

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.01

Повестка дня:

Защита диссертации **Мошкиным Вадимом Сергеевичем**
на соискание ученой степени *кандидата технических наук*:

**"Исследование представления терминологии в лингвистическом
обеспечении САПР на основе интеграции нечетких онтологий и
логического вывода"**

Специальность:

**05.13.12 "Системы автоматизации
проектирования (промышленность)".**

Официальные оппоненты:

Ковалев Сергей Михайлович, доктор технических наук, профессор
кафедры «Автоматика и телемеханика
на железнодорожном транспорте» ФГБОУ
ВО «Ростовский государственный
университет путей сообщения»,
г. Ростов-на-Дону

Смагин Алексей Аркадьевич, доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой
телекоммуникационных технологии и
сетей ФГБОУ ВО «Ульяновский
государственный университет»,
г. Ульяновск

Ведущая организация - **Федеральный научно-производственный
центр АО "Научно-производственное
объединение «Марс»**, г. Ульяновск

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.01

от 21 июня 2017 года

на заседании присутствовали члены Совета:

1.	Киселев С.К. зам. председателя Сове- та	Д.Т.Н., доцент	05.11.01	- технические науки
2.	Смирнов В.И., уче- ный секретарь Со- вета	Д.Т.Н., профессор	05.11.01	- технические науки
3.	Афанасьев А.Н.	Д.Т.Н., профессор	05.13.12	- технические науки
4.	Афанасьева Т.В.	Д.Т.Н., доцент	05.13.12	- технические науки
5.	Васильев К.К.	Д.Т.Н., профессор	05.13.05	- технические науки
6.	Дьяков И.Ф.	Д.Т.Н., профессор	05.13.12	- технические науки
7.	Егоров Ю.П.	Д.Т.Н., профессор	05.13.12	- технические науки
8.	Епифанов В.В.	Д.Т.Н., доцент	05.13.12	- технические науки
9.	Крашенинников В.Р.	Д.Т.Н., профессор	05.13.05	- технические науки
10.	Клячкин В.Н.	Д.Т.Н., профессор	05.11.01	- технические науки
11.	Негода В.Н.	Д.Т.Н., доцент	05.13.05	- технические науки
12.	Самохвалов М.К.	Д.Ф-М.Н., профессор	05.11.01	- технические науки
13.	Сергеев В.А.	Д.Т.Н., доцент	05.11.01	- технические науки
14.	Соснин П.И.	Д.Т.Н., профессор	05.13.12	- технические науки
15.	Ташлинский А.Г.	Д.Т.Н., профессор	05.13.05	- технические науки

Зам. Председателя Совета
Д.Т.Н., доцент

С.К. Киселев

Ученый секретарь Совета
Д.Т.Н., профессор

В.И. Смирнов



Председатель

Уважаемые коллеги!

На заседании диссертационного Совета Д212.277.01 из **21** члена Совета присутствуют 15 человек. Необходимый кворум имеем.

Членам Совета повестка дня известна. Какие будут суждения по повестке дня? Утвердить? (принято единогласно).

По специальности защищаемой диссертации **05.13.12 "Системы автоматизации проектирования (промышленность)"** на заседании присутствуют 6 докторов наук.

Наше заседание правомочно.

Председатель

Объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Мошкиным Вадимом Сергеевичем** по теме: *"Исследование представления терминологии в лингвистическом обеспечении САПР на основе интеграции нечетких онтологий и логического вывода"*.

Работа выполнена в Ульяновском государственном техническом университете.

Научный руководитель – **д.т.н. профессор Ярушкина Н.Г.**

Официальные оппоненты:

Ковалев Сергей Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», г.Ростов-на-Дону

Смагин Алексей Аркадьевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой телекоммуникационных технологии и сетей ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет», г.Ульяновск

Присутствует 1 оппонент.

Письменные согласия на оппонирование данной работы от них были своевременно получены.

Ведущая организация – **Федеральный научно-производственный центр АО "Научно-производственное объединение «Марс», г.Ульяновск.**

Слово предоставляется **Ученому секретарю** диссертационного Совета д.т.н. **В.И.Смирнову Д212.277.01** для оглашения документов из личного дела соискателя.

Ученый секретарь

Соискателем **Мошкиным Вадимом Сергеевичем** представлены в Совет все необходимые документы для защиты кандидатской диссертации (зачитывает):

- заявление соискателя;
- копия диплома о высшем образовании (заверенная);
- справка об обучении в аспирантуре с результатами кандидатских экзаменов;
- заключение по диссертации от организации, где выполнялась работа;
- диссертация и автореферат в требуемом количестве экземпляров.

Все документы личного дела оформлены в соответствии с требованиями Положений ВАК.

Основные положения диссертации отражены **Мошкиным В.С.** в 35 научных работах, в т.ч. в **десяти публикациях в изданиях из перечня рекомендуемых ВАК, 1 публикации индексируемой в Scopus, получены 3 свидетельства на регистрацию программы для ЭВМ.** Соискатель представлен к защите **12.04.2017г.** (протокол №2). Объявление о защите размещено на сайте ВАК РФ **18.04.2017г.**

Вся необходимая информация по соискателю внесена в ЕГИСМ.

Председатель

Есть ли вопросы по личному делу соискателя к ученому секретарю Совета? (Нет).

Есть ли вопросы к **Мошкину В.С.** по личному делу? (Нет).

Вадим Сергеевич, Вам предоставляется слово для изложения основных положений Вашей диссертационной работы.

Соискатель

Добрый день, уважаемые члены диссертационного совета. Вашему вниманию представляется диссертационное исследование на тему «Исследование представления терминологии в лингвистическом обеспечении САПР на основе интеграции нечетких онтологий и логического вывода».

В настоящее время к системам автоматизированного проектирования предъявляются аналогичные требования как к интеллектуальным системам. Таким образом, лингвистическое обеспечение систем автоматизированного проектирования должно обеспечить не только адекватный процесс проектирования, но и обеспечить работу модулей логического вывода, экспертной поддержки принятия проектных решений, а также информационного поиска. Для обеспечения данного функционала используется терминологический базис, который необходимо обновлять вследствие перманентного изменения особенностей рассматриваемой предметной области. В связи с этим целью данного диссертационного исследования является разработка и реализация эффективных мо-

делей и алгоритмов представления терминологии в лингвистическом обеспечении САПР на основе интеграции нечетких онтологий и логического вывода, которые обеспечивают снижение количества ошибок проектировщика. Объектом исследования является лингвистическое обеспечение автоматизированного проектирования технических систем на примере автоматизированной системы управления поточной линией сборки.

Исходя из цели диссертационного исследования, главными задачами являются: разработка формальной модели представления базы знаний интеллектуальной компоненты САПР, а также алгоритмов расширения и обучения процедурной и декларативной составляющих базы знаний посредством интеграции нечетких онтологий, логического вывода и механизма прецедентов, разработка интеллектуальной компоненты САПР, реализующей данные алгоритмы, проведение экспериментов и внедрение данной интеллектуальной компоненты в работу предприятий региона.

Научная новизна данного диссертационного исследования:

1. Предложена онтологически-ориентированная методика извлечения терминологии из проектных документов, отличающаяся от известных совместным использованием статистических методов, лингвистических шаблонов и базового ядра предметной онтологии.

2. Разработан алгоритм расширения онтологического представления терминологии предметной области технической системы, отличающийся от известных построением вложенных связей термина-кандидата, извлеченного из проектного документа, до опорного класса базового ядра онтологии.

3. Разработан алгоритм расширения процедурной составляющей базы знаний интеллектуальной САПР, отличающийся от известных использованием в качестве прецедента совокупности SWRL-правил и правил решения задачи проектирования.

4. Предложен метод интеграции нечеткого логического вывода и нечеткого онтологического представления терминологии предметной области технической системы, отличающийся от известных использованием иерархического нечеткого вывода и модели онтологии класса FuzzyOWL.

5. Разработана программная система поддержки проектирования, отличающаяся наличием специальной компоненты интеллектуальной САПР для представления терминологии лингвистического обеспечения.

Положения, выносимые на защиту:

1. Онтологически-ориентированная методика извлечения терминологии из проектных документов с использованием базового ядра предметной онтологии;

2. Алгоритм расширения онтологического представления терминологии предметной области технической системы с использованием базового ядра онтологии интеллектуальной САПР посредством извлечения терминологии из проектных документов;

3. Алгоритм расширения процедурной составляющей базы знаний интеллектуальной САПР с использованием механизма прецедентов;

4. Метод интеграции нечеткого логического вывода и нечеткого онтологического представления терминологии предметной области технической системы;

5. Реализующая их программная система поддержки проектирования, являющаяся компонентой интеллектуальной САПР для представления терминологии лингвистического обеспечения.

Интеллектуальные САПР представляют собой системы автоматизированного проектирования, которые используют основные подходы искусственного интеллекта. В настоящее время интеллектуальные системы автоматизированного проектирования развиваются путем интеграции различных форм представления знаний для поддержки принятия решений проектировщиков. В настоящее время множество отечественных и зарубежных исследователей занимаются разработкой интеллектуальных САПР на базе единого терминологического пространства, а также проектированием программных систем, основанных именно на онтологической форме представления знаний.

В процессе поддержки принятия проектных решений на основе единого терминологического базиса для поддержки модулей логического вывода используются механизмы логического вывода, а так как на ранних этапах проектирования чаще всего задачи формулируются нечетко, то используется нечеткий логический вывод, который не обладает элементами обучаемости, не предполагает учета взаимосвязей объектов в описании предметной области, и чаще всего такие алгоритмы являются однотактными.

В связи с этим, в рамках диссертационной работы был разработан алгоритм генерации новых знаний в интеллектуальной компоненте САПР, который базируется на интеграции нечетких FuzzyOWL-онтологий предметной области и набора SWRL-правил, которые позволяют делать логический вывод на основе единого терминологического базиса, а также обновлять базу знаний посредством извлечения терминологии из текстов с учетом прецедентов, которые заносятся в базу знаний интерактивно пользователями системы.

Разработанная формальная модель онтологии предметной области в рамках разработанной базы знаний предполагает наличие функций, обеспечивающих сопоставление объектов, отношений и классов онтологии соответствующим элементам атомов правил, обеспечивающим логический вывод. На слайде №16 презентации представлен фрагмент схемы предметной онтологии на примере области анализа локальной вычислительной сети в рамках проекта разработки частного технического задания для автоматизированной системы управления поточной линией сборки.

В связи с тем, что на ранних этапах проектирования чаще всего задачи формулируются нечетко, в рамках данного диссертационного исследования была использована методика построения нечетких онтологий FuzzyOWL, которая была впервые предложена в 2010 году европейскими исследователями Bobillo и Straccia, и которая предполагает хранение помимо объектов, отношений и классов, характерных четким онтологиям, также элементы нечеткости такие, как множество лингвистических значений степеней, множество степеней модификации и так далее.

Разработанный алгоритм интеграции онтологического представления терминологии и логического вывода предполагает под собой возможность использования консеквентов правил в качестве объектов атомов антецедентов следующих правил. Данный функционал позволяет обеспечить многотактность логического вывода. При этом атомы правил предполагают хранение множества вспомогательных терминов, которые обеспечивают взаимодействие объектов нечеткой онтологии и объектов атомов онтологических правил.

На слайде №22 презентации представлена схема соответствия объектов правил с объектами и отношениями нечетких онтологий.

Метод интеграции нечеткого логического вывода и нечеткого онтологического представления терминологии в рамках решения поставленной задачи предполагает под собой попеременный запрос на выполнение набора правил анализа ситуации и вывода рекомендации с учетом связанных данных. Таким образом обеспечивается иерархический вывод с учетом нечетких связей. При этом вывод результатов анализа производится в соответствии с показателем степени уверенности, который находится как минимальное значение функции принадлежности термина проблемной области, который присутствует в сработавшем SWRL-правиле. На слайде №25 представлена схема метода интеграции нечеткого логического вывода и нечеткого онтологического представления терминологии. В результате нечеткого логического вывода мы получаем матрицу, состоящую из объектов онтологии, представляющих из себя рекомендации по поддержке проектных решений, упорядоченных по показателям уверенности, имеющих значения от 0 до 1.

В связи с тем, что проектная деятельность часто основывается на решении подобных проектных задач в прошлом, в разработанный алгоритм были включены элементы механизма прецедентов, который предполагает хранение как онтологии предметной области, так и алгоритм поиска подходящего прецедента. Прецеденты заносятся в базу данных интерактивно специалистами, работающими с интеллектуальной компонентой САПР.

Помимо процедурного обновления базы знаний интеллектуальной компоненты САПР и терминологического представления базы знаний, необходимо ее декларативное расширение. В связи с этим, были разработаны два алгоритма, позволяющие расширять терминологическое представление базы знаний посредством извлечения терминологии из проектной документации. Модель ядра онтологии, на основе которого извлекается терминология из проектных документов, предполагает наличие множества отношений, позволяющих расширять набор объектов описываемой предметной области за счет сочетания лемм связанных объектов. В настоящее время чаще всего для осуществления расширения терминологического состава базы знаний проектной деятельности используются статистические методы, которые не позволяют адаптировать терминологию к конкретной предметной области и основываются на частотах встречаемости отдельного термина в тексте.

Первый из разработанных алгоритмов, так называемый тезаурусный алгоритм, предполагает нахождение опорного объекта, являющегося термином внутри онтологии. Второй алгоритм – вложенных связей – предполагает необходимость представления объектов онтологии преимущественно в виде однословий с максимизацией числа отношений между объектами. Таким образом при анализе текстовой проектной документации производится с использованием разработанных алгоритмов расширение базового ядра онтологии, и формируется терминологическое пространство для дальнейшей проектной деятельности.

Для оценки результативности разработанных алгоритмов была разработана программная система поддержки проектирования, базовыми модулями которой стали онтологически-ориентированная система логического вывода, а также онтологически-ориентированная система извлечения терминологии.

Для оценки результативности разработанных алгоритмов интеллектуальная компонента САПР была применена в четырех отдельных бизнес-процессах в рамках проекта разработки автоматизированной системы управления поточной линией сборки самолета Ил-76МД-90А на АО «Авиастар-СП».

Первый ряд экспериментов по оценке состояния локальной вычислительной сети в рамках поточной линии сборки самолетов при искусственном повышении нагрузки каналов связи показал, что использование интеграции нечеткой онтологии и набора SWRL-правил позволяет расширить набор возможных вариантов принятия решений и позволяет увеличить гибкость принятия решений, при этом использование интеграции с набором прецедентов, содержащих решения по исправлению архитектуры локальной вычислительной сети, позволяет основываться на решениях, принятых в прошлом.

Еще одно направление, в рамках которого была использована интеллектуальная компонента САПР, касается кадрового обеспечения специалистами, работающими с мультязычной документацией при формировании универсальной базы знаний «Юнитех» по тематике «Станки с ЧПУ». Было разработано ядро онтологии, на основании которого из проектной документации была извлечена необходимая терминология. Как показали результаты экспериментов, разработанный алгоритм вложенных связей показал лучший результат по извлечению терминологии по данной предметной области, нежели тезаурусный алгоритм. По сравнению со статистическими алгоритмами, алгоритм вложенных связей показал более высокие результаты при извлечении двухсловий и трехсловий, так как именно данные словосочетания показывают адаптированность терминологии к конкретной предметной области. Статистические же алгоритмы показали более высокие результаты при извлечении однословий.

Сформированная в процессе реализации разработанных алгоритмов универсальная база знаний «Юнитех» была использована в качестве обучающей базы знаний для специалистов, работающих с мультязычной проектной документацией по тематике «Станки с ЧПУ», и как показали результаты экспериментов, 78% необходимых знаний было получено в первые два месяца в противовес 6 месяцам – без использования данной базы знаний.

Помимо этого, разработанные алгоритмы и интеллектуальная компонента САПР были применены при повышении качества частного технического задания для автоматизированной системы управления поточной линией сборки. Была разработана онтология, была извлечена необходимая терминология из проектной документации, составленной специалистами, а также из учебно-методических материалов. Данная терминология сопоставлялась между собой, посредством чего обеспечивалось исправление семантических и терминологических ошибок, вносились терминология в частное техническое задание для создания единого терминологического базиса процесса проектирования автоматизированной системы поточной линии сборки на следующих этапах ее разработки.

Таким образом, применение разработанных алгоритмов интеграции продукционной и онтологической форм представления терминологии с элементами нечеткости позволяет снизить риски потери возможных результатов работы блока логического вывода, а также увеличивает гибкость процесса вывода рекомендации, предоставляя пользователю более широкий выбор вариантов, упорядоченных по степени их релевантности.

Использование в процессе обучения специалистов, работающих с мультязычной проектной документацией, полученной путем извлечения терминологии предложенными алгоритмами, позволяет обеспечить специалиста 78% приобретаемых отраслевых знаний за первые два месяца обучения, сократив срок базового обучения с 6 до 2-х месяцев.

Применение разработанных алгоритмов позволило значительно снизить количество семантических ошибок в тексте ТЗ по тематике построения АСУ ПЛС, а количество определений, включенных в структуру ТЗ, возросло в 1,7 раза.

Таким образом, все задачи, поставленные перед диссертационным исследованием, были выполнены. Спасибо за внимание!

Председатель

У кого есть вопросы к соискателю?

д.т.н., доцент Афанасьева Т.В.

Поясните, пожалуйста, Вы занимаетесь интеграцией представлений знаний: онтологической формы и продукционной модели. Почему акцент был сделан именно на нечеткой форме представления знаний, почему не использовать стандартные варианты?

Соискатель

В первую очередь, интеграция нечетких моделей в онтологическую модель в процессе поддержки принятия решений на основе единого терминологического базиса была выбрана в связи с тем, что на ранних этапах проектной деятельности задачи достаточно нечетко формулируются, и необходимо было выразить терминологию, используемую при формулировке задания в качестве основной при дальнейшей формализации задач.

Помимо этого, нечеткая модель представления терминологии была выбрана в связи с тем, что онтологическое представление терминологии обладает свойством субъективности и зависит от того, насколько специалист, составляющий онтологию, компетентен в конкретной подобласти этой предметной области. Таким образом, мы можем получить более объективную оценку онтологического вывода рекомендаций по оценке состояния сложной технической системы, основываясь на решении не одного конкретного человека, а учитывая степень его компетентности по данному вопросу.

д.т.н., доцент Афанасьева Т.В.

И продолжение вопроса: Вы использовали нечеткие представления, они у Вас представлены функциями принадлежности. Поясните, пожалуйста, на примере: сколько функций, какой формы, и кто их формирует?

Соискатель

Чаще всего при построении нечетких онтологий в рамках разработанных алгоритмов использовались треугольные и трапециевидные функции принадлежности, разрабатывались и заносились экспертами в предметной области с помощью соответствующих инструментов. Например, лингвистическая переменная «высокий» для параметра «уровень нагрузки канала связи»: он может быть «высоким» со стороны одного источника, одного учебного материала или специалиста, другой специалист считает, что данная нагрузка для данного сервера и канала связи является «средней». И в зависимости от этого, вносится в базу знаний информация от 0 до 1 степени принадлежности четкому зна-

чению той или иной лингвистической переменной, используемой в дальнейшем при проектировании.

д.т.н, доцент Епифанов В.В.

Вадим Сергеевич, скажите, пожалуйста, в цели работы написано «является разработка и реализация эффективных моделей и алгоритмов представления терминологии». Покажите какие-нибудь модели, и как доказана их эффективность у Вас.

Соискатель

Эффективность моделей может быть оценена по нескольким критериям: в первую очередь, это снижение количества времени, потраченного на решение проектной задачи. Это может быть снижение затрат, в том числе трудовых, и денежных затрат, материальных затрат и так далее. Для оценки эффективности разработанных алгоритмов были проведены эксперименты.

д.т.н, доцент Епифанов В.В.

Вы покажите: вот модель предложена, вот доказана ее эффективность.

Соискатель

В первую очередь представлена модель, на основе которой в дальнейшем извлекалась терминология по разработанным алгоритмам: тезаурусному алгоритму и алгоритму вложенных связей. В результате использования данных алгоритмов была получена универсальная база знаний «Юнитех» по тематике «Станки с ЧПУ», с использованием которой производилось обучение специалистов в течение 6 месяцев. И за первые два месяца со снижением практически на 4 месяца, благодаря сформированной базе знаний, было получено 78% знаний для работы с документацией. Таким образом, мы сократили время обучения специалистов, благодаря использованию наших алгоритмов.

Второй результат, который был получен: в процессе повышения качества проектной документации в рамках проекта разработки автоматизированной системы управления поточной линией сборки. Один из показателей эффективности – достижение поставленной цели. Главная цель в данном проекте – полное исключение терминологических ошибок с использованием разработанных алгоритмов. Как видно из результатов, использование интеллектуальной компоненты САПР помогло найти в частном техническом задании, разработанном специалистами без применения разработанных алгоритмов, те терминологические ошибки, которые необходимо было исправить. В дальнейшем в конечной версии терминологические ошибки были полностью устранены. Таким образом, была достигнута первоначальная цель – снижение количества ошибок, которая записана в цели диссертационной работы.

д.т.н, доцент Епифанов В.В.

У Вас написано «...разработана программная система поддержки проектирования, отличающаяся наличием специальной компоненты интеллектуальной САПР...». То есть она для любой интеллектуальной компоненты САПР пригодится, в том числе и в промышленности?

Соискатель

Данная интеллектуальная компонента САПР привязывается, в первую очередь, к предметной области, которая была заложена в описании, моделях представления знаний, то есть заложена в онтологии. Данная интеллектуальная компонента использует в качестве базы знаний онтологию, которая описывает конкретную предметную область. Эксперименты, которые проводились, были проведены на предметной области построения автоматизированной системы поточной линии сборки, которая включает в себя анализ состояния локальной вычислительной сети, кадровое обеспечение и так далее. Таким образом, мы охватили сразу несколько процессов внутри технологического процесса сборки самолета Ил-76МД-90А с применением разработанных алгоритмов сразу по нескольким направлениям при формировании единого базиса для всех этапов проектирования.

д.т.н, доцент Епифанов В.В.

Вадим Сергеевич, вот допустим, поставлена задача разработать САПР технологических процессов изготовления корпусов деталей. Откуда мы извлекаем терминологию, формируем словарную базу?

Соискатель

Словарная база формируется из проектной документации по данной предметной области, то есть первоначально формируется базовое ядро онтологии, которое заполняется экспертом в данной предметной области и включает в себя небольшое количество объектов и отношений, затем в данную интеллектуальную компоненту САПР заносится документация по этому проекту либо учебно-методические материалы, из которых извлекается необходимая терминология, расширяющая базовое ядро в рамках предметной области. Это могут быть и технические задания, и частные технические задания, инструкции по эксплуатации и все остальное.

д.т.н, доцент Епифанов В.В.

Какова доля ошибок, связанных с терминологией в общей массе ошибок, которые будут при проектировании в САПР?

Соискатель

В первую очередь, в процессе оценки количества ошибок мы учитывали то количество терминологии, которое было извлечено. Существует несколько метрик оценки результатов экспериментов по извлечению терминологии, которые в дальнейшем могут повлиять на количество ошибок в проектировании. Исходя из того, что у нас существуют три показателя: мера точности, мера полноты и F_1 -метрика, были представлены результаты по алгоритму вложенных связей, тезаурусному алгоритму и статистическим алгоритмам. Статистические алгоритмы показали меньшее количество ошибок при извлечении однословной терминологии, но большее количество ошибок при извлечении двух- и трехсловных терминов. Наши же разработанные алгоритмы извлекли больше нужных терминов при извлечении двух- и трехсловных терминов по сравнению со статистическими алгоритмами.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

И последний вопрос: почему 30 экспериментов?

Соискатель

В рамках данного исследования было принято решение о том, что по данной тематике данного количества экспериментов будет достаточно. Все эксперименты были разбиты на партии по 10 экспериментов, и результаты стали достаточно очевидными уже после 30 экспериментов.

д.т.н., доцент Негода В.Н.

Поскольку техпроцессы изобилуют параметрами, параметрическая составляющая каким образом была в этой терминологической базе данных представлена? Например, беру винчестер, там у нас прогрев: ясно, что они еще должны ориентироваться по массе, по теплопроводности, по окружающей среде, температуре и так далее. То есть заданы какие-то параметры, мы должны на них выйти. И ясно, что время влияет в техпроцессе. Как вот эти связи – они на каждом шагу в техпроцессе – как они отражались? Ясно, что нужен словарь. Заставляем специалистов изучать словарь, как словарь иностранного языка, правильно? Мы же заставляем их осваивать техпроцессы. И вот в техпроцессах параметрическая составляющая как была представлена?

Соискатель

Данная терминология может быть представлена в нескольких видах в зависимости от той предметной области, которую мы рассматриваем. В первую очередь, она может быть представлена в виде элементов, классов и объектов онтологии, которую мы используем в качестве ядра при расширении дальнейшем, либо терминология может быть извлечена из проектной документации в качестве сопряженной терминологии с теми элементами, которые содержатся в ядре. Чаще всего показатели данной терминологии представляют из себя четкие значения.

д.т.н., доцент Негода В.Н.

Речь идет не о значениях, а о зависимостях. Если мы говорим про время, которое определяется в зависимости от тех параметров, которые я произнес, а на самом деле их больше, то это функциональная зависимость. Если это программное управление, то там очень часто таймер заводится на режим прогрева, через какое-то время таймер срабатывает, обогреватель отключается и дальше запускается. Если датчика нет, бывает просто по времени, значит, есть функциональная зависимость. В онтологии как функциональная зависимость представляется?

Соискатель

В данном случае функциональные зависимости могут представляться в виде заложенных онтологических правил, SWRL-правил, с которыми мы интегрируем первоначальную онтологию. Есть антецедент и консеквент. ЕСЛИ у нас показатель достигает такого момента, ТО.

д.т.н., доцент Негода В.Н.

Понимаете, это же обычные физические формулы, там нет логических правил, и логика предикатов здесь может быть использована только в одном месте – в алгоритмах управления. А когда мы хотим, чтобы предметная область техпроцесса была осмысленна, то мы должны добиться от него понимания, сколько времени пройти, почему в одном случае больше, а в другом меньше, ведь согласны?

Соискатель

Конечно, но в данном случае алгоритмы не предполагают высчитывание каких-либо значений, алгоритмы позволяют делать непосредственный вывод, то есть у нас есть терминология, заложенная в онтологии, есть значение объекта, который соответствует данному термину предметной области. Если у нас показатель принимает определенное значение, то в онтологии срабатывает правило, которое заложено экспертом первоначально. То есть в данном случае формулы и математические представления, которые позволяют вычислить показатели, не содержатся в онтологии. Содержится терминология и закономерности, которые позволяют сделать логический вывод.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Я выводы читаю: самый первый – «применение разработанных алгоритмов интеграции продукционной и онтологической форм представления терминологии с элементами нечеткости...» и так далее. Так вот эти самые элементы нечеткости – они в чем? В представлении терминологии или в самой терминологии?

Соискатель

В данном случае нечетким является представление терминологии.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

А термины – они четкие или нечеткие?

Соискатель

Они могут быть четкими, могут быть нечеткими.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Приведите пример четкого термина и нечеткого.

Соискатель

Например, четкий термин – «утилизация канала связи», а нечеткий термин – это «высокий рост».

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

В диссертации употребляется термин «нечеткие выводы». А вот Ваши сделанные выводы по диссертации – четкие или нечеткие?

Соискатель

Выводы по диссертации являются четкими вследствие того, что там присутствуют конкретные численные значения.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Еще один вывод по диссертации: «...использование алгоритмов семантического извлечения терминологии из проектной документации повышает эффективность извлечения двух- и трехсловных...» на столько-то процентов. Что такое – «эффективность извлечения», и в чем она измеряется?

Соискатель

Эффективность извлечения измеряется в соотношении верно извлеченных терминов и неверно извлеченных терминов.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Наверное, все-таки эффективность – это доля, процент верно извлеченных терминов, так?

Соискатель

В данном случае эффективность измеряется в процентах.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

У вас написано, что эффективность повышается на 20 и на 30 процентов соответственно. А можно еще увеличить, или Вы достигли предела? Потенциальная достижимость. Может, быть там было так: правильно было извлечено терминов только 10 процентов, а Вы вот на 20 повысили, значит, стало 30. Это одно. А если там было 70 правильно извлечено, а Вы на 20 повысили, стало там, 90 – это другое, значит, уже немножко осталось улучшить, и можно ли это сделать. Вопрос такой: на сколько потенциально можно еще повысить эффективность их извлечения?

Соискатель

В рамках данной предметной области были получены значения, представленные на слайде №39. Если мы используем эти алгоритмы при других условиях, результаты могут отличаться.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Я не Ваши объекты имею в виду. Через полгода придет еще кто-то к нам в совет защищаться и скажет «у меня еще на 20% лучше, чем у Мошкина» в сравнении с Вашей и так далее. Хорошо, кто-нибудь бы пришел и сказал «вот задача решена, достигнут потенциал». То есть на сколько еще можно повысить вот эту самую эффективность извлечения терминов? Я говорю потенциально. Вы говорите, что эффективность измеряется так: какой процент этих самых терминов был извлечен правильно, так? Так у Вас сколько процентов было извлечено правильно от общего количества?

Соискатель

Данное значение высчитывается с помощью соответствующих метрик.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Сколько? Надо не на 20 процентов, а сколько стало процентов, если можно. Допустим, там было тысяча извлечений, из них 500 правильных. Во показатель эффективности – 50, так? Кто-нибудь другой, у него, скажем, 80 процентов. Вот у него на 30 процентов лучше.

Вот так Вы нам преподносите Ваш результат. Сколько у Вас было извлечено правильно? Вы же как-то посчитали, что у Вас стало на 20%. Сколько было до того и сколько стало?

Соискатель

У нас было правильно извлечено 294 термина однословных. Это оценивали эксперты. Реально в этом тексте было 294 термина.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Это было извлечено раньше?

Соискатель

Это извлечено экспертами, это оценка экспертов. 168 кандидатов было извлечено алгоритмом и из них извлечено 134.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Сколько осталось после Вас не извлеченных?

Соискатель

Не извлеченных осталось 34.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Сколько это в процентах?

Соискатель

В данном случае для извлечения терминологии используется другая шкала. Здесь используется шкала истинно-положительных терминов и так далее.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

А если бы мы все извлекли, и эти 34 тоже извлекли?

Соискатель

Был бы стопроцентно правильный вывод.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Стопроцентный. А сейчас сколько процентов?

Соискатель

Сейчас порядка 80.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Уже задавали вопрос насчет эффективности модели, да? Модели обладают еще другими свойствами: универсальности, адекватности, точности. Обладают ли этими свойствами Ваши модели? Если да, то обоснуйте их. Или только эффективностью обладают, а другими свойствами не обладают?

Соискатель

Обладают.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Докажите.

Соискатель

Универсальностью обладает данная модель представления терминологии. Доказана в экспериментах. Для того, чтобы ее доказать, мы затрагивали различные предметные области, где данные алгоритмы показали высокие результаты. Предметная область Автоматизированной системы поточной линии сборки – по ней была разработана онтология, она показала хороший результат. Отдельно онтология была разработана для предметной области станков с ЧПУ. Отдельно онтология была разработана для оценки состояния локальной вычислительной сети. По всем этим направлениям наши алгоритмы показали высокие результаты, вследствие чего алгоритмы можно назвать универсальными.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Объектом исследования Вы рассматривали лингвистическое обеспечение автоматизированного проектирования технических систем. В качестве примера исследованы процессы проектирования. Какие процессы проектирования? До Вас были процессы, Вы вникли туда, внесли какие-то изменения в этот процесс. Какие?

Соискатель

В процесс проектирования проектной документации была внедрена интеллектуальная компонента САПР, которая позволила повысить качество разработанной документации. В процесс оценки состояния сложной технической системы также была внедрена наша подсистема логического вывода, которая позволила снизить число проектных ошибок на этапе тестирования. Помимо этого, на этапе обучения специалистов по работе с мультязычной документацией, то есть по кадровому обеспечению проектной деятельности, также были использованы наши алгоритмы для образования универсальной базы знаний, с помощью которой потом производилось обучение. В дальнейшем были получены хорошие результаты.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Вы использовали онтологии предметной области. Не могли бы Вы увязать предметную область с поточной линией сборки самолета, военного самолета. Не могли бы Вы более подробно объяснить?

Соискатель

На данном слайде (слайд 36 презентации) приведена общая схема, точнее, фрагмент схемы технологического процесса, и выделены именно те фрагменты, которые мы затрагивали. То есть у предметной области разработки автоматизированной системы управления поточной линии сборки нам необходимо учитывать сразу несколько процессов, которые в дальнейшем были затронуты. В первую очередь, это кадровое обеспечение, это разработка документации по данной системе, автоматизированной системе управления поточной линии сборки. Помимо этого, поточная линия сборки состоит из компьютерных сетей, настройки которых нам тоже нужно было затрагивать, и обязательно – станки с числовым программным управлением. Таким образом, составленные онтологии явились предметными по различным предметным областям в рамках единой предметной области разработки автоматизированной системы управления поточной линии сборки.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Можно слайд 42 по АСУ поточной линии сборки. Я так понимаю, что слева – те материалы, из которых извлекалась терминология, справа – график исправления ошибок, с табличкой. Вообще, в принципе пишется техническое задание на АСУ – автоматизированную систему управления, а терминология извлекается из чисто технологических источников: механосборки, механообработки. Анализируемые источники вопросов АСУ не касаются. Насколько терминология, извлеченная из источников одной области, повлияла на качество ТЗ?

Соискатель

При формировании частного технического задания основная терминология, которая использовалась, касалась сборки самолетов. Та подобласть, которой мы касались в первую очередь, касалась процесса сборки самолетов. Те специалисты, которые работали и разрабатывали автоматизированную систему управления в дальнейшем, представляли собой специалистов по информационным технологиям, поэтому семантические ошибки, терминологические ошибки в области информационных технологий допущены практически не были, их достаточно мало. А затруднения возникали именно при работе с терминологией, касающейся технологического процесса поточной линии сборки. Поэтому были проанализированы именно материалы, касающиеся этой области.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

То есть вопросы по технологиям прописывали фактически специалисты по информационным системам, и именно из-за этого возникали ошибки?

Соискатель

Да.

Председатель

Есть еще вопросы? (Нет) .

Согласны ли члены Совета сделать технический перерыв? (Да) .
Объявляется технический перерыв.

Председатель

Слово предоставляется ученому секретарю совета для зачитывания отзыва научного руководителя работы д.т.н., **профессора Ярушкиной Н.Г.**

Ученый секретарь зачитывает отзыв научного руководителя работы.

(Отзыв прилагается) .

Председатель

Ученому секретарю Совета предоставляется слово для оглашения заключения организации, где выполнялась работа и отзыва ведущей организации.

Ученый секретарь оглашает заключение организации, где выполнялась работа. Затем зачитывает отзыв ведущей организации.

(Заключение и отзыв прилагаются) .

Председатель

На автореферат диссертации поступило 7 отзывов, все они положительные. Согласны ли члены Совета заслушать обзор отзывов или зачитать их полный текст?

Слово для обзора отзывов, поступивших на диссертацию, предоставляется **Ученому секретарю Совета**.

Ученый секретарь зачитывает обзор отзывов.

(Отзывы прилагаются) .

1. ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет» .

Отзыв подписан заведующим кафедрой «Вычислительная техника и защита информации», д.т.н., профессором **Васильевым В.И.**

Замечания:

- отсутствует обоснование адаптации разработанной модели нечеткой онтологии к конкретной предметной области;
- в выводах работы не представлены результаты экспериментов по оценке качества частного технического задания для проекта АСУ поточной линии сборки.

2. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» .

Отзыв подписан заведующим кафедрой информатики и программного обеспечения вычислительных систем, д.т.н., профессором **Гагариной Л.Г.**

Замечания:

- в автореферате отсутствуют примеры логического вывода рекомендаций в процессе проектирования сложных технических систем;

- в автореферате отсутствует расшифровка множества отношений *R_{add}*;
- недостаточно описана архитектура разработанной интеллектуальной компоненты САПР.

3. Российский фонд фундаментальных исследований.

Отзыв подписан начальником управления региональных и межгосударственных программ РФФИ, д.т.н., профессором **Заболеевой-Зотовой А.В.**

Замечания:

- отсутствует пояснение множества отношений *R_{add}*;
- не представлено описание разработанного программного комплекса поддержки проектировщика;
- в автореферате имеются опечатки и стилистические небрежности.

4. ФГАОУ ВО Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта.

Отзыв подписан профессором кафедры телекоммуникаций Института физико-математических наук и информационных технологий, д.т.н., профессором **Колесниковым А.В.**

Замечание

- в автореферате отсутствует развернутое обоснование адаптации нечеткой онтологии к конкретной предметной области проектирования сложной технической системы.

5. Южный федеральный университет.

Отзыв подписан заведующим кафедрой «Систем автоматизированного проектирования», д.т.н., профессором **Курейчиком В.В.**

Замечания:

- отсутствие определения термина «степень терминологичности»;
- недостаточно глубокая интерпретация результатов экспериментов по анализу частного технического задания в рамках проекта разработки проектной документации для автоматизированной системы управления поточной линией сборки самолета Ил-76МД-90А на АО «Авиастар-СП».

6. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет».

Отзыв подписан заведующим кафедрой «Информационные технологии и системы», д.т.н., профессором **Михеевым М.Ю.**

Замечания:

- недостаточно подробно описана 3 глава работы;
- блок-схема алгоритма, представленная на рисунке 5 автореферата, недостаточно информативна, при этом необходимые пояснения в тексте так же отсутствуют.

7. ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет» имени М.Т. Калашникова.

Отзыв подписан профессором кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления», д.т.н., профессором **Кучугановым В.Н.**

Замечания:

- на стр.3 третий абзац во многом повторяет второй;
- 11 задач (стр.5) – много для одного диссертационного исследования;
- из автореферата не ясно, кем и как формируется базовое ядро предметной онтологии;

- желательно также пояснить, как в алгоритме расширения терминологии предотвращается возможность появления терминологических циклов.

Председатель

Слово для ответа на замечания по заключению и отзывам предоставляется соискателю.

Соискатель

С замечаниями, представленными в отзыве ведущей организации и в отзывах на автореферат, согласен.

Председатель

Официальный оппонент **д.т.н. Ковалев Сергей Михайлович отсутствует по уважительной причине.**

Прошу ученого секретаря зачитать отзыв официального оппонента **-д.т.н. Ковалева Сергея Михайловичу.**

Ученый секретарь зачитывает отзыв.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Соискателю предоставляется слово для ответа на замечания оппонента.

Соискатель

Что касается выбранных статистических алгоритмов, почему именно три: потому что данные алгоритмы, на основе которых проводилось оценка эффективности разработанных алгоритмов, являются наиболее часто используемыми и эффективными, поэтому данное сравнение было достаточно показательным. С остальными замечаниями согласен.

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту **-д.т.н. Смагину Алексею Аркадьевичу.**

д.т.н., профессор Смагин А.А.

Прежде всего, я хотел бы высказать свое мнение о том, какие впечатления на меня произвела сама работа и сам соискатель. Я внимательно посмотрел паспорт специальности, прочитал работу от начала до конца и должен сказать, что все полностью удовлетворяет в этом плане требованиям ВАК.

Что касается соискателя, то, конечно, его публикации и само изложение материала свидетельствует о том, что это сложившийся специалист. По публикациям у него 35 работ, причем 10 ВАК-овских работ, 3 программы получили положительное решение Роспатента. Кроме этого, сама структура работы – это 190 страниц, это довольно большой объем, но из них 52 страницы – это текст, который посвящен

обзору, по сути дела, достижений в этой области. И на основании этого обзора, он выбрал 10 проблем, которые еще решаются и не решены, а также 7 задач для достижения цели, поставленной перед диссертационной работой. И это тоже говорит о том, что соискатель является достаточно грамотным специалистом в своей области, владеет тем, что сделано.

Далее я бы хотел остановиться, согласно тому формату, которому ВАК предлагает официальному оппоненту, на структуре. По теме исследования я бы хотел выделить два важных направления, где работа бы могла пригодиться и нужна: прежде всего – и у него это отмечено – мультязычные тексты. Конечно, при обучении новым технологиям, информационным или телекоммуникационным технологиям, такая работа очень нужна. И я считаю, что в этом направлении не мешало бы, конечно, ему развивать полученные результаты.

Кроме этого, работа может подойти, например, при решении задачи достижения достоверности передачи сообщений по зашумленному каналу связи. Там на передатчике, на одном конце стоит тезаурус, и такой же тезаурус должен быть на втором конце. Если в результате каких-либо действий произошли изменения в начальном тезаурусе, то у каждого это сообщение может быть искажено, возникнет потеря информации. Здесь, конечно, потребуется точно знать, что же передавалось. Мне кажется, что здесь тоже можно сделать шаг вперед. Аналогичные задачи можно решать и про криптографические системы защиты информации, когда при извлечении свойств передаваемых сообщений требуется какой-то фрагмент текста. Если этот фрагмент текста будет немного искажен, то он не даст нужной информации.

Так как работа посвящена САПР, то процедура представления проектных решений имеет важное значение, поэтому соискатель вынес это в заголовок диссертации.

Что касается содержательной части работы, в первой главе сформулированы основания для исследования, проведен подробнейший анализ и изложено то, чем он собирался заниматься на протяжении своей диссертационной работы. Фактически у него сделано два алгоритма в теоретической части, построена база знаний в виде нечеткой онтологии. И здесь нужно остановиться на 2 и 3 главах диссертационной работы. Во второй главе представлен алгоритм расширения онтологического представления терминологии предметной области технической системы с использованием базового ядра онтологии интеллектуальной САПР посредством извлечения терминологии из проектных документов. Это извлечение терминологии из так называемого слабоструктурированного документа, то есть текста.

Проведена формализация онтологии предметной области, содержащей элементы нечеткости на примере области оценки состояния локальной вычислительной сети в условиях повышения трафика. Помимо этого, дано описание онтологически-ориентированной методики извлечения терминологии из проектных документов с использованием базового ядра предметной онтологии.

Также представлен алгоритм расширения процедурной составляющей базы знаний интеллектуальной САПР с использованием механизма прецедентов. Приводится описание метода интеграции нечеткого логического вывода и нечеткого онтологического представления терминологии предметной области технической системы.

Дам небольшое пояснение: в основе механизма извлечения терминологии лежит механизм лемматизации, приведение терминов к нормальному виду. На базе этого приведения и получения лемм, можно

пользоваться словарем, составлять ядро системы, и на базе этого ядра использовать правила нечеткого вывода. Алгоритмы, которые здесь приведены, являются основой всей его системы, которые состоят из четырех частей. В результате разработанных алгоритмов были написаны программы, он их называет подсистемами – онтологически-ориентированная система логического вывода на основе интеграции нечеткой онтологии и систем продукционных правил с использованием прецедентов. Здесь, собственно говоря, алгоритм является составной частью, можно его, конечно, использовать и независимым образом, но он является модулем этого программного комплекса, который изложен в 4 Главе.

Вторая подсистема – это подсистема расширения онтологии посредством использования алгоритмов извлечения терминов из больших корпусов документов.

Третья глава диссертации посвящена описанию архитектуры и функциональных решений разработанной программной системы поддержки проектирования, являющейся компонентой интеллектуальной САПР для представления терминологии лингвистического обеспечения, реализующей алгоритм интеграции механизмов логического вывода и онтологического представления терминологии с элементами нечеткости, а также использующей механизм учета прецедентов и анализа проектной документации. Смысл состоит в том, что введение нечеткого представления и нечетких правил вывода, которые он использовал – это стандартные свободно распространяемые правила вывода, так называемые SWRL-правила (Semantic Web Rule Language). Эти процедуры разработаны не им, но использованы, и он обосновал, почему он использовал эти правила, хотя есть и достаточно много других. Слово «интеграция» в сочетании «интеграция нечетких онтологий и механизма логического вывода» используется без должного обоснования, но, возможно, это терминологически обосновано.

Также в третьей главе проведен анализ современных редакторов онтологий и машин вывода, а также обоснован выбор конкретного набора инструментов, используемых в процессе разработки интеллектуальной компоненты САПР. Он обосновал выбор редактора Protégé.

В четвертой главе диссертации изложен материал, посвященный описанию вычислительных экспериментов по оценке эффективности предложенных алгоритмов, реализованных в интеллектуальной компоненте САПР, на базе проекта сборки самолетов для производства тяжелого военно-транспортного самолета Ил-76МД-90А на АО «Авиастар-СП».

Также представлены результаты экспериментов по извлечению терминологии из проектной документации при построении универсальной базы знаний учебного центра «Юнитех» агентства переводов «Юнитранс» с использованием разработанной онтологии «Станки с ЧПУ» с целью последующего обучения специалистов в работе с мультязычной проектной документацией. Результаты экспериментов показали эффективность разработанных алгоритмов.

Основная научная новизна работы соискателя:

1. Алгоритм расширения онтологического представления терминологии предметной области технической системы, отличающийся от известных построением вложенных связей от термина-кандидата, извлеченного из проектного документа, до опорного класса базового ядра онтологии;

2. Алгоритм расширения процедурной составляющей базы знаний интеллектуальной САПР, отличающийся от известных использованием в

качестве прецедента совокупности SWRL-правил и правил решения задачи проектирования;

3. Алгоритм интеграции нечеткого логического вывода и нечеткого онтологического представления терминологии предметной области технической системы, отличающийся от известных использованием иерархического нечеткого вывода и модели онтологии класса FuzzyOWL;

4. Следующее положение несет практический характер – программная система поддержки проектирования, отличающаяся наличием специальной компоненты интеллектуальной САПР для представления терминологии лингвистического обеспечения.

Теоретическая и практическая значимость и ценность научных результатов:

Основная теоретическая ценность диссертационной работы заключается в разработке моделей представления проектной терминологии в САПР с применением гибридизации нечетких онтологических моделей представления терминологии в лингвистическом обеспечении САПР и алгоритмов нечеткого логического вывода. Разработанные модели обеспечивают единство и унификацию терминологического базиса на всех этапах проектирования, а также поддержку в принятии решений на уровне проектировщика.

Ценным практическим результатом работы является разработанная программная система, играющая роль интеллектуальной компоненты САПР и реализующая функционал извлечения терминологии из массивов проектной документации, а также поддержки в принятии проектных решений на основании собранной информации о состоянии объекта проектирования слабоформализованной форме. Данная интеллектуальная компонента позволяет сократить количество ошибок проектировщика на этапах корректировки и оценки состояния сложных технических систем, а также на этапе разработки проектной и сопровождающей документации, в том числе и мультязычной. Разработанная система была использована в рамках проекта разработки частного технического задания поточной линии сборки АО «Авиастар-СП», а также при построении универсальной базы знаний учебного центра «Юнитех» агентства переводов «Юнитранс».

Обоснованность и достоверность результатов исследований:

Обоснованность и достоверность результатов исследований подтверждаются корректностью использования математических моделей и методов онтологического анализа, теории нечетких систем, а также результатами вычислительных экспериментов и эффективным внедрением разработанного комплекса программ.

Оценка публикаций и апробации работы:

Основные результаты работы опубликованы в 35 печатных работах, из которых 10 – статьи в рецензируемых журналах из Перечня ВАК РФ, а также одна статья в издании, рецензируемом в Scopus. Получены 3 свидетельства (РОСПАТЕНТ) о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Результаты диссертационного исследования неоднократно докладывались автором на международных и всероссийских конференциях.

Автореферат достаточно полно отражает основное содержание диссертации.

Замечание по работе:

1. Само понятие сложная техническая система не до конца раскрыто. Насколько уровень сложности влияет на формирование понятийной базы, например, количество специальных терминов в той же самолетной элементной базе может составлять десятки тысяч –

процесс лемматизации займет много ресурсов таких как время и память, а также при этом неизбежно большое число ошибок.

Про оптимизацию ресурсов ничего конкретно не говорится, хотя в основной цели диссертации упоминаются разработка и реализация эффективных моделей и алгоритмов.

2. На странице 78, на рис.2.13 автором представлен алгоритм вложенных связей. Однако назвать эту структуру алгоритмом крайне затруднительно. Здесь же говорится об исключении из рассмотрения терминов, входящих в другие термины, состоящих из большого числа слов, по причине избегания избыточности. О какой избыточности идет речь? Если об ограниченных возможностях применяемого метода, то хотелось бы знать об этом более подробно.

Здесь же ставится автором вопрос о том какой из разработанных критериев в рамках решения задачи расширения ядра онтологии является более эффективным и сообщается, что ответ будет дан в главе 4 после проведения экспериментов. Однако конкретных данных по этому вопросу мною не найдено.

3. В диссертации имеется несколько названий каждой из подсистем разработанной интеллектуальной компоненты САПР («подсистема автоматизированного расширения ядра онтологии», она же – «онтологически-ориентированная система извлечения терминологии» и т.д.), что вносит некоторую неопределенность и путаницу при восприятии материала.

4. На скриншотах системы извлечения терминологии (Глава 3, с.98) представлены дополнительные настройки системы («Правило 1», «Правило 2», «Первый критерий», «Второй критерий» и т.д.), функционал которых в тексте диссертационной работы не описан.

5. В выводах по 4 главе указано, что предложен метод интеграции нечеткого логического вывода и нечеткого онтологического представления терминологии предметной области, а в параграфе 2.3 он называется алгоритмом и имеет несколько измененное название.

В диссертационной работе встречаются стилистические и отдельные технические ошибки в оформлении. Нет выводов по главе 1.

Однако отмеченные недостатки и замечания не снижают общей положительной оценки работы.

И в заключении – диссертационная работа Мошкина В.С. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную для науки и практики тему. По своему содержанию и полученным в ней теоретическим и практическим результатам диссертация отвечает требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Мошкин Вадим Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования (промышленность)».

(Отзыв прилагается).

Председатель

Слово для ответа на замечания оппонента предоставляется соискателю.

Соискатель

По поводу терминологии, которая извлекается из проектной документации: мы старались оптимизировать посредством объединения многословий, то есть та терминология, которая является трехсловами и содержит термины двухсловные, является термином с точки зрения эксперта, а тот термин, который входит в трехсловный термин, в данном случае алгоритмом не учитывается. Помимо этого, оптимизация ресурсов проведена посредством ограничения предметной области.

На скриншотах представлены настройки «Правило 1», «Правило 2», а также дополнительные настройки. В рамках данного диссертационного исследования было проведено достаточно большое количество экспериментов, и было разработано порядка 6 алгоритмов извлечения терминологии. В конечный результат попало 2 алгоритма, наиболее эффективных. Настройки на скриншотах указывают на алгоритмы, которые являются оригинальными, но менее эффективными и не повлияли на эффективность решения поставленных задач. С остальными замечаниями согласен.

Председатель

Кто хочет выступить?

д.т.н, профессор Соснин П.И.

Я вопросы не задавал и не участвовал в процессе, потому что мы заслушивали диссертацию два раза на НТС. У нас было много вопросов, замечаний, после наших замечаний многое встало на свои места, многое стало более корректным и научно правильным.

Я хочу сказать, что тот вопрос, которым занимался Мошкин В.С. актуален. Вообще, когда я в 2000 году узнал, сколько в мире тратят на онтологии, я был удивлен: тогда было 5 млрд. долларов. На настоящий момент времени эта цифра во много раз больше, думаю, она приближается к 100 млрд. в год. Онтология – это продукт, и он материализуется, он материализуется в серверных системах, которые занимают корпуса. И вообще это очень серьезная вещь и средство интеллектуализации нашего взаимодействия и взаимодействия наших средств с окружающим миром и друг другом. Сейчас идут большие работы в направлении «internet of things», когда потребителями онтологий и средствами, объектами и элементами, которыми с ними взаимодействуют, являются датчики, устройства и многое-многое другое. Все это очень-очень серьезно, хотя на самом верху – электронные словари с системами связи, достаточно сложные как лингвистически, так и технически.

Те вопросы, которые затрагивает соискатель – формирование онтологий, извлечение, о котором говорили. В классификации степени сложности наук лингвистика стоит выше математики, это я к слову говорю.

Я много с Мошкиным В.С. встречался на разных конференциях – мы сидели, он докладывал, я докладывал – и я знаю реакцию на его работу и на то, как он умеет себя вести. Это сформировавшийся человек, квалификационно он заслуживает присуждения ему степени кандидата наук. Я его давно знаю, я его поддерживаю, и я буду голосовать за него.

д.т.н., доцент Афанасьева Т.В.

Работа Вадима Сергеевича, безусловно, обладает и актуальностью и новизной: последние тренды повсеместно показывают, что все продукты, все услуги тяготеют к развитию интеллектуальных компонентов, и работа Мошкина под это как раз и ориентирована, поскольку разработан компонент интеллектуальной САПР, причем затронуты самые сложные задачи, связанные с анализом текстов. Это задача по всему миру еще решается и до конца не получила еще окончательного решения. То, что предлагает Вадим, связано с самой базой, с самым ядром интеллектуализации – со знаниями. Без терминологии мы не можем сформулировать никакие факты, правила, не можем сформулировать никакие законы и взаимосвязи. В этом плане, конечно же, эта работа сейчас востребована не только в научном сообществе, как говорит Петр Иванович, но и на практике. И подтверждением этого – прекрасные внедрения, которые продемонстрированы в этой работе.

Работа мне понравилась, в ней присутствуют все элементы исследования уровня кандидата наук. Считаю, что Вадим Сергеевич – сложившийся исследователь, буду голосовать за и призываю вас.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

Я присоединяюсь к предыдущим выступающим. Но хотел бы отметить некоторые недостатки, которые не снижают качества работы, но тем не менее.

Первое: актуальность сформулирована – «разработка методов представления терминологии в лингвистическом обеспечении». Актуальность заключается в том, что повышается качество, снижается время разработки лингвистического обеспечения САПР, то есть она звучит совершенно по-другому.

Второй момент – это практическая значимость. Типичная ошибка очень многих защищающихся – под практической значимостью понимают внедрение где-то. На самом деле это не внедрение где-то, как тут написано, а что она дает в практической деятельности, в разработке, проектировании, изготовлении и так далее. Поэтому она дает сокращение времени и повышение качества разработки в САПР.

Насчет теоретической значимости замечаний никаких нет, апробация работы достаточно уверенная, автор вел себя образцово, поэтому мы можем голосовать за него. Спасибо.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Я бы хотел отметить недочеты, недостатки. Например, «современные САПР обладают лингвистическим обеспечением» и в тоже время ссылается на ГОСТ того века, ГОСТ 1977 года. ГОСТы существуют в течение 5 лет, ссылаться на ГОСТЫ 77-ого года неприемлемо. Теперь задачи исследования: 11 пунктов задач исследования. Либо они решены поверхностно, чтобы глубоко решить все эти задачи, нужно несколько докторских диссертаций. Если взять выводы, то здесь тоже самое: «разработать», «разработать», «рассмотреть». Мало цифр, встречаются, но недостаточно. Тем не менее, работа по содержанию соответствует, законченная работа, можно соискателю присудить ученую степень кандидата наук.

д.т.н., доцент, Киселев С.К.

Действительно, те методы, которые поднимаются в диссертационной работе Вадима Сергеевича, очень перспективные, и если уж они показывают свою эффективность в такой области, как САПР, как техническая документация, то я думаю, они должны быть тем более востребованы в такой области, как Big Data, когда идет обработка огромных массивов разреженной информации, и суть как раз – найти какие-то единые понятийные основы, сгруппировать эти понятия, которые могут быть привязаны к каким-то областям, положены в основу других алгоритмов анализа этих данных.

С этой точки зрения, требования к качеству классификации, к качеству онтологии будут меньше, чем в технической области, тогда эти методы, которыми занимается Мошкин, будут еще более там востребованы. О том, что существует большой спрос на такие методы классификации и составления онтологии – это очевидно, и с этой точки зрения, перспективна, я буду ее поддерживать.

Председатель

Кто еще хочет выступить? Нет желающих?

Соискателю предоставляется заключительное слово.

Соискатель

Благодарю за замечания, которые были озвучены по диссертационной работе. Я планирую продолжать научную деятельность в данном направлении, и данные замечания будут учтены в перспективе. Спасибо.

Председатель

Переходим к голосованию. Какие будут предложения по составу счетной комиссии? Поступили предложения включить в состав счетной комиссии Клячкина В.Н., Афанасьева А.Н., Епифанова В.В.

Прошу голосовать. Возражений нет.

Председатель

Прошу счетную комиссию приступить к работе.

(Счетная комиссия организует тайное голосование)

Председатель

Коллеги! Продолжаем нашу работу. Слово предоставляется председателю счетной комиссии Клячкину В.Н.

Оглашается протокол счетной комиссии.
(Протокол счетной комиссии прилагается).

Кто против? (Нет).

Кто воздержался? (Нет).

Протокол счетной комиссии утверждается.

Таким образом, на основании результатов тайного голосования (за - 15 , против - нет, недействительных бюллетеней - нет) диссертационный совет Д212.277.01 при Ульяновском государственном техническом университете признает, что диссертация **Мошкина В.С.** содержит новые решения в исследовании представлении терминологии в лингвистическом обеспечении САПР на основе интеграции нечетких онтологий и логического вывода, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 "Положения" ВАК), и присуждает **Мошкину Вадиму Сергеевичу** ученую степень кандидата технических наук по специальности **05.13.12.**

Председатель

У членов Совета имеется проект заключения по диссертации **Мошкина В.С.** Есть предложение принять его за основу. Нет возражений? (Нет). Принимается.

Какие будут замечания, дополнения к проекту заключения?

(Обсуждение проекта) .

Председатель

Есть предложение принять заключение в целом с учетом редакционных замечаний. Нет возражений? Принимается единогласно.

Заключение объявляется соискателю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.01 НА БАЗЕ
 Федерального государственного бюджетного образовательного
 учреждения высшего образования «Ульяновский государственный
 технический

университет» по диссертации
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
 решение диссертационного совета от 21.06.2017 № _____

О присуждении Мошкину Вадиму Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование представления терминологии в лингвистическом обеспечении САПР на основании интеграции нечетких онтологий и логического вывода» по специальности 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования (промышленность)» принята к защите 12.04.2017, протокол № 2, диссертационным советом Д212.277.01 на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32, приказ №847-в от 08.12.2000 г.

Соискатель Мошкин Вадим Сергеевич, 1990 года рождения. В 2012 году соискатель окончил ФГБОУ ВПО «Ульяновский государственный технический университет». В 2016 году окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». С 2012 года работает ассистентом кафедры «Информационные системы» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедре «Информационные системы».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Ярушкина Надежда Глебовна, заведующая кафедрой «Информационные системы» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

Официальные оппоненты:

1. Ковалев Сергей Михайлович, профессор кафедры «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте» ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», доктор технических наук, профессор;
2. Смагин Алексей Аркадьевич, заведующий кафедрой телекоммуникационных технологии и сетей ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет» доктор технических наук, профессор.

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация: Федеральный научно-производственный центр АО "Научно-производственное объединение «Марс» (ФНПЦ АО НПО «Марс»), г.Ульяновск.

В своем положительном заключении, составленном и подписанном Ивановым А.К., доктором технических наук, главным научным сотрудником ФНПЦ АО «НПО «Марс» и утвержденным Маклаевым В. А., кандидатом технических наук, генеральным директором ФНПЦ АО «НПО «Марс», указали, что диссертационная работа Мошкина Вадима Сергеевича является завершенной научно-исследовательской работой, направленной на повышение качества и снижение стоимости проектируемых сложных технических систем. Диссертационная работа

соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, соответствует специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (промышленность)», а ее автор В.С. Мошкин заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 35 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 10 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Общий объем работ: 8,83 п.л. Наиболее значимые научные труды по теме диссертации:

1. Moshkin V., Yarushkina N., Klein V., Andreev I., Beksaeva E.: Hybridization of Fuzzy Inference and Self-learning Fuzzy Ontology-Based Semantic Data Analysis. In: Proceedings of the First International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" (IITI'16), pp. 277–285 (2016). (Scopus)

2. Мошкин В.С., Ярушкина Н.Г. Подход к обучению онтологии на основе гибридизации алгоритмов извлечения знаний из текстов и механизма прецедентов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2016. № 2 (62). С. 78–83.

3. Мошкин В.С., Ярушкина Н.Г. Применение алгоритма логического вывода на основе FuzzyOWL-онтологии // Радиотехника. – 2015. – № 6. – С. 68–72.

4. Мошкин В.С., Андреев И.А., Башаев В.А., Клейн В.В., Ярушкина Н.Г. Семантическая метрика терминологичности на основе онтологии предметной области // Автоматизация процессов управления. – 2014. – № 4 (38). – С. 76–84.

5. Мошкин В.С., Ярушкина Н.Г. Применение онтологического подхода к анализу состояния локальной вычислительной сети // Радиотехника. – 2014. – № 7. – С. 120–124.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. **ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»**. Отзыв подписан заведующим кафедрой «Вычислительная техника и защита информации», д.т.н., профессором Васильевым В.И. Отзыв положительный, замечания: 1) в автореферате отсутствует обоснование адаптации разработанной модели нечеткой онтологии к конкретной предметной области; 2) в выводах работы не представлены результаты экспериментов по оценке качества частного технического задания для проекта АСУ поточной линии сборки.

2. **ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»**. Отзыв подписан заведующим кафедрой информатики и программного обеспечения вычислительных систем, д.т.н., профессором Гагариной Л.Г. Отзыв положительный, замечания: 1) в автореферате отсутствуют примеры логического вывода рекомендаций в процессе проектирования сложных технических систем; 2) в автореферате отсутствует расшифровка множества отношений R_{add} ; 3) недостаточно описана архитектура разработанной интеллектуальной компоненты САПР.

3. **Российский фонд фундаментальных исследований**. Отзыв подписан начальником управления региональных и межгосударственных программ РФФИ, д.т.н., профессором Заболеевой-Зотовой А.В. Отзыв положительный, замечания: 1) отсутствует пояснение множества отношений R_{add} ; 2) не представлено описание разработанного программного комплекса поддержки проектировщика; 3) в автореферате имеются опечатки и стилистические небрежности.

4. **ФГАОУ ВО Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта.** Отзыв подписан профессором кафедры телекоммуникаций Института физико-математических наук и информационных технологий, д.т.н., профессором Колесниковым А.В. Отзыв положительный, замечание – в автореферате отсутствует развернутое обоснование адаптации нечеткой онтологии к конкретной предметной области проектирования сложной технической системы.

5. **Южный федеральный университет.** Отзыв подписан заведующим кафедрой «Системы автоматизированного проектирования», д.т.н., профессором Курейчиком В.В. Отзыв положительный, замечания: 1) отсутствие определения термина «степень терминологичности»; 2) недостаточно глубокая интерпретация результатов экспериментов по анализу частного технического задания в рамках проекта разработки проектной документации для автоматизированной системы управления поточной линией сборки самолета Ил-76МД- 90А на АО «Авиастар-СП».

6. **ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет».** Отзыв подписан заведующим кафедрой «Информационные технологии и системы», д.т.н., профессором Михеевым М.Ю. Отзыв положительный, замечания: 1) недостаточно подробно описана 3 глава работы; 2) блок-схема алгоритма, представленная на рисунке 5 автореферата, недостаточно информативна, при этом необходимые пояснения в тексте так же отсутствуют.

7. **ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет» имени М.Т. Калашникова.** Отзыв подписан профессором кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления», д.т.н., профессором Кучугановым В.Н. Отзыв положительный, замечания: на стр.3 третий абзац во многом повторяет второй; 11 задач (стр.5) – много для одного диссертационного исследования; из автореферата не ясно, кем и как формируется базовое ядро предметной онтологии; желательно также пояснить, как в алгоритме расширения терминологии предотвращается возможность появления терминологических циклов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области исследований по теме диссертации, подтверждаемой публикациями по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны алгоритм расширения онтологического представления терминологии предметной области технической системы, отличающийся от известных построением вложенных связей термина-кандидата, извлеченного из проектного документа, до опорного класса базового ядра онтологии; алгоритм расширения процедурной составляющей базы знаний интеллектуальной САПР, отличающийся от известных использованием в качестве прецедента совокупности SWRL-правил и правил решения задачи проектирования;

предложены онтологически-ориентированная методика извлечения терминологии из проектных документов, отличающаяся от известных совместным использованием статистических методов, лингвистических шаблонов и базового ядра предметной онтологии; метод интеграции нечеткого логического вывода и нечеткого онтологического представления терминологии предметной области технической системы, отличающийся от известных использованием иерархического нечеткого вывода и модели онтологии класса FuzzyOWL;

доказана целесообразность использования онтологически-ориентированной методики извлечения терминологии из проектных документов с использованием базового ядра предметной онтологии в качестве эффективного средства создания единого терминологического пространства, позволяющего достичь сокращения количества ошибок проектировщика на различных этапах проектирования сложных технических систем.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность использования методики интеграции нечетких онтологий и логического вывода при формировании терминологического базиса проектной деятельности в лингвистическом обеспечении САПР;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы модель нечеткой онтологии (FuzzyOWL) и механизм прецедентов для реализации нечеткого логического вывода рекомендаций на экспертном уровне с целью снижения количества ошибок проектировщика;

изложены положения о представлении проектной терминологии в лингвистическом обеспечении САПР с использованием интеграции нечетких онтологий и логического вывода;

раскрыта проблема снижения количества терминологических ошибок проектировщика посредством обеспечения терминологического базиса проектной деятельности с использованием онтологической модели представления терминологии;

изучены средства представления терминологии в интеллектуальных САПР, статистические и лингвистические методы и алгоритмы извлечения терминологии из проектной документации, алгоритмы нечеткого логического вывода (НЛВ) в рамках решения проектных задач на экспертном уровне, а также особенности построения интеллектуальных САПР, реализующих механизмы НЛВ;

проведена модернизация нечеткой онтологической модели представления проектной терминологии с целью обеспечения интеграции онтологии с набором SWRL-правил для последующей реализации иерархического нечеткого вывода.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны модель и алгоритмы представления терминологии в лингвистическом обеспечении САПР на основании интеграции нечетких онтологий и логического вывода, которые **внедрены** в форме интеллектуальной компоненты САПР в рамках проекта разработки проектной документации Автоматизированной системы управления (АСУ) поточной линии сборки (ПЛС) АО «Авиастар-СП», а также использованы при построении универсальной базы знаний учебного центра «Юнитех» агентства переводов «Юнитранс», что подтверждается актами внедрения; получены результаты по сокращению времени обучения специалистов, работающих с мультязычной проектной документацией с использованием полученной в результате применения разработанной интеллектуальной компоненты САПР базы знаний с 6 до 2-х месяцев; применение разработанных алгоритмов позволило значительно снизить количество семантических ошибок в тексте ТЗ по тематике построения АСУ ПЛС, а количество определений, включенных в структуру ТЗ, возросло в 1,7 раза;

определены перспективы практического использования предлагаемых теоретических решений для снижения количества ошибок проектировщика;

создана интеллектуальная компонента САПР в форме программной системы, апробированная для Автоматизированной системы управления (АСУ) поточной линии сборки (ПЛС) АО «Авиастар-СП»;

представлены рекомендации по дальнейшему совершенствованию алгоритмов представления терминологии в лингвистическом обеспечении САПР и программной системы поддержки проектирования, реализующей разработанные модели и алгоритмы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теоретические результаты основаны на известных, проверяемых данных, характеризующих эффективность применения методов и средств автоматизированной обработки терминологии в лингвистическом обеспечении САПР, и согласуются с опубликованными данными по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта российских и зарубежных исследователей в области автоматизированного извлечения терминологии из проектной документации, нечеткого моделирования, анализа текстовых ресурсов на основе онтологии, нечеткого логического вывода и механизма прецедентов;

использованы труды отечественных и зарубежных ученых в таких областях, как автоматизированное извлечение терминологии из текстов, нечеткий логический вывод, онтологические формы представления терминологии;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, средства моделирования проектной деятельности.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии соискателя на всех этапах выполнения исследования, включая участие в научных экспериментах, апробации результатов исследования, разработке программной системы поддержки проектирования, в обработке и интерпретации экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

На заседании 21.06.2017 диссертационный совет принял решение присудить Мошкину В.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **15** человек, из них **6** докторов наук по специальности 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования (промышленность)», участвовавших в заседании, из **21** человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту **0** человек, проголосовали: за **15**, против **нет**, недействительных бюллетеней **нет**.

Защита окончена. Есть ли замечания по процедуре защиты? (Нет).

Поздравляет соискателя с успешной защитой. Благодарит членов совета и всех участников за работу.

Заседание объявляется закрытым.

Зам. Председателя Совета 277.01
Д.Т.Н., доцент

С.К. Киселев

Ученый секретарь Совета 277.01
Д.Т.Н., профессор

В.И. Смирнов

