптивность и интеллектуальность, т.е. построение ОИС может идти по пути интеграции двух типов технологий – *адаптивной* и *интеллектуальной технологий*, содержащих технические методы и приемы, связанные с различными вариантами функциональности ОИС и различными способами ее реализации [4]. Поэтому актуально создание универсальной системы, способной давать экспертную оценку образовательной деятельности конкретного пользователя, например – студента, и в то же время поддерживать процесс выбора оптимальной образовательной траектории [5].

Свойство адаптивности предполагает персонализацию процесса обучения на основе создания электронных курсов, учитывающих различные индивидуальные особенности обучаемых, в том числе уровень начальных знаний, психологические особенности, скорость восприятия, а также индивидуальные цели и задачи обучения.

Адаптивность достигается с помощью создаваемой в ОИС так называемой «модели обучаемого», которой соответствуют индивидуальные инструкции и методические указания к выполнению лабораторных работ, тренировочных упражнений, домашних заданий и т.д. Реализовать такую модель обучаемого в ОИС можно с применением семантической сети, организованной на основе первоначального построения априорной модели обучаемого, основанной на его самооценке. Далее по результатам текущего контроля процесса обучения модель может переопределяться с учетом изменения состояния знаний обучаемого. Адаптивная технология должна обеспечивать адаптивность представления материалов курсов, адаптивность навигации и адаптивность тестирования [6,7, 8]. Необходимо предусмотреть возможность разделения преподавателем-предметником всего курса

(изучаемой дисциплины) на разделы (подразделы), составленные из набора тем, при этом соответствующие модели будут строиться для каждого из разделов курса, что позволяет более адекватно сформировать модель обучаемого, основываясь на результатах тестирования. Стратегия обучения формируется из множества созданных преподавателем обучающих воздействий в режиме работы с обучаемым. Программные средства для создания сценариев обучения должны использовать в качестве обучающих воздействий проблемных областей пакеты прикладного программного обеспечения графического и расчетного характера, главы гипертекстового учебника и консультацию с ОИС.

В ОИС каждая страница содержащегося в базах знаний учебного материала располагается в экранных фрагментах, т. е. обеспечивается представление информации в виде гипертекста. Адаптивность представления материалов предполагает, что каждая такая страница должна адаптивно генерироваться для конкретного пользователя из базы знаний ОИС, локальных и удаленных ресурсов. Например, опытный пользователь получит более подробную и глубокую информацию, а новички – больше дополнительных объяснений. При отображении страниц используются специальные когнитивные элементы для указания образовательного статуса страницы – страница недоступна для изучения, страница частично доступна для изучения, страница доступна.

Интеллектуальная технология в ОИС должна обеспечивать построение последовательности курса обучения, интеллектуальный анализ ответов обучаемых и интерактивную поддержку в решении задач [4].

Построение последовательности курса обучения означает обеспечение обучаемого индивидуально спланированной последовательностью занятий и учебных заданий. Возможно использования системой гибридной технологии построения курса обучения, т.е. сочетание активного (с наличием персональных целей обучения) и пассивного (корректирующее) построения последовательности курсов, формирующего курс на основе доступного учащемуся материала. Для выполнения функции интеллектуального анализа ответов учащихся в ОИС должен быть реализован анализатор решений, который определяет правильность полученного ответа, что конкретно неправильно или неполно в ответе, а также определяет недостающие и неполные знания, ответственные за ошибку. Это представляет учащемуся обратную связь и позволяет обновлять модель обучаемого.

При разработке любой интеллектуальной информационной системы возникает задача нахождения оптимального формата представления метазнаний конечному пользователю. В нашем случае они должны быть ориентированы на использование в ОИС, реализующих личностно-ориентированные траектории профессионального и профильного обучения.

За данными, которые присваиваются элементам метаописаний, всегда стоит некоторая предметная область, в которой люди себя чувствуют весьма свободно. Например, элементу Date (дата) Дублинского ядра должны присваиваться значения в формате символьной строки, представляющей дату. Таким образом, за двумя короткими строчками стоит целое информационное пространство. Однако для компьютера эти две строчки остаются набором символов. Чтобы компьютер смог ответить на запрос типа «найти все ресурсы, соответствующие событиям, происшедшим во второй половине девятнадцатого века» необходимо каким-то образом эти знания сделать ему доступными. Резюмируя вышесказанное, следует заметить, что для успешной работы компьютеров с такого рода знаниями, надо выполнить несколько условий:

- 1) Знания должны быть формализованы: записаны на языке, обладающем строгой и недвусмысленной семантикой.
- 2) С учетом глобальности Интернета, эти формализмы должны быть открытыми стандартами.
- 3) Необходимо программное обеспечение, на основе механизмов обработки и получения знаний из уже имеющихся.

Очевидно, что выполнение этих условий является очень непростой задачей. Кроме того, логические формализмы, лежащие в основе этих метазнаний, должны обладать рядом весьма специфических качеств. Все это должно быть учтено при разработке формальной системы знаний, ориентированной на использование при построении метаданных в ОИС.

Количество программных средств и приложений по реализации ОИС значительно увеличивается каждый год. Тем не менее, в зависимости от методики разработки, ОИС можно разделить на системы, создающиеся с помощью языков программирования или оболочки. Рассмотрим эти категории применительно к ОИС, основные свойства которых были описаны выше.

Языки программирования и представления знаний – это инструментальные средства, которые позволяют разработчику, не углубляясь в детали реализации системы, использовать низкоуровневые

процедуры доступа и манипулирования данными ОИС, способы для эффективного распределения памяти.

Одним из наиболее популярных представителей таких языков является OPS5 [9]. Этот язык хорош тем, что достаточно прост в изучении и предоставляет программисту гораздо более широкие возможности, чем типичные специализированные оболочки. Тем не менее, большая часть подобных языков так и не было доведено до уровня коммерческого продукта и является скорее инструментом для исследователей.

C# Expert System – язык представления знаний, базовым языком для которого является объектно-ориентированный язык C#. Поэтому при создании ОИС можно использовать не только средства управления знаниями, но и использовать объектно-ориентированный подход для реализации дополнительных функций. При этом можно использовать все существующие электронные библиотеки, разработанные под платформу .NET. Таким образом, исходное ПО может содержать как код специфичный для ОИС, так и простой код на языке C#. Кроме того в C# Expert System есть несколько способов представления знаний:

- Фреймы (frames) – структурные элементы, которые служат для представления в базе знаний различных объектов и описания их иерархии. Фрейм может содержать слоты и атрибуты.
- Слоты (instance slot, own slot), которые задают свойства фреймов и могут выражаться простыми и сложными типами, а также делегатами.
- Правила. Наборы правил (Rule frames) выполняют логический вывод. В C# Expert System набор правил является как разновидностью фрейма.

Основные возможности языка представления знаний C# Expert System следующие:

- возможность взаимодействия с крупными моделями; алгоритмического знания – программами и компонентами, написанными для платформы .NET;
- возможность представления нечетких знаний;
- возможность описания и использования наборов правил;
- возможность интеграции с графическим интерфейсом.

Оболочки представляют собой программное обеспечение, в котором реализованы механизм представления знаний, управляющая программа, необходимая для обработки базы знаний, и пользовательский интерфейс. Как правило, это хорошо зарекомендовавшие себя на практике системы, из которых удалены все специфичные для области непосредственного применения компоненты.

В качестве примера такой оболочки можно привести такой систему ЕМУСИН (Empty MYCIN – пустой MYCIN) [6], созданную на основе прошедшей длительную обработку системы MYCIN. В ЕМУСИН сохранен интерпретатор и все базовые структуры данных – таблицы знаний и связанные с ними механизм индексации. Оболочка дополнена специальным языком, улучшающим читабельность программ, и средствами поддержки библиотеки типовых случаев и заключений, выполненных по ним системой. Преимущество оболочек ОИС перед другими средствами реализации заключается в том, что создать систему с их помощью может сам эксперт- (например преподаватель) проблемной области, не прибегая к помощи программистов, при этом достаточно будет просто заполнить базу знаний. Надо учитывать, что данный метод создания ОИС становится слишком трудоемким, если предметная область плохо укладывается в модель, используемую в готовой оболочке.

В большинстве случаев, оболочки разработаны на основе таких сред разработки как MS Visual Studio, Matlab, Eclipse. Средства этих интегрированных программных сред включают несколько программных модулей, что позволяет пользователю сочетать в процессе разработки системы разные стили программирования и получать в итоге более полноценный продукт. Одним из первых проектов такого рода была исследовательская программа LOOP, которая допускала использование двух типов представления знаний: базирующегося на системе правил и объектно-ориентированного. С использованием этой архитектуры во второй половине 1980-х годов было разработано несколько коммерческих программных продуктов, из которых наибольшую известность получили КЕЕ, KnowledgeCraft и ART. Эти программы предоставляют в распоряжение квалифицированного пользователя множество опций и для будущих разработок, таких как КАР– РА и CLIPS, которые в настоящее время являются своего рода стандартами. Однако освоение этих языков задача далеко не простая, даже для квалифицированных программистов.

Несомненный интерес представляет система Knowledge.Net, разрабатываемая лабораторией профессора В.О.Сафонова (СПбГУ) с 1980-1990х годов [8] на базе платформы Microsoft.Net. Данная система предназначена для разработки и использования баз знаний из разнообразных предметных областей, которые могут проектироваться и реализовываться непосредственно на языке Knowledge.Net. Предусмотрена возможность автоматического извлечения данных из сети Internet.

Система управления знаниями Knowledge.NET выполнена как расширение (add-in) одной из наиболее современных интегрированных сред программирования - Microsoft Visual Studio.NET 2005. Поэтому архитектура Knowledge.NET позволяет применять при разработке баз знаний широкий спектр возможностей проектирования, разработки и отладки программ, предоставляемых средой Microsoft Visual Studio.NET. Методы интеграции конструирования знаний и конструирования программ в системе Knowledge.Net выполнены на языке C# Expert System.

Еще одним примером решения проблем создания ИОС является проект «IDEA» (Interactive Deep Analysis), один из первых российско-германских научных проектов в этой области, давший мощный толчок для исследований по проблемам компьютерных систем обучения на высоком междисциплинарном уровне. Проект посвящен созданию экспертных систем в области обучения по различным предметным областям [10]. Он был направлен на создание на основе автоматных моделей моделей ученика и учителя, которые взаимодействуют друг с другом через пространство учебного материала, формализованного в виде, например, размеченных информационных деревьев или нагруженных графов более общего вида. Были построены обучающие системы в области изучения иностранных языков (в том числе и с применением экспертной системы), которые, однако, не были развиты до своего полного завершения из-за необходимости создания большого набора решающих правил, что требовало больших затрат ресурсов, которыми организаторы работ в то время не обладали.

Проект «IDEA» возник в 1990 году, в результате научного сотрудничества сначала лаборатории проблем теоретической кибернетики, а затем и кафедры математической теории интеллектуальных систем механико-математического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова (инициатор и руководитель работ—заведующий кафедрой академик, доктор физико-математических наук профессор В. Б. Кудрявцев) и Института русской и советской культуры Рурского университета (Бохум, Германия) (руководитель работ – заместитель директора института доктор К. Вашик) [11].

Научные исследования, связанные с экспертной системой в рамках проекта «IDEA», финансировались фирмой Link & Link GmbH, далее программой «INTAS» (грант INTAS 94-0135). Фирмой Link & Link GmbH с 1993 по 2001 г. было выпущено на рынок три различных версии коммерческих версии «IDEA»; в настоящее время продается версия IDEA 4.0 Professional. Исследования продолжаются и сейчас при поддержке РФФИ, федеральной целевой программы «Интеграция» и т. д. [11].

Несмотря на достоинства и дидактические возможности рассмотренных выше ОИС, проблема построения систем на основе доступного ПО, дающих полный спектр функций, для реализации экспертной оценки качества предоставляемого и формируемого знания, а так же алгоритмы и функционал, для построения личностно-ориентированных траекторий обучения в практике профессиональной подготовки и профильного обучения студентов и школьников остается до конца нерешенной.

Литература

1) Рут Келли Образование для всех с заботой о каждом, выступление на выставке ВЕТТ. – 2006.;

2) Информационные и коммуникационные технологии в образовании: учебно-методическое пособие/ И. В. Роберт, С. В. Панюкова, А. А. Кузнецов, А. Ю. Кравцова; под ред. И. В. Роберт. — М. : Дрофа, 2008. — 312, [8] с. : ил. — (Высшее педагогическое образование);

3) Гадасин В. А., Конявский В. А. От документа – к электронному документу. Системные основы / Документ.RU. – Электрон. статья. – Режим доступа : <http://document.ru/readingroom/edoc/1/index.asp?id=0>, свободный. – Загл. с экрана.

4) Жукова И. Г. Концепция открытой адаптивной контрольно-обучающей системы на основе персонализации процесса обучения Электронный ресурс. / И. Г. Жукова, М. Б. Сипливая, О. А. Шабалина. - Режим доступа: <http://systech.miem.edu.ru/2003/nl/Zhukova.htm>;

5) Фанышев Р.Г. Концепция и архитектура экспертной системы информационной поддержки самостоятельной работы студентов //Педагогическая информатика, № 10 – 2010. С.80-86;

6) Open Learning Repositories and Metadata Modeling - [http://projekte.learninglab.uni-hannover.de/pub/bscw.cgi/d5372/Open Learning Repositories and Metadata Modeling](http://projekte.learninglab.uni-hannover.de/pub/bscw.cgi/d5372/Open_Learning_Repositories_and_Metadata_Modeling);

7) Brusilovsky, P.: Methods and techniques of adaptive hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction 6, 2-3 (1996) 87-129. Brusilovsky, P.: Methods and techniques of adaptive hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction 6, 2-3 (1996) 87-129;

8) Brusilovsky, P.: Adaptive educational systems on the World Wide Web. In: Ayala, G. (ed.) Proc. of Workshop "Current Trends and Applications of Artificial Intelligence in Education" at the 4th World Congress on Expert Systems, Mexico City, Mexico, ITESM (1998) 9-16;

9) Оболочки экспертных систем.// Материалы портала искусственного интеллекта, работы с искусственным интеллектом. Режим доступа: <http://www.aiportal.ru/articles/expert-systems/shells.html>;

10) Система управления знаниями Knowledge.Net. Режим доступа: <http://www.knowledge-net.ru/>;

11) Ваграменко Я.А., Яламов Г.Ю., Фанышев Р.Г. Выбор источников информации, характера контента, оценки научного и социально значимой информации для поддержки самообразования //Педагогическая информатика, № 2 – 2013. С.49-61.