

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ, РАЗРАБОТАННЫЕ НА ОСНОВЕ ОТКРЫТОЙ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

В работе приводятся основные положения семантической технологии проектирования интеллектуальных систем. Рассматривается класс обучающих систем нового поколения – семантические электронные учебники, в основе которых лежит семантическая структуризация учебного материала.

The paper presents the main provisions of the semantic technology of design of intelligent systems. The article deals with the class of learning systems of the new generation - Semantic Electronic Textbooks, which are based on the semantic structuring of educational material.

Дальнейшее развитие образования невозможно без совершенствования методов и средств его информатизации. Как и раньше существуют проблемы развития мотивированного отношения к обучению, формирования навыков самообучения, несогласованности учебных материалов. В настоящее время существует острая необходимость в применении технологий искусственного интеллекта в процессе обучения, так как традиционные компьютерные системы обучения уже не в силах удовлетворить всем требованиям, как со стороны учащихся, так и со стороны преподавателей. Решение этих проблем невозможно без качественной информатизации и интеллектуализации образования, в частности разработки необходимого числа справочных и обучающих систем по различным учебным дисциплинам.

Для создания интеллектуальных обучающих систем нового поколения предлагается использовать технологию OSTIS (<http://ims.ostis.net>) [1,2] – открытую семантическую технологию проектирования интеллектуальных систем, в основе которой лежит:

- Ориентация на семантическое представление знаний, которое полностью абстрагируется от особенностей технической реализации интеллектуальных систем.
- Унификация моделей интеллектуальных систем, направленная на обеспечение их интегрируемости.
- Модульное (компонентное, крупноблочное) проектирование на основе библиотек типовых многократно используемых компонентов интеллектуальных систем.
- Поэтапное эволюционное проектирование на основе быстрого прототипирования.
- Полная совместимость инструментальных средств проектирования с проектируемыми системами – инструментальные средства строятся как интеллектуальные системы на основе тех же принципов.
- Включение в состав технологии проектирования интеллектуальных систем комплексной интеллектуальной help-системы для разработчиков интеллектуальных систем, что существенно снизит стартовые требования к их квалификации и, следовательно, существенно расширит контингент разработчиков.
- Включение в состав проектируемых интеллектуальных систем help-подсистем, ориентированных на повышение квалификации конечных пользователей, что существенно расширит их контингент.
- Включение в состав проектируемых интеллектуальных систем подсистем самотестирования (самодиагностики, самоанализа) и подсистем,

ориентированных на автоматическое или максимально автоматизированное повышение собственного качества. Это существенно повысит эффективность сопровождения интеллектуальных систем и снизит темпы их морального старения.

На рис.1 приведена структура обучающей системы, построенной на основе технологии OSTIS.



Рис.1. Структура интеллектуальной системы

Одним из классов интеллектуальных обучающих систем является семантический электронный учебник (СЭУ). СЭУ – это электронный учебник, в основе которого лежит семантически структурированный учебно-методический материал. Благодаря семантической структуризации учебно-методического материала СЭУ приобретает принципиально новые возможности по сравнению с традиционными электронными учебниками. СЭУ представляет собой интерактивный интеллектуальный самоучитель по соответствующей дисциплине, содержащий подробные методические рекомендации по ее изучению и предназначенный для мотивированного, самостоятельного, активного пользователя, желающего быстро и качественно овладеть знаниями по указанной дисциплине. Семантический электронный учебник может:

- понимать формулировки адресуемых ему задач, искать способы их решения и решать задачи, даже если соответствующие способы в текущий момент ему неизвестны;
- анализировать свободно конструируемые пользовательские ответы на соответствующие им вопросы и семантику пользовательских ошибок в решении соответствующих задач;
- выявлять семантические ошибки в самих информационных ресурсах (например, корректность определений и утверждений, корректность используемых понятий, корректность доказательств теорем).

Семантический электронный учебник обеспечивает поддержку всех форм учебных занятий: лекций, консультаций, практических занятий, лабораторных работ, зачетов и экзаменов.

Семантические электронные учебники, полностью сохраняя все возможности традиционных электронных учебников, имеют по отношению к ним целый ряд следующих достоинств.

Пользователю в явном виде представляется семантическая структура изучаемого учебного материала и изучаемой предметной области. При этом обеспечивается наглядная визуализация любого уровня указанной семантической структуры как в двухмерном, так и в трехмерном варианте. Пользователю становятся доступны достаточно полные сведения об изучаемой предметной области, отражены все ее аспекты, благодаря явному помещению в базу знаний всех предметных

закономерностей и взаимосвязей понятий, т.е. семантическая структура учебного материала в СЭУ может быть представлена с любой степенью детализации.

Помимо возможности чтения текстов и иллюстративных материалов учебника пользователю предоставляется возможность навигации по семантическому пространству учебного материала.

Пользователю предоставляется возможность задавать системе любые вопросы и задачи по изучаемой дисциплине. Это достигается включением в СЭУ решателя задач, способного решать задачи по их формулировкам, в том числе, и задачи, введенные пользователем. При этом указанный решатель задач может находить путь решения задачи даже, если соответствующий способ решения (например, алгоритм) ему не известен. Таким образом, СЭУ сам знает и умеет то, чему он учит, поскольку он в состоянии ответить на любой вопрос и решить любую задачу по соответствующей дисциплине.

Типология вопросов и задач, решаемых СЭУ, практически ничем не ограничена. В частности, систему можно спрашивать:

- о связях, связывающих заданные сущности;
- о сходствах и отличиях заданных сущностей;
- о том, как система решила заданную задачу;
- о том, каким способом можно решить указываемую задачу;
- о том, корректно ли данное решение указанной задачи.

Пользователю предоставляется возможность под контролем системы тренироваться (приобретать практические навыки) в решении самых различных задач по изучаемой дисциплине. Количество вопросов, которые обучаемый будет иметь возможность задавать системе, значительно превысит количество тех вопросов, которые обучаемый имеет возможность задавать преподавателю. Во-первых, потому, что время общения преподавателя с обучаемым ограничено, а система способна терпеливо отвечать на вопросы в любое время суток, в тот момент, когда этого захочет обучаемый. Во-вторых, потому что многие вопросы обучаемые не будут задавать преподавателю, стесняясь либо его, либо своих одноклассников. Это так называемые глупые вопросы, своевременные ответы на которые существенно ускоряют темпы обучения. Система провоцирует обучаемого совершенствовать навыки четко (корректно) формулировать вопросы и задачи. Четкое осознание (понимание) обучаемым того, чего он не знает или не умеет, является важнейшим фактором его обучения. Как известно, четко и правильно сформулированная задача есть половина ее решения. Кроме того, самая главная цель образования – научить учиться (в том числе и самостоятельно).

СЭУ имеет интеллектуальный пользовательский интерфейс с компьютерными (виртуальными) моделями различных объектов изучаемой предметной области, что позволяет системе понимать смысл (анализировать семантику) пользовательских действий по преобразованию этих объектов. Все это существенно повышает уровень интерактивной виртуальной лабораторной среды электронного учебника. На рис. 2 приведен интерфейс системы по геометрии.

Пользователю предоставляется полная свобода в выборе последовательности изучения учебного материала (маршрута навигации по учебному материалу), но соответствующие рекомендации ему выдаются. Пользователю предоставляется полная свобода в выборе решаемых им задач (в сборнике задач и лабораторных работ), но соответствующие рекомендации выдаются. Эти рекомендации направлены на то, чтобы минимизировать число решаемых задач, обеспечивающих приобретение требуемых практических навыков.

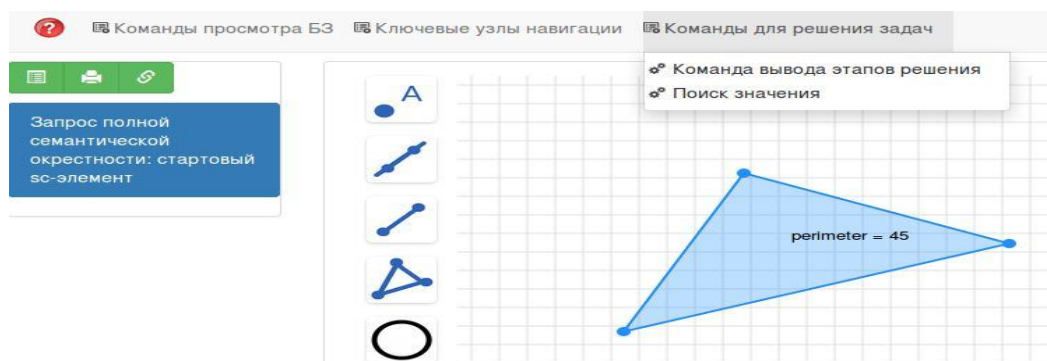


Рис. 2. Интеллектуальный интерфейс системы по геометрии

Достаточно легко осуществляется интеграция нескольких самостоятельных СЭУ по смежным дисциплинам в единый учебник, что, в частности, предоставляет возможность задавать вопросы и задачи на стыке этих дисциплин. Наличие четких междисциплинарных связей позволяет сформировать у обучаемого общую картину мира, который, как известно, един и не делится на учебные дисциплины.

В качестве технологической основы для разработки такого рода систем предлагается модель представления знаний в виде унифицированных семантических сетей с теоретико-множественной интерпретацией [3]. Использование данного подхода позволяет говорить об интеллектуальности разрабатываемых на его основе систем благодаря наличию следующих возможностей:

1. Указанная модель является универсальной, то есть позволяет представлять в виде унифицированных семантических сетей знания любого рода, в том числе конкретные факты, логические утверждения (аксиомы, теоремы, определения), текстовые и мультимедийные иллюстрации и комментарии, примеры конкретных задач с решениями, доказательства и т.д.
2. Подобная модель представления знаний позволяет рассматривать базу знаний любой системы как иерархию предметных областей (рис.3), то есть позволяет произвести семантическую структуризацию учебного материала, что существенно облегчает процесс обучения за счет систематизации знаний на основе их семантики. Кроме этого, знания в базе знаний могут делиться на разделы, каждый из которых соответствует какому-либо фрагменту излагаемого материала. Представление знаний в виде семантической сети позволяет осуществлять свободную навигацию по любым ассоциативным связям, изучая таким образом материал в той последовательности, которая кажется более логичной для самого обучаемого. С другой стороны, такой подход позволяет указать также и рекомендуемую последовательность изучения материала. При необходимости структуризация учебного материала может быть легко перестроена.
3. Предлагаемая модель представления знаний является унифицированной, поскольку в рамках этой модели знания имеют однозначное представление. Это позволяет говорить о глобальном смысловом пространстве, объединяющем в себе знания всего семейства разрабатываемых СЭУ.
4. Рассматриваемый подход к представлению знаний позволяет унифицировать не только модель представления знаний, но и модели обработки знаний, в том числе модели информационного поиска и решения задач.
5. Предлагаемые модели представления и обработки знаний позволяют физически отделить смысл хранимой информации от вариантов ее внешнего отображения, в частности, от идентификаторов тех или иных сущностей в рамках какого-либо естественного языка. Это дает возможность легко интернационализировать любую из разработанных систем, поскольку для перевода системы на какой-либо другой язык необходимо перевести только

фрагменты текстов на естественном языке, явно хранимые в базе знаний, не затрагивая при этом сами семантические связи, то есть смысл представленной информации.

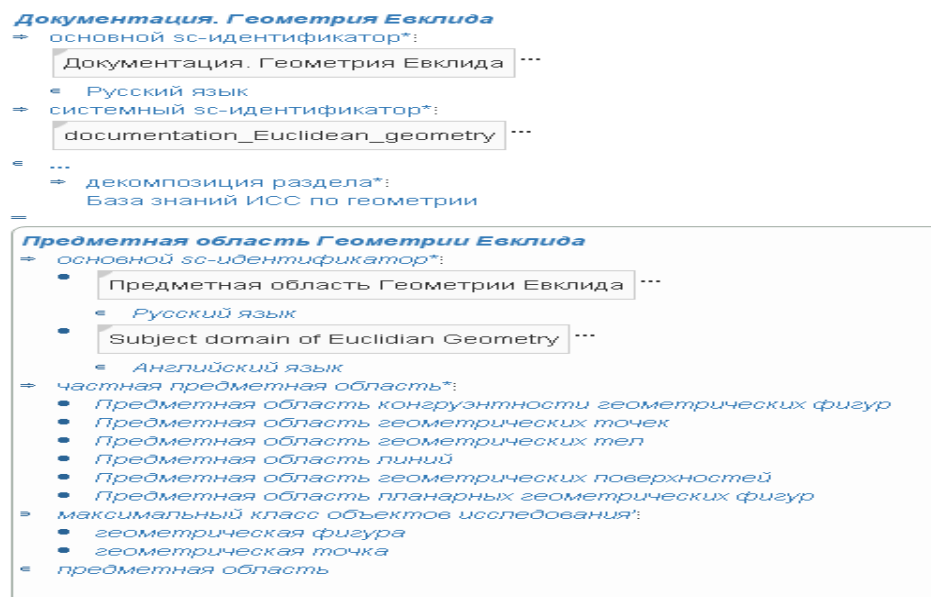


Рис. 3. Структура предметной области системы по геометрии

Предлагаемая модель, лежащая в основе проектирования интеллектуальных систем, может быть реализована различными способами и на различных платформах.

В настоящее время на основе технологии OSTIS разработаны следующие прототипы систем:

- прототип системы по геометрии <http://geometry.giis.by>;
- прототип системы по числовым моделям <http://algebra.giis.by>;
- прототип системы по истории города Минска <http://history.giis.by>;
- прототип системы по географии республики Беларусь <http://185.24.221.90:8000>.

### Литература

1. Голенков В.В., Гулякина Н.А. Проект открытой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем. Часть 1: Принципы создания // Онтология проектирования. 2014. №1, с. 42-64.
2. Голенков В.В., Гулякина Н.А. Проект открытой семантической технологии компонентного проектирования интеллектуальных систем. Часть. 2: Унифицированные модели проектирования // Онтология проектирования. 2014. №4, с. 34-54.
3. Голенков, В.В. Представление и обработка знаний в графодинамических ассоциативных машинах. Монография / В.В. Голенков, О.Е. Елисеева, В.П. Ивашенко и др. Под ред. В.В. Голенкова. – Мн.: БГУИР, 2001. – 412 с.