

# Обоснование 5А

## Семейство совместимых интеллектуальных справочных, обучающих и help-систем

= Семейство интеллектуальных справочных, обучающих и help-систем различного назначения и специализированных средств их разработки

= Семантические электронные учебники

= Интеллектуальные учебники

= Smart-учебники

= Умные учебники

Проект подразумевает создание электронных учебников на базе семантических сетей. Использование семантических сетей позволяет создавать семейство гибких интеллектуальных учебников с явно выраженными междисциплинарными связями, понимающих предмет, умеющих решать задачи и отвечать на вопросы. Планируется создание систем для дисциплин среднего (например, планиметрия) и высшего (например, дискретная математика) образования и переподготовки / повышения квалификации специалистов (например, техников ПК).

Разработка семейства прикладных семантических электронных учебников по различным предметным областям (дисциплинам).

Семантический электронный учебник представляет собой интерактивный интеллектуальный самоучитель по некоторой предметной области, содержащий подробные методические рекомендации по её изучению и предназначенный для мотивированного, самостоятельного и активного пользователя, желающего овладеть знаниями по соответствующей дисциплине (предметной области) за кратчайшее время.

Семантические электронные учебники, полностью сохраняя все возможности традиционных электронных учебников, благодаря семантической структуризации учебного материала имеют по отношению к ним целый ряд достоинств: могут отвечать на вопросы, решать задачи и так далее, то есть это электронные учебники, которые сами знают и умеют то, чему они учат.

## **Описание проектируемых продуктов**

**Целью проекта** является разработка семейства прикладных семантических электронных учебников (СЭУ) по различным предметным областям (дисциплинам) и доведение до коммерческого уровня инструментальных средств и технологий проектирования семантических электронных учебников.

**Проектируемые продукты** – семантические электронные учебники по различным дисциплинам и близкие программные продукты (интеллектуальные информационно-справочные системы, интеллектуальные help-системы).

**Семантические электронные учебники** – это новый класс электронных учебников, в основе которых лежит семантическая структуризация учебного материала. Благодаря семантической структуризации учебно-методического материала СЭУ приобретает принципиально новые возможности по сравнению с традиционными электронными учебниками. Семантический электронный учебник представляет собой интерактивный интеллектуальный самоучитель по некоторой предметной области, содержащий подробные методические рекомендации по ее изучению и предназначенный для мотивированного, самостоятельного и активного пользователя, желающего овладеть знаниями по соответствующей дисциплине (предметной области) за кратчайшее время.

Семантический электронный учебник в общем случае состоит из следующих компонентов:

- семантический язык представления знаний;
- семантическая машина обработки знаний;
- семантический пользовательский интерфейс;

- семантическая база знаний;
- консультант;
- репетитор;
- система мониторинга и аттестации;
- инструментальная среда проектирования и обновления СЭУ.

**Семантический язык представления знаний** (язык SCK – Semantic Code Knowledge) обеспечивает унифицированное представление всевозможных знаний в виде однородных семантических сетей с базовой теоретико-множественной интерпретацией.

**Семантическая машина обработки знаний** представляет собой программную реализацию абстрактной машины, непосредственно оперирующей однородными семантическими сетями и состоящей из структурно перестраиваемой (графодинамической) ассоциативной памяти и системы операций обработки знаний, хранимых в этой памяти.

**Семантический пользовательский интерфейс** включает в себя:

- средства создания, редактирования и отображения семантических структур различного вида, использующие при этом широкий спектр внешнего представления таких структур (двухмерную визуализацию, трехмерную визуализацию, текстовое представление на формальном языке, текстовое представление на псевдоестественном языке);
- средства ввода информации в базу знаний;
- средства интерактивного взаимодействия с пользователями.

**Семантическая база знаний** (БЗ) состоит из общей (для всех СЭУ) части, и специальной части, которая формируется при разработке конкретного СЭУ и включает следующие компоненты: систематический предметно-терминологический указатель, систему утверждений, систему определений, систематизированный сборник задач, систематизированный пакет способов решения задач, гипермедийную семантическую сеть, библиографический указатель, именной указатель.

**Консультант** включает семантический навигатор и интеллектуальный решатель задач.

**Семантический навигатор** осуществляет навигацию по семантическому пространству БЗ, имеет легко расширяемый набор операций. Навигационно-поисковые средства являются главным средством взаимодействия пользователя с СЭУ. С помощью этих средств пользователь имеет возможность найти любую интересующую его информацию об изучаемой предметной области, которая имеется в базе знаний.

**Интеллектуальный решатель задач** включает в себя:

- программы и их спецификации;
- языки программирования, язык спецификации программ;
- набор операций, обеспечивающих решение задач по их формулировкам.

**Репетитор** предназначен для обучения пользователя практическим навыкам решения задач по заданной предметной области. В состав репетитора входят репетитор по решению отдельных задач и виртуальная учебная лаборатория. Обучение ведется на основе семантически структурированных сборников задач и лабораторных работ.

**Система мониторинга и аттестации пользователей** отслеживает действия пользователя в системе при решении различных задач и выполнении лабораторных работ, сохраняет собранную информацию в виде протокола работы данного пользователя, анализирует собранные данные и аттестует пользователя на их основе. Пользователь может получить от системы рекомендации, какой объем работы ему требуется дополнительно выполнить, чтобы повысить свой уровень усвоения материала.

**Инструментальная среда проектирования и обновления** обеспечивает открытый, гибкий, легко модифицируемый характер СЭУ и включает в себя:

- среду проектирования семантических баз знаний;

- базовую среду программирования, ориентированную на обработку семантических баз знаний.

**Инструментальные средства проектирования СЭУ**, кроме инструментальной среды проектирования и обновления СЭУ, включают в себя общие для всех СЭУ части всех остальных компонентов СЭУ, а именно:

- базовые языковые средства семантического представления знаний – им противопоставляются специальные языковые средства, отдельно разрабатываемые для каждого СЭУ;
- базовая система операций, реализуемая в семантической машине обработки знаний – ей противопоставляется реализация специальной системы операций, которая отдельно разрабатывается для каждого СЭУ;
- общая (для всех СЭУ) часть базы знаний (сюда, в частности, входит семантически представленное руководство пользователя и руководство разработчика семантических электронных учебников) – ей противопоставляется специальная часть базы знаний, отдельно разрабатываемая для каждого СЭУ;
- базовые, общие для всех СЭУ средства семантического пользовательского интерфейса – им противопоставляются специальные интерфейсные средства, отдельно разрабатываемые для каждого СЭУ;
- базовые средства семантического навигатора и интеллектуального решателя задач;
- базовые средства репетитора;
- базовые средства системы мониторинга и аттестации пользователей СЭУ.

### **Потребительские свойства семантических электронных учебников**

В настоящее время электронные учебники являются достаточно распространенным видом программных продуктов. Они обладают развитыми мультимедийными возможностями, что позволяет включать в учебный материал текст, графику, аудио- и

видеоматериалы. Однако традиционные электронные учебники имеют ряд функциональных ограничений:

- отсутствуют средства решения задач из соответствующей предметной области, а также средства объяснения решений пользователю (т.е. современные электронные учебники сами не умеют делать то, чему они учат);
- для пользователя отсутствует возможность задавать системе вопросы;
- при тестировании знаний пользователя не применяются вопросы со свободно конструируемыми ответами и, следовательно, отсутствует возможность семантического анализа свободно конструируемых ответов пользователя и выявления причин его ошибок;
- отсутствует наглядное визуальное представление семантической структуры предметной области;
- сравнительно низок уровень пользовательского интерфейса (в частности, отсутствует возможность использования естественно-языкового интерфейса).

***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.
- Помимо возможности чтения текстов и иллюстративных материалов учебника предоставляется возможность навигации по семантическому прос-транству предметной области.

- Пользователю предоставляется возможность задавать системе любые вопросы и задачи по изучаемой предметной области. Это достигается включением в СЭУ решателя задач, способного решать задачи по их формулировкам, в том числе, введенным пользователем. При этом указанный решатель задач может находить путь решения задачи даже, если соответствующий способ решения (например, алгоритм) ему неизвестен.
- Пользователю предоставляется возможность под контролем системы тренироваться (приобретать практические навыки) в решении самых различных задач по изучаемой предметной области. При этом система
  - осуществляет семантический анализ правильности решения задач как по свободно конструируемым ответам (результатам), так и по протоколам решения;
  - локализует допущенные пользователем ошибки в решении задач, определяет их причину и выдает соответствующие рекомендации пользователю.
  - 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.
  - При общении с системой пользователю предоставляется свобода в выборе любого из множества синонимичных терминов (идентификаторов), зарегистрированных в базе знаний системы. При этом указанные термины могут принадлежать различным естественным языкам.
  - Появляется принципиальная возможность реализации естественно-языкового интерфейса с пользователем (благодаря широким возможностям семантического анализа пользовательских сообщений и возможностям синтеза на семантическом уровне сообщений, адресуемых

пользователям).

- Достаточно легко осуществляется переориентация СЭУ на обслуживание пользователей с другим естественным языком (т.к. основная часть базы знаний СЭУ, непосредственно описывающая семантику соответствующей предметной области, абсолютно не зависит от внешнего языка, в т.ч. от естественного).
- Пользователю предоставляется полная свобода в выборе последовательности изучения учебного материала (маршрута навигации по учебному материалу), но соответствующие рекомендации 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.
- В системе не предусматривается специальный режим контроля (проверки, тестирования) знаний. Такой контроль осуществляется незаметно для пользователя путем мониторинга и анализа пользовательских действий при решении им различных задач по изучаемой предметной области. Для этого в базе знаний СЭУ имеется информация о том, какие типы задач и лабораторных работ должны быть выполнены пользователем соответственно для удовлетворительного, хорошего и отличного усвоения учебного материала.
- 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.
- Пользователь СЭУ работает под наблюдением и контролем интеллектуального help-а, который помогает пользователю быстро и эффективно освоить возможности системы. По сути это не что иное, как руководство пользователя СЭУ, оформленное как семантический электронный учебник.
- При проектировании базы знаний СЭУ появляется уникальная



возможность проверять семантическую корректность формируемого информационного ресурса:

- корректность определений и утверждений;
- корректность использования различных понятий;
- корректность алгоритмов;
- корректность доказательств теорем;
- и т.д.