

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.58+004.89

Родионова  
Оксана Сергеевна

СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ КОМПЛЕКСНОГО  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук  
по специальности 1-31 80 10 «Теоретические основы информатики»

Научный руководитель

Давыденко Ирина Тимофеевна

Кандидат технических наук, доцент  
кафедры ИИТ

Минск 2020

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на рынке информационных технологий выпускаются всё более комплексные продукты, имеющие сложную внутреннюю структуру. К таким продуктам безусловно относятся и интеллектуальные системы. Ввиду указанной сложности разрабатываемых систем в целом и их отдельных компонентов в частности, требуется выделять большое количество ресурсов организации для обучения новых пользователей и разработчиков. Таким образом, время, затрачиваемое на разработку, поддержку и усовершенствование систем значительно увеличивается.

Для решения рассмотренной проблемы предлагается использовать средства информационной поддержки, включаемые в состав разрабатываемой системы или технологии. Указанные средства могут быть оформлены как документация компьютерной системы, руководство пользователя или некоторый справочный компонент самой этой системы в зависимости от её внутреннего устройства.

Средства информационной поддержки разработчиков и пользователей интеллектуальных систем должны быть неотъемлемой частью разрабатываемых систем для того, чтобы организовать самостоятельную подготовку пользователей и разработчиков к работе с системой в целом и её основными компонентами в частности без больших временных затрат со стороны опытных пользователей рассматриваемых систем. Достоинством указанных средств является то, что они дополняются и обновляются по мере развития системы, что обеспечивает актуальность предоставляемой пользователю информации на любом из этапов жизненного цикла системы. Рассматриваемые средства информационной поддержки выступают в качестве дополнения к документации системы и руководствам пользователей и разработчиков, разъясняя на примерах представленные в документации сведения. Также средства информационной поддержки позволяют проверить, насколько хорошо пользователем изучены представленные материалы и правильно ли эти знания усвоены.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Цель и задачи исследования**

*Цель* работы состоит в снижении порога вхождения новых пользователей и разработчиков в интеллектуальные системы, построенные на основе Открытой семантической технологии проектирования интеллектуаль-

ных систем (OSTIS).

Для достижения поставленной цели научного исследования необходимо решить следующие задачи:

- 1) проанализировать предметную область средств информационной поддержки пользователей и разработчиков интеллектуальных систем;
- 2) построить семейство онтологий, описывающих средства и методы разработки интеллектуальных систем, включающее:
  - а) онтологию методов разработки интеллектуальных систем;
  - б) онтологию типичных ошибок;
  - в) онтологии упражнений, примеров и других вспомогательных фрагментов знаний;
- 3) протестировать разработанный набор онтологий на предмет целостности и непротиворечивости;
- 4) внедрить разработанное средство как компонент интеллектуальной системы поддержки проектирования интеллектуальных систем.

*Объектом* научного исследования являются системы информационной поддержки пользователей и разработчиков интеллектуальных систем.

*Предметом* научного исследования являются модели и средства информационной поддержки пользователей и разработчиков интеллектуальных систем.

### **Новизна полученных результатов**

1) Разработана онтология типичных ошибок и трудностей в разработке унифицированных семантических моделей, позволяющая осуществлять обмен опытом между различными поколениями пользователей и разработчиков, обучающихся применению Технологии OSTIS для построения интеллектуальных систем.

2) Разработана онтология вспомогательных фрагментов знаний, позволяющая обозначать некорректные фрагменты знаний, нарушающие целостность и непротиворечивость базы знаний интеллектуальной ostis-системы. Обозначенные фрагменты могут быть использованы в качестве примеров экземпляров классов типичных ошибок и трудностей, рассматриваемых пользователями и разработчиками при обучении применению Технологии OSTIS для построения интеллектуальных систем.

Разработанные онтологии направлены на развитие имеющегося в Технологии OSTIS средства информационной поддержки комплексного проектирования интеллектуальных систем - материнской ostis-системы IMS. От-

личительной особенностью полученных результатов по сравнению с имеющимися аналогами является то, что разработанные онтологии являются непосредственной частью проектируемой интеллектуальной ostis-системы, то есть построены с использованием тех же инструментов и средств, что и сама система, а также развиваются и дополняются на протяжении всего жизненного цикла системы. Следует также отметить, что примеры, предоставляемые в качестве обучающих материалов, при предлагаемом подходе являются примерами «из жизни», а не искусственно созданными гипотетическими ситуациями, что повышает эффективность информационной поддержки при освоении аспектов применения открытой семантической технологии на практике.

### **Положения, выносимые на защиту**

1) Онтология типичных ошибок и трудностей в разработке унифицированных семантических моделей, позволяющая осуществлять обмен опытом между различными поколениями пользователей и разработчиков, обучающихся применению Технологии OSTIS для построения интеллектуальных систем.

2) Онтология вспомогательных фрагментов знаний, позволяющая обозначать некорректные фрагменты знаний, нарушающие целостность и непротиворечивость базы знаний интеллектуальной ostis-системы. Обозначенные фрагменты могут быть использованы в качестве примеров экземпляров классов типичных ошибок и трудностей, рассматриваемых пользователями и разработчиками при обучении применению Технологии OSTIS для построения интеллектуальных систем.

### **Апробация результатов диссертации**

Результаты диссертационной работы докладывались на конференции «Информационные технологии и системы 2018» (БГУИР, Минск, Беларусь, 2018), а также на 55-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (Минск, Беларусь, 2019).

### **Опубликованность результатов исследования**

По теме диссертации опубликовано 2 печатные работы в сборниках трудов и материалов локальных и международных конференций.

## Структура и объём диссертации

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников и списка публикаций автора. В первой главе выявлена роль информационной поддержки в жизненном цикле информационных систем, проанализированы существующие модели и средства информационной поддержки пользователей и разработчиков интеллектуальных систем, выполнен анализ существующего средства информационной поддержки, используемого в рамках Технологии OSTIS. Во второй главе описан спроектированный набор онтологий, описывающих инструменты и средства улучшения существующего средства информационной поддержки, используемого в рамках Технологии OSTIS. В третьей главе описаны результаты реализации спроектированного набора онтологий, описывающих инструменты и средства обеспечения информационной поддержки комплексного проектирования интеллектуальных систем. В четвёртой главе на примерах рассмотрено применение разработанных механизмов обеспечения информационной поддержки. Общий объём работы составляет 71 страница, из которых основного текста 69 страниц, 47 рисунков, список использованных источников из 20 наименований на 2 страницах.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов, обозначены актуальные задачи, решению которых посвящена диссертационная работа.

В **первой главе** выявлена роль информационной поддержки в жизненном цикле информационных систем, проанализированы существующие модели и средства информационной поддержки пользователей и разработчиков интеллектуальных систем, выполнен анализ существующего средства информационной поддержки, используемого в рамках Технологии OSTIS.

Информационная поддержка - концепция и идеология информационной поддержки жизненного цикла продукции на всех его стадиях, основанные на использовании единого информационного пространства, обеспечивающие единообразные способы информационного взаимодействия всех участников этого цикла: заказчиков продукции, поставщиков (производителей) продукции, эксплуатационного и обслуживающего персонала, реализованные посредством нормативных документов, регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством элек-

тронного обмена данными.

В ходе анализа имеющихся средств информационной поддержки и соответствующих литературных источников выявлено, что обучение пользователей является одним из самых действенных средств снижения затрат. Исследования показывают, что недостаточно обученному пользователю по сравнению с опытным требуется в 2–6 раз больше технической поддержки (включая помощь коллег). Обучение пользователя следует проводить с применением систем и приложений, чтобы оно максимально соответствовало особенностям и требованиям фактической работы. Обучение должно быть комплексным: с преподавателем в классах; на компьютерах; своевременное повышение квалификации для увеличения производительности работы пользователя и снижения стоимости поддержки.

Большое количество существующих систем обучения на базе персональных компьютеров являются «пассивными учителями». Они позволяют решать локальные задачи подготовки студентов к стандартному уровню профессионального мастерства. Такие системы предоставляют студенту информацию в статическом виде, содержат вопросы и тесты, чтобы проверить прогресс обучаемых на основании их ответов. Однако, они не могут «управлять» обучением студентов с точки зрения решения проблемных ситуаций, с которыми они встретятся в будущем на работе. В этой связи целесообразно разрабатывать модули компьютерного обучения, моделирующие проблемные ситуации. Использование таких модулей в составе обучающей системы предполагает усиление активности студента и связано с более сложным процессом компьютерного обучения.

Существуют следующие основные критерии качества средств взаимодействия пользователя с системой:

- а) скорость работы пользователя;
- б) количество человеческих ошибок;
- в) скорость обучения.

В рамках Открытой семантической технологии проектирования интеллектуальных систем в качестве средства информационной поддержки пользователей и разработчиков используется интеллектуальная метасистема IMS. Указанная система содержит знания о моделях, методах и средствах, используемых для проектирования интеллектуальных систем по Технологии OSTIS, ключевых положениях Технологии OSTIS, а также всех прикладных интеллектуальных системах, разрабатываемых с использованием указанной Технологии.

Важной особенностью интеллектуальной метасистемы IMS является

её динамичность, то есть знания о Технологии, хранимые в рамках системы, обновляются и дополняются вместе с развитием самой этой Технологии, что обеспечивает доступность последних изменений в Технологии как для разработчиков, так и для конечных пользователей.

Несмотря на рассмотренные выше достоинства системы IMS, ответы на вопросы пользователя не всегда являются исчерпывающими с точки зрения понимания функционирования системы и процессов взаимодействия пользователя с системой.

Таким образом, в рамках первой главы обоснована необходимость добавить в средство информационной поддержки пользователей и разработчиков Технологии OSTIS знания о том, как задавать вопросы системе, что означает тот или иной ответ системы, а также сведения о смежных отраслях знаний, непосредственно не освещаемых в рамках самой этой системы.

Во **второй главе** описан спроектированный набор онтологий, описывающих инструменты и средства улучшения существующего средства информационной поддержки, используемого в рамках Технологии OSTIS.

Причинами возникновения ошибок при формализации фрагментов баз знаний интеллектуальных систем или фрагментов машин обработки знаний интеллектуальных систем могут выступать следующие:

- семантическая близость трактовок;
- омонимичные названия;
- путаница терминов в различных литературных источниках;
- неактуальность представленной информации;
- недостаточно глубокое изучение представленных материалов;
- недостаточный уровень владения используемыми для формализации инструментами.

В рамках Технологии OSTIS выделяют несколько методик проектирования баз знаний и машин обработки знаний, каждая из которых описывает на формальном языке строго структурированную последовательность этапов, представляющую собой нечто иное, как набор действий определённого характера. Каждое действие в указанном наборе направлено на изменение состояния некоторого фрагмента знаний, вносимого в базу знаний или машину обработки знаний, и выполняется пользователями с определённой ролью в рамках отдельно взятого проекта (если таковое разделение имеется).

Изменения в базу знаний интеллектуальной системы поступают путём утверждения предложений по редактированию базы знаний (автомати-

чески или при участии пользователей-администраторов). Следовательно, любое из действий, связанных с утверждением этого предложения, может гипотетически стать причиной появления некорректных структур в редактируемой базе знаний. Так как в ходе развития интеллектуальной системы её база знаний и машина обработки знаний подвергаются постоянным изменениям (как внутренним, так и внешним), важно, чтобы в рамках системы существовал механизм описания ошибочных и некорректных структур.

Для обмена опытом между различными поколениями разработчиков, обучающихся применению Технологии OSTIS для построения интеллектуальных систем, необходимо накапливать знания о типичных ошибках и трудностях, возникающих при освоении указанной технологии. Как правило, примеры, представленные в соответствующих обучающих материалах содержат некоторые эталонные, априори верные, фрагменты знаний, иллюстрирующие представленный теоретический материал. Такие примеры не всегда способны объяснить разницу между некоторыми семантически близкими концептами и особенности употребления того или иного средства. В то же время, описание неверных фрагментов знаний и их сопоставление с верным вариантом могут углубить понимание представленного материала и предотвратить повторение уже пройденных кем-то другим препятствий. Таким образом, пользователи, прошедшие этап обучения, смогут передать накопленный ими опыт преемникам, а интеллектуальная система будет способна накапливать не только собственный опыт, но и опыт пользователей, когда-либо взаимодействовавших с ней.

В рамках спроектированной онтологии типичных ошибок и трудностей формализации в главе 2 рассматриваются следующие классы:

а) смешивание понятий семантической и синтаксической типологии sc-элементов;

б) неверное использование константных и переменных sc-дуг принадлежности;

в) смешивание понятий самой сущности, абстрактного или внешнего знака этой сущности, конкретного вхождения внешнего знака сущности в конкретную знаковую конструкцию и однозначной спецификации сущности, представленной на некотором языке;

г) подмена понятий множества sc-элементов, sc-элемента, являющегося знаком множества sc-элементов, и sc-текста, описывающего связь знака множества sc-элементов со всеми sc-элементами, входящими в состав этого множества;

д) смешивание понятий множества и множества sc-элементов;

- е) смешивание sc-знаков атомарной логической формулы, неатомарной логической формулы и полного sc-текста логической формулы;
- ж) смешивание понятий конкретного числа, однозначной спецификации этого числа и строки цифр, являющейся внешним идентификатором этого числа;
- з) смешивание понятий известной sc-константы, неизвестной sc-константы и sc-переменной;
- и) подмена понятий sc-константы, принадлежащей заданному множеству, sc-переменной, любое значение которой принадлежит заданному множеству, и sc-переменной, которая сама принадлежит заданному множеству;
- к) смешивание понятий раздела, описывающего предметную область, и самой этой предметной области;
- л) избыточное введение бинарных отношений, являющихся обратными уже имеющимся в базе знаний бинарным отношениям;
- м) смешивание знаков неролевых отношений, знаков ролевых отношений, соответствующих заданным неролевым отношениям, и знаков доменов отношений;
- н) неверное употребление связок отношений принадлежности и включения;
- о) неверное истолкование случая, когда элемент входит в некоторое множество, выполняя при этом несколько ролей одновременно, и случая, когда элемент входит в указанное множество несколько раз, выполняя разные роли в рамках разных вхождений;
- п) смешение понятий sc-знака описываемой сущности и синглтона, единственным элементом которого является sc-знак описываемой сущности;
- р) установление неверных связей между классами понятий и между экземплярами классов.

Онтология проблемных фрагментов баз знаний рассматривается в связке с проектируемой онтологией типичных ошибок и трудностей в разработке унифицированных семантических моделей баз знаний. Упомянутая онтология включает описание некорректных структур, проблемных фрагментов баз знаний и структур, описывающих неполноту в базе знаний, а также информационного мусора.

В **третьей главе** описаны результаты реализации спроектированного набора онтологий, описывающих инструменты и средства обеспечения информационной поддержки комплексного проектирования интеллек-

туальных систем.

В рамках этой главы даётся краткая характеристика использованного средства реализации спроектированных онтологий - SCs-кода, строкового варианта представления текстов SC-кода, используемой на данный момент платформы интерпретации sc-моделей компьютерных систем, а также структуры и основных особенностей базы знаний интеллектуальной метасистемы IMS, в которую и внедрены результаты диссертационной работы.

В качестве демонстрации результатов реализации спроектированных онтологий в главе 3 приводится определение каждого класса структур, входящих в описываемую онтологию, а также иллюстрация семантической окрестности для каждого класса сущностей, рассмотренных в рамках главы 2.

В **четвёртой главе** на примерах рассмотрено применение разработанных механизмов обеспечения информационной поддержки. В качестве примеров использованы гипотетические ситуации возникновения противоречий в базе знаний интеллектуальной ostis-системы, в результате обнаружения которых в базе знаний генерируются sc-контуры, содержащие информацию о найденном противоречии и его принадлежности к выделенным в данной работе некорректным структурам и ошибочным ситуациям.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе анализа существующих моделей и средств информационной поддержки комплексного проектирования интеллектуальных систем были определены понятие информационной поддержки, а также её роль в процессах разработки как интеллектуальных, так и любых других компьютерных систем. Также были рассмотрены преимущества методов обучения пользователей и разработчиков с применением информационных технологий. Результатами анализа имеющихся подходов и средств также является выяснение требований, предъявляемых к средствам взаимодействия пользователя с системой. Важным результатом анализа является характеристика имеющегося в рамках Технологии OSTIS средства информационной поддержки, описание достоинств и недостатков этого средства.

Результатом проектирования семейства онтологий, описывающих средства и методы разработки интеллектуальных систем, является описание назначения и основных ключевых элементов следующих трёх онтологий: онтологии методов разработки интеллектуальных систем, онтологии типичных ошибок и онтологии вспомогательных фрагментов знаний. Онто-

логия методов разработки интеллектуальных систем описывает основные методики, используемые в Технологии OSTIS для построения интеллектуальных систем, в рамках которых выделяются наборы действий, потенциально являющихся причинами возникновения ошибок на этапе формализации компонент интеллектуальных систем. Онтология типичных ошибок описывает типичные ошибки и трудности в разработке унифицированных семантических моделей, ключевыми элементами этой онтологии являются группы sc-элементов, часто путаемых между собой или неверно употребляемых во фрагментах знаний. Онтология вспомогательных фрагментов знаний включает описание некорректных структур, проблемных фрагментов баз знаний и структур, описывающих неполноту в базе знаний, а также информационного мусора.

Результатом реализации семейства онтологий, описывающих средства и методы разработки интеллектуальных систем, является формальная спецификация разработанных онтологий на языке внутреннего смыслового представления знаний, используемом в рамках Технологии OSTIS. Также результатом является внедрение полученных в ходе реализации фрагментов знаний в состав материнской системы для всех систем, построенных по Технологии OSTIS, интеллектуальной метасистемы IMS.

Полученные результаты могут быть применены для идентификации фрагментов знаний, нарушающих целостность и непротиворечивость базы знаний интеллектуальной системы, построенной по Технологии OSTIS, для последующего устранения противоречий, появившихся в результате взаимодействия интеллектуальной системы с пользователем или другой компьютерной системой. Также полученные результаты позволяют накапливать знания о типичных ошибках и трудностях, возникающих при построении унифицированных семантических моделей компонент интеллектуальных систем, построенных по Технологии OSTIS, для последующего обмена накопленными знаниями между различными поколениями пользователей и разработчиков интеллектуальных ostis-систем.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Родионова О. С. Средства информационной поддержки разработчиков интеллектуальных систем на основе открытой семантической технологии // Информационные технологии и системы 2018 (ИТС 2018) = Information Technologies and Systems (ITS 2018): материалы междуна-

ной научной конференции, Минск, Беларусь, 25 октября 2018 г. — БГУИР, 2018. — С. 132–133.

2. Родионова О. С. Анализ существующих средств обучения пользователей и разработчиков интеллектуальных систем // 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»: Материалы конференции по направлению 2: Информационные технологии и управление (Минск, 22-26 апреля 2019 года). — БГУИР, 2019. — С. 9.

Библиотека БГУИР