

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.04

Повестка дня:

Защита диссертации **Куликовой Анной Александровной**
на соискание ученой степени *кандидата технических наук*:

**"Методы и средства формирования и использования
онтологий проектов в процессе проектирования
автоматизированных систем"**

Специальность:

05.13.12 «Системы автоматизации проектирования»
(информационные технологии и промышленность).

Официальные оппоненты:

Курейчик Виктор Михайлович, доктор технических наук,
профессор, ФГАОУ ВО «Южный
федеральный университет»,
г. Таганрог

Таратухин Виктор Владимирович, кандидат технических наук,
Национальный исследовательский
университет «Высшая школа экономики»
в Нижнем Новгороде

Ведущая организация - Институт проблем управления сложными
системами РАН - обособленное
подразделение ФГБУН «Самарский
федеральный исследовательский центр РАН»

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.04

от 09 марта 2022 года

на заседании присутствовали члены Совета:

1.	Ярушкина Н.Г., председатель Совета	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
2.	Киселев С.К. зам. председателя Совета	д.т.н., доцент	05.13.05	- технические науки
3.	Наместников А.М., ученый секретарь Совета	д.т.н., доцент	05.13.12	- технические науки
4.	Браже Р.А.	д.ф.-м.н., профессор	05.13.05	- технические науки
5.	Васильев К.К.	д.т.н., профессор	05.13.01	- технические науки
6.	Гладких А.А.	д.т.н., профессор	05.13.01	- технические науки
7.	Дьяков И.Ф.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
8.	Иванов О.В.	д.ф.-м.н., доцент	05.13.05	- технические науки
9.	Клячкин В.Н.	д.т.н., профессор	05.13.01	- технические науки
10.	Крашенинников В.Р.	д.т.н., профессор	05.13.01	- технические науки
11.	Курганов С.А.	д.т.н., доцент	05.13.05	- технические науки
12.	Негода В.Н.	д.т.н., доцент	05.13.12	- технические науки
13.	Самохвалов М.К.	д.ф.-м.н., профессор	05.13.05	- технические науки
14.	Сергеев В.А.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки
15.	Смирнов В.И.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки
16.	Ташлинский А.Г.	д.т.н., профессор	05.13.01	- технические науки

Председатель Совета
д.т.н., профессор

Ученый секретарь
д.т.н., доцент



Н.Г. Ярушкина

А.М. Наместников

Председатель

Уважаемые коллеги!

На заседании диссертационного Совета Д212.277.04 из 23 члена Совета присутствуют 16 человек очно. Необходимый кворум имеем.

По специальности защищаемой диссертации 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования» (информационные технологии и промышленность) (технические науки) на заседании присутствуют 4 доктора наук. Наше заседание правомочно.

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

Председатель

Объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Куликовой Анной Александровной** по теме: «Методы и средства формирования и использования онтологий проектов в процессе проектирования автоматизированных систем».

Работа выполнена в Ульяновском государственном техническом университете

Научный руководитель - д.т.н., профессор Негода В.Н.

Официальные оппоненты:

Курейчик Виктор Михайлович, доктор технических наук,
профессор, Южный федеральный
университет»

Таратухин Виктор Владимирович, кандидат технических наук,
Национальный исследовательский
университет «Высшая школа экономики»
в Нижнем Новгороде

Присутствуют оба оппонента.

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

Ведущая организация - Институт проблем управления сложными системами РАН - обособленное подразделение ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр РАН».

Слово предоставляется Ученому секретарю диссертационного Совета д.т.н. А.М. Наместникову Д212.277.04 для оглашения документов из личного дела соискателя.

Ученый секретарь

Уважаемые члены диссертационного совета!

Соискателем **Куликовой Анной Александровной** представлены в Совет все необходимые документы для защиты кандидатской диссертации (зачитывает) :

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

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

Основные положения диссертации отражены соискателем в 35 научных работах, в т.ч. в 1 статье в изданиях из перечня ВАК, 8 публикациях индексируемых Scopus, получено 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Соискатель представлен к защите 22.12.2021 г. (протокол №9). Объявление о защите размещено на сайте ВАК РФ 28.12.2021 г.

Вся необходимая информация по соискателю внесена в ФИС ГНА.

Председатель

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

Есть ли вопросы к **Куликовой А.А.** по личному делу? (Нет).

Анне Александровне, Вам предоставляется слово для изложения основных положений Вашей диссертационной работы.

Соискатель

Уважаемый председатель, уважаемые члены совета, уважаемые присутствующие, разрешите представить результаты диссертационного исследования «Методы и средства формирования и использования онтологий проектов в процессе проектирования автоматизированных систем».

Активное разделение труда, которое широко распространено при разработке автоматизированных систем, а также задействование широкого спектра прототипов способствует появлению семантических разрывов между фазами проектного процесса. Это происходит потому, как различаются компетенции специалистов, различается инструментарий и различается даже профессиональный язык на разных этапах проектирования.

Это приводит к нарушению концептуальной целостности и повышению трудозатрат на проектирование.

На слайде схематически показаны данные информационного центра строительства Японии, которые демонстрируют семантические разрывы – то есть количественное и качественное снижение информации от этапа к этапу.

Онтологии, будучи средством семантического моделирования, призваны сокращать такие разрывы. Однако, анализ существующих исследований в области вовлечения онтологического моделирования в проектный процесс разработки автоматизированных систем показал, что оно носит лоскутный характер и зачастую направлено на решение локальных задач,

а результаты онтологического моделирования зачастую интерпретируются человеком, что приводит к абстрагированию от объектов и процессов автоматизации – и, как следствие, искажению требований к системе и неудовлетворенности заказчика.

В связи с этим была поставлена цель исследования – снизить трудозатраты на проектирование автоматизированных систем за счет сокращения семантического разрыва между спецификациями проектных решений различных стадий проектного процесса, а также автоматизации разработки проектных решений и их реализации.

Научная новизна результатов исследования связана с предложенной новой технологией прецедентно-ориентированного онтологического сопровождения процесса проектирования автоматизированных систем, новыми аналитическими моделями системы онтологий проекта, а также разработанными новыми алгоритмами формирования самих спецификаций онтологических моделей и проектных решений на основе онтологических моделей.

Основные научные положения, выносимые на защиту, представлены на слайде и связаны с методикой интегрированного в проектный процесс прецедентно-ориентированного онтологического сопровождения, аналитическими моделями системы онтологий проекта, а также средствами формирования и использования системы онтологий.

В рамках диссертационного исследования был разработан подход к онтологической поддержке проектирования, который представляет собой систему связанных положений. Рассмотрим три основных.

Первое положение связано с вовлечением в проектный процесс методики проектного мышления, которая широко распространена на западе и хорошо себя зарекомендовала для решения проектных задач, а также методики вопросно-ответного моделирования, которая призвана формализовать рассуждения проектировщика и зафиксировать последовательные связи между разрабатываемым артефактами.

Обратимся к примеру решенной в рамках экспериментальной части исследования задачи по разработке системы логического управления роботом-плиткоукладчиком. Согласно методике проектного мышления, в начале нам необходимо сформулировать потребности заказчика – процесс формулирования начинается с ключевых слов, которые ложатся в основу небольших текстов (будем называть их дискурсами), далее на основе них формируются постановка задачи и идея её решения. На каждом этапе результаты рассуждений проектировщика фиксируются в вопросно-ответных протоколах.

Второе положение подхода связано с тем, что онтологию проекта целесообразно представлять как многоуровневую систему связанных онтологий в согласии с разбиением проектного процесса на этапы. Так, например, возможно создание онтологической модели системы на уровне требований, на уровне проектных решений и на уровне реализации.

Структура метаданных онтологии проекта предполагает наличие традиционных элементов, таких как концепты, отношения, свойства концептов, аксиомы и функции интерпретации. Дополнительно в структуру онтологии введены агрегаты – в том числе для группировки онтологических спецификаций в соответствии с этапами, на которых они появляются. При этом функции интерпретации обеспечивают соответствие онтологических спецификаций предыдущего этапа с последующим.

В качестве входных данных для онтологического специфицирования самой системы используются продукты реализации упомянутой методики проектного мышления – то есть дискурсы и вопросно-ответные

протоколы. Также онтологические спецификации предыдущих этапов также служат входными данными для создания или модификации онтологических моделей последующих этапов. А те, в свою очередь, используются для генерирования различных артефактов, в том числе UML-диаграмм и исходного кода. Система представленных здесь положений и формализмов порождает сквозной проектный процесс, представленный в нижней части слайда.

В соответствии с третьим положением, целесообразно организовать процесс онтологического моделирования как систему инкрементальных процессов, и результатом каждого инкремента будет являться изменение состояния онтологии проекта.

Поскольку онтологические спецификации ориентированы на генерирование проектных решений, а функции интерпретации обеспечивают связывание онтологических моделей системы предыдущих этапов с последующими, применение такого подхода обеспечивает эффективную автоматизацию распространения изменений в исходных требованиях: при необходимости изменить требования к системе, модификации вносятся только в онтологию требований. В онтологические модели последующих уровней изменения проникают автоматизировано, а через них – и в создаваемые артефакты.

Для реализации положений подхода были разработаны инструментальные средства, структурно-функциональная организация которых представлена на слайде. Средства разработаны на языке Python, имеют графический интерфейс, состоят из модулей обработки входных текстовых данных, модулей генерирования UML-диаграмм и исходного кода программ, а также вспомогательных скриптов.

По результатам сравнительного анализа различных инструментов онтологического моделирования для организации хранения данных в онтологии проекта была выбрана графовая система управления базами данных Neo4j.

Разработанные средства базируются на моделях проектного процесса, который мы разделили на несколько этапов – в согласии с последовательным формированием упомянутых онтологических моделей.

Первый этап связан с формированием онтологии требований. Помимо традиционной процедуры анализа требований предлагается специфицировать их в формате онтологической модели. Для формализации таких спецификаций были выделены классы концептов, свойственные автоматизированным системам вообще: например, входы, выходы, операции, процессы, протоколы и так далее. Кроме того, описаны типы отношений, которые могут связывать экземпляры определённых классов.

На слайде представлен интерфейс разработанных средств формирования онтологии требований. На вход поступает некий текст (это может быть фрагмент проектной документации или фрагмент рассуждений проектировщика), на выходе мы получаем отсортированный чек-лист из претендентов на включение в онтологию. Кроме того, можно добавить отношения между существующими концептами в соответствии с ограничениями на структуру метаданных онтологии.

Следующий этап проектного процесса – опциональный. Он связан с онтологическим специфицированием прототипов – то есть таких артефактов, которые можно переиспользовать при разработке системы. Предполагается, что специфицирование прототипов, во-первых, способствует сглаживанию семантического; во-вторых, позволяет впоследствии быстрее строить онтологические модели разрабатываемых систем.

На слайде представлен пример онтологического описания поворота вправо, реализованного в исходном прототипе, который необходимо «превратить» в поворот влево в результирующей системе.

Следующий этап связан с формированием онтологии проектных решений. Здесь вводятся дополнительные агрегаты концептов, связанные с проектными операциями, проектными задачами, проектными решениями и проектными процессами. Также вводятся правила порождения данных агрегатов и возможные классы концептов.

Например, для формирования модели поведения систем с состояниями используются такие классы концептов, как собственно состояния, переходы между состояниями, условия переходов, а также действия, которые выполняются до либо после этих переходов.

Интерфейс формирования онтологической модели поведения такой системы управляется структурой метаданных онтологии проекта. Таким образом, проектировщику достаточно выбрать, какие из существующих в онтологии требований концептов необходимо «превратить» в состояния, условия переходов и так далее; и они автоматически добавятся в онтологию в соответствии с заданной структурой.

На основе такой онтологической модели возможно генерирование UML-диаграммы состояний: в частности, генерируется формальная спецификация, которая переводится в изображения с помощью инструмента PlantUML.

Финальным этапом является формирование онтология реализации. Под реализацией подразумевается написание программного кода, в связи с чем определены такие классы концептов, как функции, операции и параметры – описывающие структуру программного кода. Аналогично определены правила формирования или модификации таких концептов.

Интерфейс формирования онтологии реализации также управляется структурой метаданных онтологии проекта, имена концептов уровня реализации могут быть сгенерированы с помощью средств автоматического перевода и заданных правил именования. На основе такой онтологической модели возможна генерация исходного кода.

Был проведен эксперимент, связанный с уже упомянутой задачей по разработке системы управления роботами-плиткоукладчиками – необходимо было написать программу, которая управляла бы их поведением. На момент проведения эксперимента у нас уже был готовый работающий код такой системы, написанный программистом на языке С. Мы построили онтологическую модель поведения системы и сгенерировали аналогичный код на основе неё.

Корректность работы кода проверялась с помощью логов о работе программы. В ходе анализа была выявлена некоторая избыточность сгенерированного кода, которая, однако, значительно не повлияла на производительность. Из позитивных свойств можно отметить возможность автоматического комментирования кода на основе данных из онтологии.

Предложенные технология и инструментарий были апробированы в ходе проведения трёх экспериментов. Первый я уже упомянула. Второй был связан с разработкой подсистемы, обслуживающей процесс продвижения товаров народного потребления на основе пространства прототипов. Третий – с разработкой средств поддержки проектирования прототипов систем программного управления транспортными роботами. На слайде показаны фрагменты онтологических моделей, разработанных в ходе данных экспериментов.

По итогам проведения экспериментов был обнаружен ряд позитивных эффектов.

Первый эффект связан с сокращением трудозатрат на проектирование в условиях изменения требований.

Проектный процесс был смоделирован в двух вариантах – как если бы он осуществлялся с применением средств онтологического моделирования и без их применения. Процесс был разбит на проектные процедуры, каждая из которых была экспертно оценена в условных единицах, согласующихся с человеко-часами и сложностью их выполнения.

Как видно на графике, в начале требовались дополнительные трудозатраты на онтологическое моделирование, которые впоследствии нивелировались с ростом количества изменяющихся требований. Оценивалась доля сэкономленных трудозатрат, которая начала принимать положительные значения уже где-то после восьмой итерации и в итоге достигла примерно 30%.

Второй позитивный эффект связан с сокращением трудозатрат непосредственно на формирование онтологических моделей. Оно достигается за счет разработанных средств автоматической обработки текста, средств формирования структурированного чек-листа претендентов на включение в онтологию, программной реализации ограничений, наличия управляемого метаданными интерфейса наполнения онтологии и интеграции средств автоматического перевода для генерирования имён.

Важнейший позитивный эффект связан с сокращением семантического разрыва, упомянутого в начале доклада.

В ходе эксперимента в качестве прототипов были задействованы фрагменты существующей базы данных, на основании которых была построена онтологическая модель исходных прототипов. Далее эта модель была подвергнута незначительной модификации и использована для формирования структуры целевой базы данных. Был посчитан коэффициент близости между пространствами имен исходных прототипов и целевых проектных решений, который оказался в три раза меньше коэффициентов близости пространств имен, полученных в результате введения промежуточных этапов онтологического моделирования.

Таким образом, доказано, что применение онтологического моделирования значительным образом способствует сглаживанию семантических разрывов.

Основные результаты исследования представлены на слайде, разрешите их не зачитывать.

По исследованию есть публикации, результаты обсуждались на международных и всероссийских конференциях, использовались в научно-исследовательских работах, в том числе поддержанных грантами РФФИ. Часть средств внедрены в практику работы НПО «Марс» и в учебный процесс Ульяновского государственного технического университета.

На этом мой доклад завершён, я благодарю всех присутствующих за внимание.

Председатель

Переходим к вопросам. Какие есть вопросы к соискателю?

д.т.н, профессор Дьяков И.Ф.

Цель исследования – снизить трудозатраты за счет сокращения семантического разрыва. Вы делаете сокращение в 3 раза. А больше можно – например, в 5 или 10 раз? Что при этом происходит?

Соискатель

Величина семантических разрывов зависит от конкретных артефактов, поскольку исходные прототипы иногда можно использовать в неизменном виде, а иногда требуются модификации. То есть на практике величина таких разрывов достаточно сильно варьируется. Экспериментально подтверждено, что сокращение в 3 раза точно достижимо.

д.т.н, профессор Дьяков И.Ф.

Вы поставили 8 задач исследования. Это на уровне докторской диссертации. Они полностью выполнены? Давайте рассмотрим их – например, 5-ю, 6-ю и 7-ю. Пожалуйста, прокомментируйте эти задачи.

Соискатель

Пятая задача – разработать совокупность аналитических моделей системы онтологий проекта, обслуживающих анализ требований, проектирование и реализацию, а также поддерживающую частичную автоматическую генерацию UML-диаграмм и исходного кода программ автоматизации. Совокупность аналитических моделей разработана, они представлены формализмами на слайдах 8, 9, 10. Модели обслуживают генерирование UML-диаграмм и программного кода.

Если говорить про следующую задачу – разработать технологию для основных видов работ проектировщиков при формировании и использовании онтологии, – то разработанная технология работы проектировщика в обобщенном виде представлена диаграммой деятельности на слайде 11 и более детально представлена отдельными диаграммами деятельности в рамках каждого этапа: специфицирования прототипов, формирования проектных решений и реализации.

Следующая задача – разработать функциональный прототип инструментально-технологического комплекса формирования и использования онтологий. Был разработан функциональный прототип, его структурно-функциональная организация представлена на слайде 13; прототип имеет графический интерфейс, фрагменты интерфейса также показаны.

д.т.н, профессор Дьяков И.Ф.

В каких единицах измеряются трудозатраты, показанные на графике?

Соискатель

Трудозатраты измерялись в условных единицах, называемых сторипойнтами; по методике «покер планирования», которая сейчас широко распространена в практике работы программного обеспечения. Сторипойнты согласуются с человеко-часами и сложностью. Человеко-часы по методике СОСОМО II не использовались, поскольку они ориентированы на оценку разработки программного кода.

д.ф.-м.н. Иванов О.В.

В чем измеряется объем информации на слайде 26?

Соискатель

Объем информации измеряется в объеме документации, которую необходимо было обработать для того, чтобы сформировать онтологическую модель, в количестве агрегатов, связей и правил, в количестве сущностей, задействованных в разрабатываемых онтологических моделях.

д.ф.-м.н. Иванов О.В.

Не совсем понятно. Вот у вас есть цифра 10 – это 10 агрегатов, понятий или чего именно? О чем речь?

Соискатель

Это условная единица – представляет собой атомарную спецификацию в онтологической базе знаний. Она связана с объемом документации и количеством сущностей онтологии, которая была разработана на основе данных текстов.

д.ф.-м.н. Иванов О.В.

Это экспериментальная картинка?

Соискатель

Да, это экспериментальная картинка. Был проектный процесс по формированию онтологической модели, он был разбит на проектные процедуры, связанные с изучением документации, выявлением концептов и так далее.

д.ф.-м.н. Иванов О.В.

Для каких значений проводился эксперимент? В каких точках построена эта картинка?

Соискатель

Эксперимент проводился для значений, представленных в левой части слайда 26: это 7 тысяч слов.

д.ф.-м.н. Иванов О.В.

Для какого объема информации проводился эксперимент? Сколько было измерений?

Соискатель

Эксперимент проводился для объема информации, представленного документацией в количестве 7 тысяч слов, 200 понятий, 20 агрегатов, 300 связей и 30 правил. Был высчитан процент сокращения трудозатрат. И, поскольку у нас есть прямо-пропорциональная зависимость, с ростом объема информации аналогично будут расти трудозатраты на онтологическое моделирование.

Хочу показать дополнительный слайд, на котором демонстрируется, что мы разбили процесс формирования онтологической модели на процедуры – здесь показаны примеры данных процедур: изучение проектных

документов и так далее. Мы оценили трудозатраты по каждой процедуре. Для некоторых процедур был введен множитель, на который нужно умножить значение трудозатрат, чтобы оценить их в ходе эксперимента. Таким образом были получены значения по трудозатратам.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

А в чем заключался собственно эксперимент?

Соискатель

Эксперимент связан с разработкой системы управления роботом-плиткоукладчиком. По данной системе существовала документация, которая была изучена, ее объемы составляли озвученные значения. А количества понятий, связей и так далее были получены из тех онтологических моделей, которые были сформированы в ходе проведения эксперимента.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

А суть проведения эксперимента в чем заключалась?

Соискатель

Суть заключалась в том, что мы прошли проектный процесс по разработке системы логического управления роботом-плиткоукладчиком, начиная с анализа требований, формирования онтологии требований, формирования онтологий проектных решений и реализации. Сгенерировали на основе онтологических моделей артефакты – UML-диаграммы и программный код. И дополнительно оценили трудозатраты непосредственно на онтологическое моделирование – как если бы мы это делали вручную, без разработанных средств автоматизации, которые реализуют ограничения на структуру онтологии, формируют чек-лист с претендентами на включение в онтологию и так далее, и с использованием данных средств. То есть были посчитаны трудозатраты по каждому процессу и проведено сравнение.

д.т.н., профессор Крашенинников В.Р.

Сколько было проведено таких экспериментов?

Соискатель

Три эксперимента.

д.т.н., профессор Сергеев В.А.

А это происходило с реальным проектировщиком? Был ли какой-то субъект в этом эксперименте? Или это машинное моделирование?

Соискатель

Нет, это не машинное моделирование. Был реальный проектировщик, который заносил понятия в онтологию ручным способом и с помощью разработанных средств автоматизации.

д.т.н, профессор Крашенинников В.Р.

Как же тогда оценивалась трудоемкость?

Соискатель

Была группа экспертов – порядка 15 человек – которые оценили трудоемкость. Это происходило в рамках внедрения в учебный процесс. Они попробовали сделать это без средств автоматизации и с разработанными средствами, в результате чего получилась усредненная оценка.

д.т.н, профессор Крашенинников В.Р.

И какая получилась разница? Раза в три?

Соискатель

В два раза.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

А как тогда у вас варьировался объем информации?

Соискатель

Он не варьировался, так как видно, что процент не меняется с ростом объема информации.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Как же он не варьировался, если вы поставили несколько точек: 10, 20, 30, 40?

Соискатель

График нужен для наглядности. Но по сути с ростом объема информации сокращение трудозатрат произойдет также примерно в два раза, на 56%.

Председатель

То есть график гипотетический, по всей видимости. Есть точка – это эксперимент. Пожалуйста, еще вопросы.

д.т.н, профессор Крашенинников В.Р.

Когда вы делаете что-то с одним элементом, потому с двумя, тремя и так далее, то, казалось бы, должна быть линейная зависимость. Но нет, она идет по параболе, потому что чем дальше, тем больше связей между элементами.

Председатель

Будет ли сохраняться гипотетическая линейная зависимость, если изменится состояние документа – то есть, например, количество сущностей останется таким же, но связаны они будут настолько сильнее, что изменится характер зависимости?

Соискатель

Предположение о линейной зависимости, конечно, несколько идеализированно. Но предположительно с ростом количества информации она останется примерно такой же, поскольку в случае ручного способа необходимо изучить весь существующий объем информации, на что требуется время, а в случае со средствами автоматизации – информацию все равно потребуется изучить, но уже в меньшем объеме. То есть если в начале у нас был большой текст, то средства автоматизации превратили его в структурированный чек-лист. И, если у нас на входе будет текст больше, то на выходе будет чек-лист больших объемов и проектировщику также потребуется его изучить для того, чтобы сформировать онтологическую модель.

д.т.н, профессор Васильев К.К.

Вопрос по поводу этих цифр – 30% и 56%, которые фигурируют в заключении диссертации. Какой же все-таки доверительный интервал в случае, если мы будем брать какой-то один класс проектных работ?

Соискатель

30% – это максимальное значение. В случае трудозатрат на проектирование в условиях изменения требований оно будет зависеть от количества измененных требований.

д.т.н, профессор Васильев К.К.

Вот вы построили гипотетическую прямую линию – наверное, так оно и правильно. Но под каким наклоном она пойдет? Ведь фактически 30% – это тот показатель, который достигается, когда вы уходите от начального условия, где вообще-то даже проигрыш есть. Я понимаю, что при малом числе требований это может быть даже не очень интересно. Но если вы возьмете другие условия или другой класс задач, этот показатель может принять другое значение, не 30%. Как вы это оцениваете? Какой диапазон? От 20% до 100%? Или от 0% до 30%? Или от минус 30% до 30%? Непонятна погрешность. Насколько можно доверять этой цифре?

Соискатель

Если достаточно четко определено то, что нам необходимо разработать, и, поскольку мы формализовали процедуры, связанные с разработкой системы в условиях вовлечения онтологического моделирования и без онтологического моделирования, то в начале мы можем сделать предварительную оценку. Например, нам нужно разработать некую

автоматизированную систему. Мы берем разработанную модель проектного процесса и по ней можем посчитать и оценить, сколько в итоге составит предполагаемый эффект от применения разработанных средств. То есть перед тем, как начать работу по проекту, мы можем оценить, имеет смысл нам вовлекать данные средства или нет.

Но, согласно приведенному графику, если мы знаем, что нам потребуется более 10 итераций, то мы можем рассчитывать, что сэкономим от 15% трудозатрат.

д.т.н., профессор Васильев К.К.

Понятно, что 30% – это асимптотическое значение на таком графике. Если одна линия будет иметь наклон b , другая – c , то получится $x = (b - c)/b$. Оно и будет константой. Но я не об этом спрашиваю.

Допустим, я решил купить у вас эту систему, и вы мне говорите, что я выиграю 30%. Я приношу это на свой механический завод, и у меня не получается 30. Тогда я иду к вам и спрашиваю, для какого класса задач применима эта система. Вот о чем я спрашиваю. Обязательно ли мы получим 30%, или все-таки в каком-то диапазоне?

Соискатель

К вопросу о классе задач можно точно сказать, что, если предполагается, к примеру, одна-две-три итерации, то систему использовать нет смысла. Но, если предполагается более 10 итераций по изменению логики функционирования системы, то так и получится до 30% экономии, поскольку те проектные процедуры, на основании которых делались расчеты, достаточно типичны для разработки автоматизированных систем. Модель проектного процесса строилась с ориентацией на стандарты, в частности на ГОСТ 34.

д.т.н., доцент Киселев С.К.

Есть класс программного обеспечения – системы управления требованиями, – он достаточно известен и широко используется в различных предметных областях. Фактически вы пытаетесь решить ту же задачу. В чем отличие того, что предложили вы, и известных подходов?

Соискатель

Если говорить о проблеме семантического разрыва, то существует множество способов его преодоления. Наиболее традиционные – это составление документации и поддержание ее в актуальном состоянии. Но, применение технологии, которая предлагается в рамках исследования, не исключает другие средства. Она вводится как дополнение: мы точно так же формируем документацию, точно так же осуществляется анализ требований в традиционном виде и так далее. Онтологическое моделирование создает дополнительную ценность к существующим средствам.

д.т.н., профессор Сергеев В.А.

У меня понятийный вопрос. Согласно вашим выводам, информационный разрыв снижается в 3 раза. В каких единицах он измеряется? И как это подтверждено в вашем исследовании?

Соискатель

Информационный разрыв измерялся по формуле коэффициента близости Жаккара, которая дает нам меру пересечения множеств.

д.т.н, профессор Сергеев В.А.

Но это же у вас семантический разрыв. А информационный?

Соискатель

Понятия «информационный разрыв» и «семантический разрыв» в контексте моего исследования используются как синонимы, и в публикациях, которые я рассматривала на эту тему, они также часто рассматриваются как синонимы. Ссылки на публикации есть в параграфе 1.2 диссертации.

д.т.н, профессор Сергеев В.А.

И в каких единицах он измеряется?

Соискатель

Для измерения используется коэффициент близости Жаккара, это мера пересечения пространств имен. Под пространством имен подразумеваются те лексические единицы, которые фигурируют в исходных проектных решениях, в целевых проектных решениях и непосредственно в онтологических моделях.

д.т.н, профессор Сергеев В.А.

И это экспериментально подтверждено?

Соискатель

Да, это экспериментально подтверждено. На входе в качестве исходных проектных решений рассматривалась существующая база данных, мы построили на основе нее онтологическую модель, посчитали близость пространств имен. Трансформировали онтологическую модель и так далее.

д.т.н, профессор Сергеев В.А.

На каком-то конкретном частном примере?

Соискатель

Да, на примере, связанном с разработкой подсистемы, обслуживающей хранение данных для системы продвижения товаров народного потребления.

д.т.н, профессор Сергеев В.А.

Получается, что на этом примере сокращение разрыва достигается в 3 раза. А на другом примере – например, в более сложных задачах, в проектах со многими связями – это значение может оказаться другим. Это надо было отражать в заключении при перечислении результатов исследования.

д.т.н., доцент Наместников А.М.

У вас достаточно интересный подход в работе, который предполагает представление онтологий с использованием графовой базы данных Neo4j. Если мы представляем онтологии в такой СУБД, то каким образом происходит логический вывод?

Соискатель

Логический вывод происходит за счет реализации запросов к базе данных онтологии и за счет разработанных мной на языке Python скриптов.

д.т.н., доцент Наместников А.М.

А можно ли гарантировать непротиворечивость и полноту?

Соискатель

Непротиворечивость можно гарантировать за счет традиционных для онтологического моделирования средств, таких как введение аксиом, то есть ограничений на структуру метаданных онтологии проекта.

Полнота покрытия онтологической моделью сути разрабатываемой системы определяется прагматикой: онтологические спецификации разработаны с ориентацией на генерирование артефактов – таких как UML-диаграммы и программный код. Если существуют какие-либо аспекты, которые не укладываются в предлагаемую структуру метаданных, то они остаются в рассуждениях проектировщика, которые также подвергаются некоторой формализации с помощью вопросно-ответных протоколов и связываются с онтологией проекта. Таким образом достигается полнота.

Председатель

У меня вопрос простой и касается того, что мне интересно. Если у вас есть онтология, построенная по проектной документации автоматизированной системы, то вы можете породить автоматную диаграмму, правильно?

Соискатель

Да.

Председатель

И вы сказали, что можете еще сгенерировать определенный фрагмент исходного кода. Связано ли это с тем, что вы именно автоматную диаграмму делаете кодом? Или есть еще какие-то моменты, связанные с генерацией кода?

Соискатель

Не совсем так. Код генерируется не по диаграмме состояний, а на основе онтологической модели, которая существует на уровне реализации. То есть и UML-диаграмма, и код генерируются на основе онтологической модели.

Председатель

Понятно. Хотя, казалось бы, автоматную диаграмму можно положить в код, и автоматически получилась бы программа управления. Результат весьма прагматичный.

д.т.н., доцент Наместников А.М.

Вопрос в продолжение темы. Для каких целей тогда нужна автоматная диаграмма? Для лучшей визуализации, может быть?

Соискатель

Для визуализации, для обсуждения требований с заказчиком. В качестве дополнительного средства документирования.

Председатель

Есть еще вопросы? (Нет).

Согласны ли члены Совета сделать технический перерыв? (Нет).
Тогда продолжаем работу.

Слово предоставляется научному руководителю работы **д.т.н. Негоде В.Н.**

Анна Александровна имеет базовое образование по лингвистике, и это во много определило значимые результаты, которые она получила, в частности вокруг семантических разрывов. Первые три года аспирантуры ей руководил Соснин Петр Иванович, и это исследование было запланировано как ключевая работа в области того, чем он занимался в последние годы, – развития теории проектов автоматизированных систем. Мы с ним несколько раз разговаривали, и уже тогда предполагалось мое участие в той части исследования, которая связана с использованием онтологий проектов. Тогда я предлагал ему систему проектных решений, которые можно было бы вовлечь, и все эти решения были признаны очень сложными, поскольку за ними скрывались десятки тысяч строк кода – это были реально работающие системы.

Когда мы начали заниматься использованием онтологий, эти десятки тысяч строк на нас «свалились», и целый год шла фильтрация. И только год назад ключевой стала задача, связанная с плиткоукладчиками. Анна Александровна сама ее выбрала, и все исследования она делала также сама. Более того, она выбрала СУБД Neo4j, которая не так часто, хотя в последнее время все чаще, используется в онтологическом моделировании, и этот выбор закрыл очень много проектных задач. Она выбрала графовую СУБД интуитивно, но очень правильно. Зарегистрирован

самостоятельно написанный Анной Александровной промежуточный Python-код в объеме многих тысяч строк.

В работах онтологического характера обычно доминируют правдоподобные рассуждения, и многое берется на веру в авторитетных людей, подтвердивших, что их аналитические модели состоятельны. В данном же случае была поставлена более жесткая задача: если есть исходные коды реально работающей системы, можем ли мы на основе онтологических моделей получить коды, которые выполняли бы ту же самую работу? Это значительно более жесткие условия, и по началу казалось, что это даже невозможно. Но Анна Александровна осмыслила эту задачу.

У нас была цепочка трансформаций спецификаций проектных решений. На вход поступали онтологии требований и часть базы опыта – то есть спецификации прототипов, далее – следующие спецификации, далее – следующие и следующие, и на выходе – работающий код. Каждый такой эксперимент настолько объемен, что речь не могла идти о том, чтобы организовать много групп проектировщиков, работу которых мы могли бы сравнить и получить много точек. Поэтому мы и строим линейную зависимость – она получается из методики СОСОМО, где есть коэффициент k в степени 1.05, что позволяет нам спрямить график, который обычно движется к параболе. То есть точка действительно одна, но за ней скрывается огромный объем проектной работы, и повторить его многократно для многих точек нереально. Когда речь идет о модификациях – а в ее эксперименте рассматривалось до 90 тысяч модификаций, – то появилось много уже точек.

Анна Александровна получила несколько артефактов проектирования, которые выходили за рамки поставленных мной задач. Например, однажды в обсуждении проскользнул вопрос, возможно ли сгенерировать требования в формате традиционного технического задания в текстовом формате – и через несколько дней у нее это заработало на основе запросов к онтологической базе данных и на основе промежуточного кода, который она сама написала. Таким же образом была сгенерирована диаграмма вариантов использования и диаграмма состояний.

Сегодня формирование диаграммы состояний покрыто десятками диссертаций. Но диаграмма состояний проектируется человеком с помощью самых разных инструментальных средств – Visual Paradigm, Rational Rose, Visio. Это ручной труд. Но Анна Александровна обошлась без этого – благодаря тому, что есть первая часть, когда на концептуальном этапе строятся формализации в соответствии с парадигмой Design Thinking, которые разрабатывались ей вместе с Петром Ивановичем и опубликованы во многих работах. Эта парадигма порождает результаты концептуального уровня, которые начали интерпретироваться программными средствами, в то время как традиционно они интерпретируются людьми. Она самостоятельно всего этого достигла.

Кроме того, Анна Александровна уже прочитала один курс по основам теории систем – буквально на основе всех этих результатов. Есть еще два курса, в которых эти результаты также активно используются.

Я считаю, что, как сложившийся специалист, Анна Александровна достойна присуждения ей степени кандидата наук.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Ученому секретарю Совета предоставляется слово для оглашения

заклучения 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 8 отзывов, все они положительные. Согласны ли члены Совета заслушать обзор отзывов, или есть другие предложения? (Согласны)

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

Ученый секретарь зачитывает обзор отзывов.

(Отзывы прилагаются).

1. Вятский государственный университет.

Отзыв подписан главным научным сотрудником кафедры электронно-вычислительных машин, д.т.н., профессором Страбыкиным Д.А.

Замечание:

- не ясно, почему для результатов онтологического моделирования автоматизированной системы в тексте автореферата используются различные термины: «онтология проекта», «система онтологий проекта», «онтологическая модель проекта» и «онтологические спецификации проекта».

2. Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники.

Отзыв подписан профессором кафедры интеллектуальных информационных технологий, д.т.н., профессором Голенковым В.В.

Замечания:

- в автореферате диссертации не рассматриваются возможности онтологического моделирования для решения такой важной проблемы, как поддержание проектной документации в актуальном состоянии и обеспечение ее постоянного соответствия разрабатываемым артефактам;

- в автореферате отсутствует достаточно подробное описание всех упоминаемых автором экспериментов по практическому применению предлагаемых методов, а не только разработки системы логического управления плиткоукладчиками, рассмотренной автором.

3. Казанский (Приволжский) федеральный университет.

Отзыв подписан доцентом кафедры информационных систем, к.т.н., доцентом Невзоровой О.А.

Замечание:

- из текста автореферата диссертации неясно, как проверяется корректность работы сгенерированного на основе онтологической модели кода и влияет ли его избыточность на производительность системы в целом.

4. Институт космических и информационных технологий Сибирского федерального университета.

Отзыв подписан заведующим кафедрой «Системы искусственного интеллекта», д.т.н., профессором Цибульским Г.М.

Замечания:

- из представленного в тексте автореферата диссертации материала недостаточно ясно, за счет каких средств обработки текста происходит сокращение трудозатрат на онтологическое моделирование;
- из представленного в тексте автореферата диссертации материала не понятно, каким образом требования на естественном языке и продукты вопросно-ответного анализа преобразуются в онтологию требований.

5. Брянский государственный технический университет.

Отзыв подписан доцентом кафедры «Информатика и программное обеспечение», председателем Брянского регионального отделения Российской ассоциации искусственного интеллекта, к.т.н., доцентом Подвесовским А.Г.

Замечания:

- В обобщенном виде проектный процесс с применением технологии онтологического моделирования выстроен с опорой на ГОСТ 34.601-90 (Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания). Данный стандарт, введенный в действие в 1992 г., отличается высокой степенью формализации и по умолчанию предполагает каскадный подход. На сегодняшний день указанный стандарт нельзя рассматривать как единственный источник информации для выполнения проекта разработки и внедрения АС. Автору следовало рассмотреть также и более современные стандарты, такие как ISO/IEC 12207:2008 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 Информационные технологии. Процессы жизненного цикла программного обеспечения) и ISO/IEC 15288 (ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 Информационные технологии. Системная инженерия. Процессы жизненного цикла систем).

- В тексте автореферата приведены результаты только одного эксперимента, связанного с практическим применением предлагаемой технологии, что не дает достаточного представления о том, каким образом может быть сконструирована онтологическая модель проекта в условиях вариативности, свойственной проектному процессу по разработке АС.

6. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).

Отзыв подписан старшим преподавателем кафедры САПР, к.т.н. Кузьминым С.А.

Замечания:

- В автореферате не представлены примеры онтологических моделей проектных решений и реализации.
- В автореферате не представлены примеры кода по генерации программных спецификаций.

7. Ульяновский институт гражданской авиации им. главного маршала авиации Б.П. Бугаева.

Отзыв подписан профессором кафедры организации аэропортовой деятельности и информационных технологий, д.т.н., профессором Махитько В.П.

Замечание:

- Среди результатов диссертации обозначено, что удалось снизить информационный разрыв между этапами проектного процесса в 3 раза. Однако, в тексте автореферата не представлены результаты экспериментов, подтверждающие достижение данного показателя.

8. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).

Отзыв подписан профессором кафедры Вычислительной техники, д.т.н., профессором Водяхо А.И.

Замечания:

- в тексте автореферата присутствует содержательное описание эксперимента по практическому применению разработанных в рамках исследования инструментальных средств, однако не приводятся конкретные примеры входных и выходных данных, что затрудняет понимание того, как именно применение указанных средств встраивается в традиционный проектный процесс;
- в тексте автореферата присутствуют стилистические неточности.

Председатель

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

Соискатель

На замечание ведущей организации у меня есть пояснения к пункту 5 про ограничения созданных средств в условиях роста объемов онтологических спецификаций. Считаю, что оценивание таких ограничений является темой отдельного исследования, в то время как передо мной стояла задача доказать принципиальную возможность создания средств автоматизации на основе онтологических моделей.

С остальными замечаниями согласна.

С большинством замечаний, прозвучавших в отзывах на автореферат, согласна. Есть пояснения к замечанию д.т.н. профессора Страбыкина о том, как соотносятся упомянутые термины: онтология проекта представляется в форме системы связанных онтологий, в число которых входят различные онтологические модели разрабатываемой автоматизированной системы. Единицей каждой модели является онтологическая спецификация. Хотя в некоторых случаях действительно термины используются для стилистического разнообразия как синонимы.

Председатель

Переходим к отзывам официальных оппонентов. Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту - д.т.н. Курейчику Виктору Михайловичу.

В настоящее время исследователи и практики в области САПР сталкиваются с постоянно возрастающей сложностью разработки автоматизированных систем (АС), что приводит к затрудненности понимания проектировщиками структурно-функциональной организации данных систем. Предложенный автором подход направлен на облегчение понимания разрабатываемой АС за счет вовлечения в проектный процесс онтологического моделирования.

Кроме того, сложность инструментов и артефактов проектирования, вовлекаемых в проектный процесс, также возрастает, что порождает проблему информационных разрывов как между фазами проектного процесса, так и между различными артефактами проектирования. В диссертационной работе предложены средства, направленные на сокращение

таких разрывов за счет построения семейства онтологических моделей проекта и их последовательных трансформаций.

В связи с этим справедливо утверждать, что исследования в области построения онтологических моделей автоматизированных систем и их использования в САПР, проведенные в рамках диссертационной работы Куликовой, являются актуальными.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 126 наименований и семи приложений.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи диссертации, отражены новизна, теоретическая и практическая значимость работы

Первая глава посвящена анализу подходов и методов онтологической поддержки процесса разработки автоматизированных систем. В этой главе раскрыто современное состояние технологий информационного обеспечения САПР, к которому относится онтологическое моделирование.

Во второй главе предложен новый подход к онтологической поддержке проектирования представлен в форме системы положений с соответствующей аргументацией. Описана базовая структура онтологической модели и процедура ее формирования с использованием логико-алгебраических спецификаций. Модель проектного процесса представлена в форме совокупности диаграмм деятельности проектировщика, снабженных соответствующими пояснениями.

В третьей главе приведена архитектура разработанных инструментальных средств, более конкретно представлена структурная организация онтологической модели проекта.

В четвертой главе представлены результаты трех экспериментов по применению предложенного подхода и использованию разработанных средств, подтверждающих принципиальную возможность формирования таких онтологических спецификаций, которые целесообразно использовать для генерирования различных артефактов проектирования.

Автором предложена технология прецедентно-ориентированного онтологического сопровождения процесса проектирования, которая отличается от известных интегрированным в процесс решения проектных задач механизмом онтологического моделирования.

В целях сокращения трудозатрат на онтологическое моделирование разработаны алгоритмы формирования спецификаций онтологических моделей.

Теоретическая значимость работы заключается в развитии методов формирования и использования онтологического моделирования в проектировании.

Практическая значимость полученных результатов состоит в разработанных программных средствах для формирования системы онтологий проекта.

Все полученные в результате исследования результаты являются обоснованными, базируются на методах онтологического анализа, системного анализа, искусственного интеллекта. Достоверность результатов подтверждена результатами экспериментов, итогами внедрения и апробацией на международных и всероссийских конференциях.

По теме диссертации опубликована 31 печатная научная работа (в том числе одна статья из перечня ВАК и 8 статей в изданиях, индексируемых в Scopus) и одно учебно-методическое пособие. Получено 3 свидетельства о регистрации программного обеспечения для ЭВМ.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.12, прежде всего пункту 3 «Разработка научных основ построения

средств САПР, разработка и исследование моделей, алгоритмов и методов для синтеза и анализа проектных решений, включая конструкторские и технологические решения в САПР и АСТПП».

Диссертация и автореферат изложены технически грамотным языком. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Замечания:

1. В первой главе недостаточно проанализированы известные методы и средства генерации проектных диаграмм.

2. Из первой главы не ясно, каким образом выбранный инструмент онтологического инжиниринга – графовая система управления базами данных – реализует функцию логического вывода.

3. Онтологические модели процесса проектирования, представленные в п. 3.1.2 диссертации, не обеспечивают поддержки формирования маршрутов проектирования.

4. Строгое соответствие формализмов, представленных в пункте 3.1, разработанным онтологическим моделям соблюдается только в ходе первого эксперимента; в ходе второго и третьего экспериментов, представленных в пунктах 4.2 и 4.3 соответственно, в онтологические модели разрабатываемых проектов вводятся дополнительные типы сущностей, которые, возможно, следовало бы отразить при описании общей структуры системы онтологий проекта.

5. В пункте 4.1.4 недостаточно раскрыто обоснование выбора «сторипоинтов» в качестве единицы измерения трудозатрат на выполнение проектных операций.

Тем не менее, Диссертация Куликовой является законченной научно-квалификационной работой. Поставленная цель работы достигнута. Новые научные и практические результаты, полученные автором, имеют существенное значение для науки и практики автоматизированного проектирования.

Считаю, что диссертация «Методы и средства формирования и использования онтологий проектов в процессе проектирования автоматизированных систем» полностью удовлетворяет критериям, которые изложены в пунктах 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ, а ее автор, Куликова Анна Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12.

Спасибо за внимание!

(Отзыв прилагается).

Председатель

Соискателю предоставляется слово для ответа на замечания оппонента.

Соискатель

С замечаниями оппонента доктора технических наук Курейчика Виктора Михайловича согласна.

По поводу замечания о поддержке формирования маршрутов проектирования есть пояснение – чтобы построить методiku формирования маршрутов проектирования нужна более широкая и объемная инженерная практика применения предлагаемого подхода.

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту - **к.т.н. Таратухину Виктору Владимировичу.**

Добрый день, уважаемые коллеги!

Полный текст отзыва имеется в диссертационном совете. В продолжение того, что уже сказал Виктор Михайлович, хотелось бы отметить, что тема актуальна и предложенные в диссертации Анны Александровны методы и средства действительно демонстрируют возможность оперативного управления изменениями в разрабатываемых автоматизированных системах за счет онтологических спецификаций.

Хотелось бы отметить, что также очевидна научная новизна работы - это и подход к онтологическому сопровождению проектирования, и семейство аналитических моделей системы онтологий проекта, и алгоритмы, который были разработаны для формирования спецификаций онтологических моделей.

Научная ценность работы, я, как оппонент, считаю, подтверждена и заключается в развитии методов формирования онтологий и их использования в автоматизированном проектировании. Предложенные методы являются достаточно универсальными.

Практическая ценность состоит в разработанных программных средствах, направленных на автоматизацию формирования онтологических спецификаций, а также автоматическое генерирование диаграмм и исходного кода программ.

Виктор Михайлович уже сказал про структуру и содержание диссертации. Действительно, она логичная, представлена в четырех главах. В заключении отражены основные результаты диссертации.

Хотелось бы подчеркнуть - это я детально не специфицировал в своем отзыве, но меня очень порадовали результаты исследования: 31 печатная научная работа. Я проработал представленные научные статьи: в них хорошо изложен материал, есть совместные публикации с научным руководителем, и, что особенно важно, есть публикации и на русском языке, и на хорошем английском языке. Чувствуется школа Ульяновского государственного технического университета, школа Соснина Петра Ивановича, школа Ярушкиной Надежды Глебовны, школа разработки онтологий и теории проектирования систем вообще. Такие школы должны развиваться.

Могу отметить, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая посвящена важной научной задаче и содержит научные и практические результаты.

Хотелось бы отметить замечания. Очень порадовало то, что активно использовались знания, полученные в том числе за пределами чисто технических дисциплин, использовалась теория дизайн-мышления - подход к созданию инноваций, который пришел в свое время из проектирования сложных систем. Было очень приятно увидеть это в работе.

Однако, в пункте 1.5 содержится неточность: автор упоминает, что в 1990-х годах учеными Института дизайна Хассо Платтнера в Стэнфордском университете была предложена модель проектного мышления. Однако, Институт дизайна Хассо Платтнера был основан только в начале 2000-х.

Из текста диссертации неясно, каким образом в рамках подхода к онтологической поддержке проектирования реализуется организация работы в команде, что является важной составляющей методологии проектного мышления и проектирования в целом. Элементы командной работы

и то, как проектировщики будут использовать систему в распределенной работе в командах, отмечено, как мне показалось, не было.

В изложении процесса анализа трудозатрат – члены диссертационного совета уже несколько раз отмечали эти моменты – на модификации проектных решений (приложение 4) нет описания механизма оценивания трудоемкости отдельных проектных операций.

Хочется отметить, что указанные замечания не носят принципиальный характер, не влияют на положительное мнение оппонента в моем лице о работе в целом и не снижают уровня диссертационной работы.

Тема и содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)» – а именно, пункту 3 «Разработка научных основ построения средств САПР, разработка и исследование моделей, алгоритмов и методов для синтеза и анализа проектных решений, включая конструкторские и технологические решения в САПР и АСТПП».

Заключение. Диссертация и автореферат изложены технически грамотным языком. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Таким образом, по содержанию и полученным результатам диссертация удовлетворяет требованиям пунктов 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Куликова Анна Александровна, заслуживает присвоения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность)».

Хотел бы добавить, что у меня очень положительное впечатление о работе с точки зрения квалификации, я был очень обрадован и приятно удивлен, что Анна Александровна глубоко в теме. У нас с ней были беседы, мы общались; работа выполнена ей самостоятельно – это я увидел в ходе ответов на мои вопросы. И я желаю ей всяческих успехов. Спасибо.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Слово для ответа на замечания оппонента предоставляется соискателю.

Соискатель

Спасибо. С замечаниями оппонента кандидата технических наук Таратухина Виктора Владимировича согласна.

Касательно организации работы в команде в рамках методики проектного мышления могу пояснить, что разделение труда в рамках проектной команды порождает семантические разрывы, о которых я упоминала в своем докладе, а разработанные технология и инструментарий онтологического сопровождения направлены на их сокращение.

Председатель

Кто хочет выступить?

д.т.н, профессор Дьяков И.Ф.

Актуальность работы не вызывает сомнения. Имеется научная новизна и практическая значимость. Но я получил очень мало информации о внедрении и использовании роботов-плиткоукладчиков.

Удивился количеством публикаций – 35 наименований, в том числе 8, индексируемых в Scopus. И самое основное то, что результаты исследования выполнялись в рамках трех грантов, поддержанных Российским фондом фундаментальных исследований. То есть тема подтверждена полностью.

Считаю, что это законченная научная работа, а автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук.

д.т.н., доцент Наместников А.М.

Я слышал представление этой работы несколько раз – и в рамках работы научно-технического совета, и за пределами дискуссии научно-технического совета. Я с удовольствием ознакомился более подробно с теми результатами, которые были получены в рамках диссертационной работы. Мне было интересно увидеть не только теоретические результаты, но и то, как это работает на практике. В ходе бесед с соискателем и научным руководителем я такие результаты увидел.

Поскольку мне было интересно, в рамках сегодняшнего заседания я задавал вопрос о том, каким образом онтология может представляться в графовой базе данных, которая вроде бы не приспособлена для этих целей. Тем не менее, на практике удалось увидеть, что в этом есть смысл – это интересный и работоспособный подход.

Результаты, изложенные в работе, подтверждены проведенными экспериментами. Мне работа очень нравится, и я буду голосовать «за».

Председатель

Я тоже выскажу свое суждение.

В настоящий момент времени вопросы, связанные с онтологическим инжинирингом, приобретают новые аспекты. Если никогда не вызывала сомнения актуальность семантического моделирования, то эпоха нейронных сетей и глубокого обучения, когда мы можем без учета семантики построить соответствие – хотя и достаточно сложное, нелинейное – между входом и выходом на основе определенного алгоритма обучения, позволяет свести все к «черному ящику» и забыть про когнитивные исследования. Правда вслед за этим встает вопрос интерпретируемости и объяснимости этих методов. Поэтому само по себе продолжение исследований, связанных с онтологическим инжинирингом, важно.

Кроме того, есть такая область деятельности, как проектирование, где семантические аспекты будут всегда важны. Мне кажется, что Анна Александровна вместе со своим научным руководителем правильно увидели, что, с точки зрения проектирования автоматизированных систем, важно свести два терминологических поля: модель онтологий и автоматную модель управления. Потому что, если мы построили автоматную диаграмму, то мы таким образом выразили логику схемы управления. Потом мы можем превратить эту логику либо в правила поведения, либо сделать автоматическую генерацию кода, и это будет достаточно хороший результат.

Например, мы можем вспомнить все работы Шалыто из Санкт-Петербурга по автоматному программированию, которые говорят о том, что, если у вас есть автоматная диаграмма, то вы, по большому счету, уже имеете код и вы можете сделать автоматизированную систему. А проектирование автоматизированных систем, на мой взгляд, должно заключаться в сведении двух парадигм: диаграмма состояний (состояния,

действия, таблица состояний) и непосредственно онтологические модели. Разумеется, между ними стоит еще определенный пласт технологий – в частности, в данном случае использовалась UML-методология.

Поэтому, безусловно, данная работа обладает как актуальностью, так и научной новизной.

Здесь были изложены сложные эксперименты – это не эксперименты в привычном понимании. Это не измерения сигналов на каком-либо объекте. Это эксперименты, которые связаны с тем, что выполняется проектирование с помощью разного инструментария и затем сравниваются результаты. Поэтому здесь остается очень много качественных аспектов. Тем не менее, эксперименты достаточного масштаба для подтверждения этих идей были проведены.

Я положительно оцениваю как направление этих работ и тематику, так и тот вклад, который сейчас нам доложила Анна Александровна. Считаю, что в работе выполнены все требования, предъявляемые к кандидатским диссертациям, а Анна Александровна безусловно обладает соответствующей квалификацией – поэтому тоже буду голосовать «за».

Председатель

Кто еще хочет выступить? Нет желающих?

Соискателю предоставляется заключительное слово.

Соискатель

Уважаемые члены диссертационного совета, я благодарю вас за то, что вы рассмотрели мою работу.

Также хочу выразить признательность оппонентам и представителям ведущей организации, которые внимательно ознакомились с результатами моего исследования, высказали конструктивную критику и замечания по ним.

Благодарю всех уважаемых специалистов, которые прислали свои отзывы на автореферат диссертации.

Огромная благодарность моему научному руководителю Негоде Виктору Николаевичу за возможность заниматься интересными исследовательскими задачами, за большую помощь и поддержку, которую он мне постоянно оказывает, и за безграничные вовлеченность и участие.

Также считаю своим долгом выразить благодарность своему учителю Соснину Петру Ивановичу, который в свое время открыл для меня дверь в науку и без участия которого сегодняшнее мероприятие было бы для меня совершенно недостижимо.

Хочу сказать, что планирую продолжать научными исследованиями в дальнейшем – в том числе развитием представленных сегодня идей. Спасибо!

Председатель

Переходим к голосованию. Какие будут предложения по составу счетной комиссии? Поступили предложения включить в состав счетной комиссии профессора Смирнова В.И., профессора Иванова О.В. и профессора Самохвалова М.К.

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 Иванову О.В.

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 - 16, против - 0, недействительных бюллетеней - 0) диссертационный совет Д212.277.04 при Ульяновском государственном техническом университете признает, что диссертация **Куликовой А.А.** содержит новые решения по методам и средствам формирования и использования онтологий проектов в процессе проектирования автоматизированных систем, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 "Положения" ВАК), и присуждает **Куликовой Анне Александровне** ученую степень кандидата технических наук по специальностям 05.13.12.

Председатель

У членов Совета имеется проект заключения по диссертации **Куликовой А.А.** 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 Д 212.277.04, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕР-
СИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

О присуждении Куликовой Анне Александровне (Российская Федерация) ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы и средства формирования и использования онтологий проектов в процессе проектирования автоматизированных систем» по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (информационные технологии и промышленность) принята к защите 22.12.2021 (протокол заседания №9) диссертационным советом Д 212.277.04, созданным на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (432027, г. Ульяновск, ул. Северный венец, д. 32) №678/НК от 18.11.2020

Соискатель Куликова Анна Александровна 12 июня 1992 года рождения. В 2020 году соискатель окончила аспирантуру в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». Работает ассистентом кафедры «Вычислительная техника» в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». Диссертация выполнена на кафедре «Вычислительная техника» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

Научный руководитель – доктор технических наук (05.13.12 – Системы автоматизации проектирования), Негода Виктор Николаевич, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», доцент, профессор кафедры «Вычислительная техника».

Официальные оппоненты:

Курейчик Виктор Михайлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования Южного федерального университета;

Таратухин Виктор Владимирович, кандидат технических наук, профессор кафедры информационных систем и технологий Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» в Нижнем Новгороде дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Самарский федеральный исследовательский центра Российской академии наук» (ИПУСС

РАН – СамНЦ РАН) в своем положительном отзыве, подписанном Боргестом Николаем Михайловичем, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником ИПУСС РАН – СамНЦ РАН, утвержденном директором Института, доктором технических наук Боровиком Сергеем Юрьевичем, указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая посвящена решению важной научной задачи и содержит значимые научные и практические результаты.

Соискатель имеет 32 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликована 31 работа, из них 8 статей в изданиях, индексируемых в Scopus/Web of Science, и 1 статья из перечня ВАК.

Общий объем опубликованного материала составляет 254 страницы, авторский вклад – 152 страница. Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертационной работе отсутствуют. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Соснин, П.И., Пушкарева, А.А., Васильев, А.А. Комплекс средств онтологического сопровождения процессов решения новых проектных задач в разработке систем с программным обеспечением // Автоматизация процессов управления. – 2017. – № 3 (49). – С. 79-87 (лично соискателем – 3 страницы).

2. Sosnin, P., Kulikova, A. System of architectural views on ontological maintenance // Proceedings of the 14th International Conference on Interactive Systems: Problems of Human-Computer Interaction. Ulyanovsk, Russia. – 2019. – P. 32-51 (лично соискателем – 10 страниц).

3. Sosnin, P., Pushkareva, A., Negoda, V. Ontological Support of Design Thinking in Developments of Software Intensive Systems. // Abraham A., Kovalev S., Tarassov V., Snasel V., Vasileva M., Sukhanov A. (eds) Proceedings of the Second International Scientific Conference "Intelligent Information Technologies for Industry" (IITI'17). IITI 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 679. Springer, Cham – P. 159-168 (лично соискателем – 5 страниц).

4. Негода, В.Н., Куликова, А.А. Онтологическое моделирование в проектировании средств логического управления. // Труды Международного научно-технического конгресса «Интеллектуальные системы и информационные технологии – 2021» («ИС & ИТ-2021», «IS&IT'21»). Научное издание. – Таганрог: Изд-во Ступина С.А., 2021. – С. 92-98 (лично

соискателем - 3,5 страницы).

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов: все отзывы положительные, из них - 0 без замечаний, в 8 отзывах имеются замечания.

1. В отзыве главного научного сотрудника кафедры электронно-вычислительных машин Вятского государственного университета, д.т.н., профессора Страбыкина Д.А. (г. Киров) имеется замечание об использовании различных терминов для обозначения результатов онтологического моделирования автоматизированной системы: «онтология проекта», «система онтологий проекта», «онтологическая модель проекта» и «онтологические спецификации проекта».

2. В отзыве профессора кафедры интеллектуальных информационных технологий Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, д.т.н., профессора Голенкова В.В. (г. Минск) имеются замечания о том, что не рассматриваются возможности онтологического моделирования для поддержания проектной документации в актуальном состоянии и обеспечения ее постоянного соответствия разрабатываемым артефактам, а также о том, что в автореферате отсутствует достаточно подробное описание всех упоминаемых экспериментов.

3. В отзыве доцента кафедры информационных систем Казанского (Приволжского) федерального университета, к.т.н., доцента Невзоровой О.А. (г. Казань) имеется замечание о недостаточной ясности проверки на корректность работы сгенерированного на основе онтологической модели кода и влияния его избыточности на производительность системы в целом.

4. В отзыве заведующего кафедрой «Системы искусственного интеллекта» Института космических и информационных технологий Сибирского федерального университета, д.т.н., профессора Цибульского Г.М. (г. Красноярск) имеются замечания о недостаточной ясности того, за счет каких средств обработки текста происходит сокращение трудозатрат на онтологическое моделирование и каким образом требования на естественном языке и продукты вопросно-ответного анализа преобразуются в онтологию требований.

5. В отзыве доцента кафедры «Информатика и программное обеспечение» Брянского государственного технического университета, председателя Брянского регионального отделения Российской ассоциации

искусственного интеллекта, к.т.н., доцента Подвесовского А.Г. (г. Брянск) имеются замечания о том, что при разработке модели проектного процесса с применением технологии онтологического моделирования автору следовало рассмотреть более современные стандарты, а также о том, что в тексте автореферата приведены результаты только одного эксперимента.

6. В отзыве старшего преподавателя кафедры САПР Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), к.т.н. Кузьмина С.А. (г. Санкт-Петербург) имеются замечания о том, что в автореферате не представлены примеры онтологических моделей проектных решений и реализации, а также примеры кода по генерации программных спецификаций.

7. В отзыве профессора кафедры организации аэропортовой деятельности и информационных технологий Ульяновского института гражданской авиации им. главного маршала авиации Б.П. Бугаева, д.т.н., профессора Махитько В.П. (г. Ульяновск) имеется замечание о том, что в тексте автореферата не представлены результаты экспериментов, подтверждающие заявленное в результатах исследования снижение информационного разрыва между этапами проектного процесса в 3 раза.

8. В отзыве профессора кафедры Вычислительной техники Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), д.т.н., профессора Водяхо А.И. (г. Санкт-Петербург) имеются замечания о том, что не приводятся конкретные примеры входных и выходных данных, что затрудняет понимание того, как именно применение разработанных средств встраивается в традиционный проектный процесс, а также о том, что в тексте автореферата присутствуют стилистические неточности.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией, научными достижениями и наличием публикаций в соответствующей отрасли науки.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны технология и инструментарий, позволяющие снизить трудозатраты на проектирование автоматизированных систем за счет сокращения семантического разрыва между спецификациями проектных решений

различных стадий проектного процесса, а также автоматизации разработки проектных решений и их реализации;

предложен оригинальный научный подход прецедентно-ориентированного онтологического сопровождения процесса проектирования автоматизированных систем;

доказана перспективность использования предлагаемых технических решений для автоматизации проектного процесса по разработке автоматизированных систем на основе онтологических моделей;

введены и обоснованы аналитические модели системы онтологий проекта, охватывающие этапы анализа требований, формирования предварительных проектных решений и их реализации, а также программная реализация алгоритмов формирования спецификаций онтологических моделей и проектных решений автоматизированных систем на основе онтологических моделей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения подхода к онтологической поддержке проектирования, который предполагает оперативное взаимодействие проектировщиков с доступным опытом, обеспечение доминирующей роли проектных спецификаций, формируемых в ходе концептуального проектирования, а также автоматизированное создание проектных спецификаций всех последующих этапов проектирования вплоть до реализации.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использован комплекс существующих методов онтологического моделирования, моделей проектного процесса по разработке автоматизированных систем, методик использования онтологий в автоматизированном проектировании;

изложены основные научные положения, гипотезы и рекомендации, позволяющие снизить трудозатраты на проектирование автоматизированных систем в условиях изменяющихся требований;

раскрыты значительные ограничения существующих моделей проектного процесса без использования средств онтологического моделирования, а также существующих методов онтологического моделирования, направленных на повышение эффективности разработки программного обеспечения, а не на моделирование объектов и процессов автоматизации и конструктивное использование таких моделей;

изучены проявления информационного (семантического) разрыва в проектировании, процессы использования онтологического моделирования в проектировании, альтернативные подходы к проектированию сложных систем, в том числе методика проектного мышления, методы генерирования исходного кода программ на основе предметно-ориентированных спецификаций;

проведена модернизация существующих моделей проектного процесса по разработке автоматизированных систем с целью повышения автоматизации создания проектных спецификаций и артефактов для снижения трудозатрат на проектирование в целом.

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

разработаны и внедрены в промышленную эксплуатацию новые программные средства, позволяющие автоматически генерировать UML-диаграммы состояний и программный код на основе онтологических моделей. Они обеспечивают трехкратное сокращение семантического разрыва между проектными решениями и сокращают трудозатраты на проектирование автоматизированных систем программного управления в условиях изменения требований на 30%;

определены границы применимости предлагаемых алгоритмов формирования и использования онтологических моделей проектов, а также перспективы их использования для разработки сложных систем, предполагающих разработку программного обеспечения, из различных предметных областей;

создана и использована в нескольких учебных курсах бакалавриата и магистратуры направления «Информатика и вычислительная техника» Ульяновского государственного технического университета методика автоматизированного проектирования, предполагающая разработку онтологических моделей объектов и процессов автоматизации и их использование для генерирования проектных спецификаций;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию аналитических моделей онтологических спецификаций и алгоритмов их использования для автоматизации различных аспектов проектного процесса разработки сложных систем с программным обеспечением в различных предметных областях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты подтверждены вычислительными экспериментами и результатами практического применения в лабораторных и производственных условиях ФГБОУ ВО УлГТУ и ФНПЦ АО «НПО «Марс»; **теория построена** на известных проверенных научных данных, которые в полной мере согласуются с ранее опубликованными данными по теме диссертационного исследования;

идея базируется на анализе и обобщении передового опыта и практических исследований ряда российских и зарубежных ученых по теме диссертации;

использовано сравнение авторской модели проектного процесса и традиционной модели проектного процесса разработки автоматизированных систем в части трудозатрат на перепроектирование в условиях изменения требований;

установлено качественное совпадение результатов, полученных автором, с опубликованными ранее результатами аналогичных исследований в области применения онтологий в автоматизированном проектировании;

использованы представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора единиц наблюдения – в частности, множества постановок проектных задач и множества изменений требований в постановках данных задач, обеспечивающие воспроизводимость и достоверность результатов.

Личный вклад соискателя состоит в: анализе научных источников по теме диссертации, обработке и интерпретации аналитической информации, разработке технологии онтологического сопровождения проектирования, моделей метаданных онтологических спецификаций, алгоритмов формирования и использования онтологических моделей, планировании экспериментов, формулировке выводов, апробации и внедрении полученных результатов. Все основные исследования проведены лично автором либо при его непосредственном участии.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие **критические замечания** – не оцениваются доверительные интервалы доли сэкономленных трудозатрат на проектирование автоматизированных систем и формирование онтологических моделей.

Соискатель Куликова А.А. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию: для оценивания доверительных интервалов требуется более широкая инженерная практика применения предлагаемого подхода, а полученная в ходе исследования

Формализация проектного процесса позволяет предварительно рассчитать долю сэкономленных трудозатрат для конкретного проекта создания автоматизированной системы по заданным параметрам.

На заседании 09.03.2022 диссертационный совет принял решение за решение научной задачи, имеющей значение для автоматизации проектирования сложных систем, предполагающих разработку программного обеспечения, в том числе автоматизированных систем, присудить Куликовой А.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 4 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 16, 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 внимание.

Заседание объявляется закрытым.

Председатель Совета Д212.277.04,
профессор


Н.Г. Ярушкина

Ученый секретарь Совета Д212.277.04,
доцент


А.М. Наместников

