

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.277.01

Повестка дня:

Защита диссертации **Бригадновым Сергеем Игоревичем**
на соискание ученой степени *кандидата технических наук*:

"Автоматизация структурно-параметрического анализа проектных решений и обучения проектировщика изделий машиностроения средствами САПР КОМПАС"

Специальности:

05.13.12 "Системы автоматизации проектирования"
(промышленность) .

Официальные оппоненты:

Аверченков Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Компьютерные технологии и системы», ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Камалов Леонид Евгеньевич, кандидат технических наук, руководитель направления по работе с ключевыми клиентами, Региональное представительство компании АСКОН, г. Ульяновск

Ведущая организация - **ФГАОУ ВО "Южный федеральный университет", г. Ростов-на-Дону**

ЗАСЕДАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.277.01

от 24 октября 2018 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	05.11.01	- технические науки
3.	Смирнов В.И., уче- ный секретарь Со- вета	д.т.н., профессор	05.11.01	- технические науки
4.	Афанасьев А.Н.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
5.	Афанасьева Т.В.	д.т.н., доцент	05.13.12	- технические науки
6.	Васильев К.К.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки
7.	Дьяков И.Ф.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
8.	Егоров Ю.П.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
9.	Епифанов В.В.	д.т.н., доцент	05.13.12	- технические науки
10.	Иванов О.В.	д.ф-м.н.	05.11.01	- технические науки
11.	Клячкин В.Н.	д.т.н., профессор	05.11.01	- технические науки
12.	Негода В.Н.	д.т.н., доцент	05.13.05	- технические науки
13.	Самохвалов М.К.	д.ф-м.н., профессор	05.11.01	- технические науки
14.	Сергеев В.А.	д.т.н., профессор	05.11.01	- технические науки
15.	Соснин П.И.	д.т.н., профессор	05.13.12	- технические науки
16.	Стучебников В.М.	д.т.н., профессор	05.13.05	- технические науки

Председатель Совета,
д.т.н., профессор

Н.Г. Ярушкина

Ученый секретарь
д.т.н., профессор

В.И. Смирнов



Председатель

Уважаемые коллеги !

На заседании диссертационного Совета Д212.277.01 из **21** члена Совета присутствуют 16 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)** (технические науки) на заседании присутствуют 7 докторов наук.

Наше заседание правомочно.

Председатель

Объявляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук **Бригадновым Сергеем Игоревичем** по теме: *"Автоматизация структурно-параметрического анализа проектных решений и обучения проектировщика изделий машиностроения средствами САПР КОМПАС "*.

Работа выполнена в Ульяновском государственном техническом университете

Научный руководитель - **д.т.н., доцент Афанасьев А.Н.**

Официальные оппоненты:

Аверченков Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Компьютерные технологии и системы», ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Камалов Леонид Евгеньевич, кандидат технических наук, руководитель направления по работе с ключевыми клиентами, Региональное представительство компании АСКОН, г. Ульяновск

Присутствует 1 оппонент.

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

Ведущая организация - **ФГАОУ ВО "Южный федеральный университет", г. Ростов-на-Дону.**

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 **Бригадновым Сергеем Игоревичем** 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;
- диссертация и автореферат в требуемом количестве экземпляров.

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

Основные положения диссертации отражены **Бригадновым С.И.** в 22 научных работах, в т.ч. в трех статьях в изданиях из перечня ВАК, а также в двух свидетельствах на регистрацию программы для ЭВМ. Соискатель представлен к защите **26.06.2018г.** (протокол №8). Объявление о защите размещено на сайте ВАК РФ **08.08.2018г.**

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 **Бригаднову С.И.** по личному делу? (Нет).

Сергей Игоревич, Вам предоставляется слово для изложения основных положений Вашей диссертационной работы.

Соискатель

Уважаемые члены диссертационного совета, оппонент, гости, Вашему вниманию представляется защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 Бригадновым Сергеем Игоревичем на тему «Автоматизация структурно-параметрического анализа проектных решений и обучения проектировщика изделий машиностроения средствами САПР КОМПАС», научный руководитель – Афанасьев А.Н.

Работа выполнена на кафедре «Вычислительная техника» Ульяновского государственного технического университета, по теме диссертации опубликован ряд работ, в том числе: 3 статьи в журналах из перечня ВАК, получено 2 свидетельства о регистрации программного продукта для ЭВМ.

Результаты работы внедрены в производственный процесс Ульяновского механического завода, а также в учебный процесс УлГТУ. Работа поддержана грантом Министерства образования и науки Российской Федерации, а также выполнялась в рамках хоздоговорных НИР с Ульяновским механическим заводом.

Актуальность работы заключается в том, что процессу производства машиностроительных изделий присущи следующие особенности, такие как большая номенклатура производимых изделий, длительный срок производства, начиная от проектирования, заканчивая уже обслуживанием готовой машины.

Оптимизация и объединение данных процессов в единый комплекс позволит контролировать все этапы производства, позволит повысить качество проектирования, а также снизить себестоимость изделия.

Обеспечение конкурентоспособности современных промышленных предприятий зачастую определяется степенью информатизации производственного процесса, связанной в первую очередь с использованием САПР, которые позволяют повысить качество проектных решений, сократить сроки проектирования и ресурсы. При этом важными задачами являются сценка и возможность повторного использования проектных решений, эффективность решения которых позволяет улучшить характеристики объектов проектирования, сократить время, затрачиваемое на разработку документации и поиск информации об изделиях.

Задачи промышленного конструирования требуют наличия у проектировщиков определенных компетенций, которые тяжело приобрести с использованием классических подходов к обучению. Поэтому создание эффективных методов и средств обучения автоматизированному проектированию является необходимым условием для выполнения и решения промышленных задач в области автоматизированного проектирования машиностроительных изделий.

Таким образом, актуальной задачей в области автоматизированного проектирования машиностроительных изделий является повышение уровня автоматизации структурно-параметрического анализа проектных решений за счёт повторности их использования, сокращения количества проектных операций и обеспечения соответствующих компетенций проектировщикам.

Целью диссертационной работы является повышение качества проектных решений при конструировании трехмерных объектов в САПР КОМПАС-3D.

Данная цель достигается решением ряда следующих задач: необходимо провести обзор современных систем анализа проектных решений; провести анализ моделей, методов и средств обучения автоматизированному проектированию с использованием САПР; разработать метод структурно-параметрического анализа проектных решений на основе последовательности проектных операций; разработать модели автоматизированной обучающей системы: модель компетенций, алгоритм формирования траектории обучения, концептуальную модель автоматизированной обучающей системы; реализовать предложенные методы, модели и алгоритмы в виде единого программного комплекса для ЭВМ.

Научная новизна заключается в следующем:

1. Метод структурно-параметрического анализа проектных решений на основе последовательности проектных операций, отличающийся анализом дерева модели проектного решения и анализом операций объектов трехмерного моделирования, выполненных в среде САПР КОМПАС -3D. Метод позволяет перестроить дерево модели проектного решения и классифицировать изделия машиностроительных объектов.

2. Метод автоматизированной генерации правил для анализа проектных решений на основе уже имеющихся фактов и правил,

отличающийся анализом зависимостей между операциями твердотельного моделирования в САПР КОМПАС-3D и позволяющий формировать новые правила для анализа проектных решений.

3. Ассоциативно-ориентированная модель компетенций проектировщика, отличающаяся установлением взаимосвязей между знаниями, умениями и навыками, связанными с предметной областью автоматизированного проектирования машиностроительных объектов, и позволяющая сформировать последовательность освоения компетенций и адаптировать процесс обучения автоматизированному проектированию в САПР КОМПАС-3D.

4. Алгоритм формирования персонифицированной траектории обучения, отличающийся использованием ассоциативно-ориентированной модели компетенций проектировщика и позволяющий повысить эффективность и качество обучения.

Практическая ценность заключается в разработке наукоемкого программного обеспечения, которое включает в себя следующие компоненты: архитектуру автоматизированной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика; алгоритм поиска не оптимально выполненных проектных операций, замены их на операции с меньшим количеством действий и перестроением 3D-модели проектного решения в САПР КОМПАС-3D, позволяющий уменьшить количество объектов в дереве проектного решения; алгоритм классификации изделий машиностроительных объектов, позволяющий повторно использовать 3D-модели машиностроительных изделий, выполненных в САПР КОМПАС-3D, и сократить время проектной деятельности проектировщика при конструировании трехмерных объектов в САПР на 11%; алгоритм автоматизированной генерации правил для анализа проектных решений, позволяющий сформировать новые правила для анализа проектных решений машиностроительных изделий; базу данных для хранения проектных решений, выполненных в САПР КОМПАС-3D, со списком параметров 3D-моделей изделий на основе разработанных моделей в методе структурно-параметрического анализа проектных решений; WEB-ориентированную систему обучения автоматизированному проектированию машиностроительных объектов в САПР КОМПАС-3D.

Научные положения, выносимые на защиту: первое – совокупность взаимосвязанных моделей, методов анализа проектных решений САПР и обучения проектировщика, позволяющих повысить качество проектных решений при конструировании трехмерных машиностроительных объектов САПР, включающих анализ проектных операций проектировщика, автоматическое перестроение проектного решения САПР, классификацию машиностроительных изделий, формирование рекомендаций проектировщику, формирование персонифицированной траектории обучения; второе – программный комплекс анализа проектных решений САПР и обучения проектировщика, позволяющий сократить время проектной деятельности при конструировании трехмерных объектов в САПР, повысить качество проектных решений и сократить время обучения проектировщика.

Был проведен обзор современных систем анализа проектных решений, представленных в таблице. Общим недостатком данных систем является то, что в них отсутствует функция по классификации машиностроительных изделий, выполненных в САПР, также механизм перестроение дерева проектного решения реализован в полуавтоматическом режиме в ряде из них, функция по формированию соответствующих рекомендации реализована в виде предложений по

исправлению ошибок проектировщика. Таким образом, для повышения качества проектных решений, выполненных в САПР, необходимо разработать метод структурно-параметрического анализа, который позволяет анализировать действия проектировщика, дерево модели проектного решения с целью перестроения, классификации и возможности повторного использования проектных решений, выполненных в машиностроительных САПР.

Была предложена структурная схема системы анализа проектных решений и обучение проектировщика, которая состоит из двух основных блоков: блок анализа проектных решений, блок обучения проектировщика. Также на слайде описаны основные компоненты системы и показано взаимодействие между ними.

Сущность нового метода структурного-параметрического анализа проектных решений заключается в поиске не оптимально выполненных проектных операций проектировщиком на основе анализа дерева модели проектного решения и операций трехмерного моделирования в САПР КОМПАС. Данный метод позволяет классифицировать изделия, выполненные в САПР КОМПАС-3D, а также перестроить проектные решения с целью повторного использования в процессах конструирования. Был разработан ряд моделей, составляющих научную основу метода. Нотация данных моделей предложена в виде теоретико-множественного описания. На следующих слайдах можно увидеть модель последовательности проектных операций, модель операции, модель исходных данных для перестроения проектного решения, модель детали, входящую в сборку, модель переменных и параметров. Далее предлагается модель правила для анализа проектных решений, задан алфавит правил и предложен шаблон правила для анализа в общем виде. На примере операции «скругление», являющейся основной операцией для подготовки объектов в САПР КОМПАС, рассмотрено формирование оптимального множества проектных операций, предложен шаблон данного правила и формула для построения оптимального множества.

Был разработан алгоритм формирования последовательности оптимальных проектных операций, он состоит из 10 шагов, в результате работы алгоритма происходит замена множества неоптимальных проектных операций на операции с меньшим количеством действий, а также сохранение проектного решения и отображение в САПР КОМПАС.

Был разработан алгоритм классификации машиностроительных изделий, он позволяет присвоить класс изделия проектным решениям. Также разработан алгоритм перестроения дерева модели проектного решения, он состоит из 9 шагов, в результате работы алгоритма формируется перестроенное проектное решение и отображается в САПР КОМПАС-3D.

Разработан новый метод автоматизированной генерации правил, сущность данного метода заключается в автоматическом заполнении шаблонов правил анализа проектных решений на основе определения взаимосвязи между проектными операциями, выполненных в САПР КОМПАС. Метод позволяет формировать новые правила на основе имеющихся фактов и правил, шаблоны правил заполняются в результате поэлементного анализа последовательности проектных операций при построении трехмерного объекта. Разработан ряд моделей, составляющих научную основу метода: модель шаблона и модель сформированного нового правила.

Предлагается алгоритм автоматизированной генерации правил, который состоит из 11 шагов. На следующем слайде можно увидеть процесс автоматического заполнения шаблона: имеется проектное решение, анализируется история его построения, формируются исходные и производные объекты, заполняется шаблон правила, с помощью метода структурно-параметрического анализа извлекаются параметры проектных операций. Для данного проектного решения параметры проектных операций и их тип представлены на слайде.

Для формирования компетенций проектировщика были проанализированы ряд проф. стандартов, образовательных программ, сертификационные тесты компании АСКОН. Выделено пять категорий: молодой специалист, инженер-конструктор 3-, 2-, 1 категории, ведущий инженер-конструктор. В рамках диссертационного исследования было выделено 20 компетенции проектировщика в САПР.

Был проведён обзор автоматизированных обучающих систем (АОС), анализ данных систем показал, что в рассмотренных АОС отсутствует механизм интеграции с моделью компетенций инженер-проектировщика. В связи с этим, были сформированы 4 требования, предъявляемые к разработке автоматизированной обучающей системы, которые показаны на слайде.

Была разработана ассоциативно-ориентированная модель компетенций, она представляется в виде графа, описаны основные типы связей и типы вершин, выделено три блока: блок приобретения знаний, умений и навыков. Пример такой модели показан на рисунке, из которого можно заметить, что некоторые компетенции осваиваются последовательно, другие осваиваются параллельно. В модели предметной области были выделены следующие классы: дидактическая единица, учебный материал, тестовые задания, контрольные задания, тема для изучения. В виде иерархической сети модель предметной области показана на рисунке.

Была разработана концептуальная модель автоматизированной обучающей системы, основные блоки, описание этих блоков и их взаимодействие показано на слайде. Предлагается алгоритм формирования персонифицированной траектории обучения автоматизированному проектированию, он состоит из 15 шагов и позволяет повысить эффективность и качество обучения. Далее в виде uml-диаграмм деятельности, вариантов использования и последовательности описываются основные режимы и механизмы функционирования разработанной автоматизированной обучающей системы.

Для реализации предложенных моделей, методов и алгоритмов использовались современные технологии. Например, система анализа проектных решений состоит из 3 основных компонентов: генератор операций, система классификации изделий и система поиска неоптимальных операций. Генератор операции реализован на платформе .NET Framework, основная цель - перевод проектного решения в последовательность проектных операций формате xml. Система классификации изделий реализована на платформе .NET Framework на языке C#, состоит из множества модулей для анализа проектных решений, базы данных изделий и программы для поиска изделий. Система поддерживает 4 режима работы: построение дерева модели, анализ проектного решения с формированием рекомендаций проектировщику и перестроением проектного решения, а также анализ изделий и поиск изделий по базе данных. Рассмотрим пример правила

поиска неоптимальных операций на основе базовой операции "скругление". Описаны условия срабатывания правила, и в результате анализа такого проектного решения формируются соответствующие рекомендации проектировщику, перестраивается проектное решение, уменьшается количество объектов в дереве модели. База данных организована следующим образом: имеется ряд таблиц для хранения списка параметров для каждого класса изделия, также имеется таблица для хранения информации об изделиях и файловое хранилище для хранения трехмерных моделей. На следующем слайде представлена экранная форма режима «поиск по базе данных», имеется возможность выбора класса изделия, выбора параметра для поиска, задание его значения, в результате чего проектировщику выдается результат в соответствии с условиями поиска.

Была произведена оценка эффективности деятельности проектировщика при использовании разработанной системы классификации машиностроительных изделий, время сокращения зависит от точности поиска в системе, а также от степени покрытия каталога изделий. Вычисляется по формуле представленной на слайде. В сводной таблице приведены теоретические эксперименты, в результате среднее сокращение времени проектной деятельности проектировщика в САПР при использовании разработанной системы составляет 11%.

Произведена оценка эффективности и качества обучения проектировщика при использовании разработанной автоматизированной обучающей системы. Стоит отметить, что под качеством понимается соотношение поставленной цели и результата обучения. Цель обучения формируется как совокупность оценок профессиональных компетенций и вычисляется по формуле представленной на слайде. Были проанализированы 2 системы-аналога и разработанная авторская АОС. В итоге результат обучения в авторской АОС выше, чем в системах-аналогах.

В заключении стоит отметить, что цель диссертационной работы – повышение качества проектных решений при конструировании трехмерных объектов в САПР КОМПАС-3D – достигнута.

Основными результатами работы являются: первое – предложен новый метод структурно-параметрического анализа проектных решений на основе последовательности проектных операций, отличающийся анализом дерева модели проектного решения и анализом операций объектов трехмерного моделирования. Метод позволяет сократить время проектной деятельности проектировщика в САПР КОМПАС-3D в среднем на 11% за счет классификации и повторного использования изделий машиностроительных объектов; второе – предложен новый метод автоматизированной генерации правил для анализа проектных решений на основе уже имеющихся фактов и правил, отличающийся анализом зависимости между операциями твердотельного моделирования в САПР КОМПАС-3D и позволяющий формировать новые правила для анализа проектных решений; третье – предложена ассоциативно-ориентированная модель компетенций проектировщика, отличающаяся установлением взаимосвязей между знаниями, умениями и навыками, связанными с предметной областью автоматизированного проектирования машиностроительных объектов, и позволяющая сформировать последовательность освоения компетенций и адаптировать процесс обучения автоматизированному проектированию в САПР КОМПАС-3D; четвертое – предложен алгоритм формирования персонифицированной траектории обучения, отличающийся

использованием ассоциативно-ориентированной модели компетенций проектировщика и позволяющий повысить эффективность и качество обучения; и последнее – разработана и реализована архитектура автоматизированной системы анализа проектных решений САПР и обучения проектировщика с поддержкой персонифицированного обучения практическим задачам и освоения компетенций проектировщиком.

Спасибо за внимание!

Председатель

У кого есть вопросы к соискателю?

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

Сергей Игоревич, целью работы у Вас является повышение качества проектных решений при конструировании. Здесь 2 вопроса возникает. Какие параметры качества Вами обоснованы и исследованы для повышения качества проектных решений?

Соискатель

Здесь под качеством проектного решения подразумевается то, что при использовании разработанного метода перестраиваются проектные решения и хранятся уже в улучшенном виде.

Также под качеством можно понимать следующее: происходит обучение проектировщика процессам проектирования с использованием САПР КОМПАС-3D, в результате обучения уменьшается вероятность появления ошибок в процессах конструирования. В качестве параметров рассматривалось сокращение количества проектных операций проектировщика, а также уменьшение количества объектов в получаемом дереве модели.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

В продолжении. В основных результатах работы по повышению качества там вообще нет никаких данных. Как понять, определить, цель работы достигнута?

Соискатель

По повышению качества. Есть оценка эффективности использования двух этих систем. Сокращение времени проектной деятельности на 11% непосредственно ведет к повышению качества проектных решений. Проектировщик тратит меньше времени для достижения конечной цели.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

В результатах по качеству нет никаких таких слов, по-моему, а в цели – это как бы основная заявка. Второй вопрос: результаты теоретического исследования второй главы, они в работе где дальше используются, в чём их научная новизна?

Соискатель

Результаты диссертационной работы внедрены в производственный процесс Ульяновского механического завода: разработанный метод структурно-параметрического анализа, а также метод автоматизированной генерации правил. Данные системы, внедренные на Ульяновском механическом заводе, используются для подготовки и разработки документов, связанных с изделиями специального назначения. Также в корпоративную сеть Ульяновского механического завода внедрена система по классификации машиностроительных изделий, которая использует модели, методы и алгоритмы, предложенные в методе структурно-параметрического анализа, а также внедрена рекомендательная часть, которая позволяет формировать персональные рекомендации для проектировщика. То есть, вот эти три основные составляющие они внедрены в производственный процесс.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

Какая система классификации объектов использована в вашей работе?

Соискатель

В приложении к диссертации есть список классов, которые поддерживаются разработанной системой. Для его составления анализировал справочник машиностроителя-конструктора и схожие документы. Проводились также консультации со специалистами Ульяновского механического завода. Сгруппировал я данные проектные решения по конкретному признаку.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

Классификация деталей по наименованию идёт?

Соискатель

По её классу, то есть: «кольцо», «втулка», «гайка» и так далее.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

То есть, по наименованию.

Соискатель

По наименованию, да, но при реализации классификация была по конкретному признаку: параметры и история построения детали.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

Ну и последний вопрос. Сокращение времени проектной деятельности на 11% как обосновано?

Соискатель

Сокращение времени проектирования на 11%. То есть, я сначала рассмотрел действия проектировщика без данной системы, выделил формулы и величины, которые влияют на сокращение времени. Основными у меня являются точность поиска и степень покрытия. Я подробнее расскажу, что такое точность поиска. Точность поиска – это реализованные в программе алгоритмы и механизмы, которые позволяют классифицировать проектное решение, а степень покрытия – это количество проектных решений в базе данных, которая соответствует такому же количеству проектных решений на предприятии. Рассмотрев все возможные параметры, у меня приводится 24 возможных перебора величин, в среднем сокращение времени проектной деятельностью у меня получается на 11% по последнему столбцу.

Председатель

Коллеги, пожалуйста, еще вопросы.

д.т.н., профессор Афанасьева Т.В.

У меня вот такой будет вопрос, тоже связанный с целью. Вот проектное решение, как Вы понимаете «проектное решение», как Вы его описываете, какие характеристики, метрики вводите?

Соискатель

Под проектным решением я понимаю объект проектирования непрерывной геометрической формы, здесь ещё понимается то, что относительно САПР КОМПАС-3D под проектным решением также понимаются сборки, детали и под сборки. Я анализирую детали и их проектные операции, анализирую историю построения для получения конечной геометрической формы.

д.т.н., профессор Афанасьева Т.В.

То есть, проектное решение у Вас включает процесс как последовательность операций и параметры каких-то компонентов в виде деталей?

Соискатель

Да, все верно. При этом стоит отметить, что каждая проектная операция обладает ещё своими параметрами, которые также анализируются в методе структурно-параметрического анализа, а параметры, как вот Вы говорите геометрических объектов, они уже отдельно хранятся в базе данных.

д.т.н., профессор Афанасьева Т.В.

Вы рассматриваете это всё совместно или по отдельности, в одной модели или с разных точек зрения?

Соискатель

Я рассматриваю это в разных моделях, они предложены все и описаны в методе структурно-параметрического анализа проектных решений и составляют его научную основу. Там есть и модель для анализа последовательности проектных операций, модель для анализа операции, сама модель переменных и параметров трехмерной модели изделия, модель операции с параметрами, модель автоматизированного перестроения и другие. В совокупности они образуют единый программный комплекс, точнее, реализованы все эти модели в виде единого программного комплекса.

д.т.н., профессор Афанасьева Т.В.

Понятно.

Председатель

Пожалуйста, еще вопросы.

д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Можно 50 слайд. Вот у Вас время сокращения проектной деятельности или сокращение времени проектной деятельности? Как правильно? Вот написано «время сокращения проектной деятельности» или сокращение времени проектной деятельности?

Соискатель

Здесь всё-таки время сокращения проектной деятельности.

д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Хорошо. В каких единицах оно измеряется?

Соискатель

Здесь оно измеряется в секундах.

д.т.н., профессор Сергеев В.А.

В чем?

Соискатель

В процентах, то есть отношение при использовании с моей системой и без моей системы.

д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Значит там деленное на T_0 должно быть - исходное время без Вашей системы.

Соискатель

Есть вывод данной формулы. Я рассмотрел проектную деятельность без использования данной классификации: есть какое-то время построения детали, входящей в сборку, есть время фиксированное на открытие, закрытие САПР КОМПАС-3D, поиск.

д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Это расчетное, ожидаемое время уменьшения или экспериментально установленное?

Соискатель

Экспериментально установленное время было в акте внедрения на Ульяновском механическом заводе, где написано, что время сокращения проектной деятельности проектировщика уменьшается на 10-15%.

д.т.н., профессор Сергеев В.А.

На каких изделиях?

Соискатель

На машиностроительных изделиях. На тех изделиях, которые есть на предприятии.

д.т.н., профессор Сергеев В.А.

На всей номенклатуре изделий?

Соискатель

Нет, на классах, которые предложены и описаны в приложении к диссертации.

д.т.н., профессор Сергеев В.А.

Спасибо.

Председатель

Коллеги, еще вопросы.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

4 слайд. У Вас тут критикуется классический подход к обучению, что здесь за классические подходы к обучению?

Соискатель

Это обучение в паре преподаватель-ученик.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

В том числе с использованием средств автоматизации?

Соискатель

С использованием средств автоматизации, но без использования автоматизированных обучающих систем, связанных с САПР.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

И это классический подход?

Соискатель

В рамках диссертации рассматривались автоматизированные обучающие системы, которые связаны с САПР. Был проведен анализ, который выявил, что в них нет механизмов интеграции с моделью компетенций инженера-проектировщика; и предлагается вот такое усовершенствование данного механизма, как интеграция с разработанной ассоциативно-ориентированной моделью и с предложенным новым алгоритмом.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

Спасибо. САПР КОМПАС-3D это сертифицированное изделие?

Соискатель

Да, разработчик компания АСКОН, это сертифицированное изделие. Передовой отечественный САПР, который используется на отечественном производстве.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

Вы своими решениями его меняете, модернизируете?

Соискатель

Я изменяю не сам САПР, у меня сторонняя программа, точнее, она работает в паре с САПР КОМПАС.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

Поправляет его?

Соискатель

Да. Проектное решение забирается из САПР, анализируется в моей программе и загружается в САПР обратно. То есть, то, что вот Вы говорите как «модернизация САПР» – это уже дальнейшее развитие данной работы, чтобы она уже была в виде подключаемой библиотеки.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

Я про то, что компетентная комиссия приняла работу, имею в виду САПР, и она годится для проектирования изделий машиностроительного производства. Потом Вы взяли, поправили КОМПАС, какие-то изделия, комиссии соответственно не предъявляли, не разговаривали? Или говорите, теперь будем работать вот так?

Соискатель

С этой точки зрения проводилось множество консультаций со специалистами, конструкторами механического завода, которые используют в своей проектной деятельности САПР КОМПАС, то есть, для них данная реализация является приемлемой, когда программное средство работает в связке с САПР КОМПАС.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

То есть, Вы этих специалистов поставили выше комиссии, которая принимала КОМПАС?

Соискатель

Нет, их не поставили выше данной комиссии, здесь по требованию заказчика в рамках хоздоговорных НИР была поставлена такая задача по разработке такой системы.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

Ладно. И последнее. У Вас все алгоритмы почему-то в виде строк, текстовые. А есть установленные ГОСТом начертания алгоритмов. Чем Вы объясните применение такого представления алгоритмов?

Соискатель

Такое представление алгоритмов оно представлено на слайде, в диссертационной работе алгоритмы представлены в виде блок-схем, для компактности презентации я их поместил на один слайд в виде шагов и пунктов.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

То есть, это более выгодно и наглядно Вы считаете?

Соискатель

Я считаю, это занимает меньше места на слайде и можно больше показать на одной картинке.

д.т.н., профессор Егоров Ю.П.

Спасибо, вопросов больше нет.

Председатель

Пожалуйста, еще вопросы.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Сергей Игоревич, вопрос такой: «обучение проектировщика» – это специалист? или проектировщик может быть техником? Инженер-конструктором? Кого обучаете? С высшим образованием? Если с высшим образованием, то на первом курсе обучаются с использованием системы КОМПАС. Чем отличается Ваше обучение от того, что в ВУЗе дают?

Соискатель

Во-первых, выделено 20 компетенций в рамках диссертационного исследования, каждая компетенция содержит 4 уровня освоения данной компетенции и соответствует уровню всё-таки выше, чем вузовский. Компетенции соответствуют таким категориям, как молодой специалист (только подойдет человек, который пришёл после ВУЗа на предприятие), остальные компетенции соответствуют инженер-конструкторам 3-1 категорий и ведущему инженер-конструктору. То есть, это уже обучение проектировщиков, пользователей САПР на предприятии. Как молодого специалиста можно обучать и выпускника ВУЗа.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Предложена теоретическая оценка эффективности и качества обучения. По каким параметрам, показателям Вы оцениваете эффективность обучения?

Соискатель

Я выделил, как строятся типовые курсы по обучению в системах-аналогах, предложил свой модернизированный. То есть, как строятся обучающие курсы в автоматизированных обучающих системах, какой там материал, как там он подбирается, сколько тестовых и практических заданий, сколько компетенций заложено в данный курс и какое количество связанных компетенций с учебным материалом. В результате получилась формула, была определена также формула для расчёта цели обучения как суммы оценок профессиональных компетенций, в результате чего получилось, что при использовании, в теории, моей автоматизированной обучающей системы результат обучения будет выше.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

В первой главе рассматривается параметрический анализ и оптимизация проектных решений, здесь учитываете вопросы, связанные с расчетом размерных цепей. Вы полностью связи, полная, неполная взаимозаменяемость учитывали или нет при расчете размерных цепей?

Соискатель

В обзорной главе были представлены системы, позволяющие проанализировать проектные решения. Размерность проектных цепей как один из процессов инженерного анализа. В диссертационной работе инженерный анализ не рассматривался.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Там рассматриваются связи, системы дифференциальных уравнений, поле допуска, коэффициент риска учитывается. Учитывали, например, коэффициент риска?

Соискатель

В системе анализа проектных решений я учитывал допуски, у меня есть классификация правил.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Не учитывали, наверное.

Соискатель

Учитывал, у меня в системе используются ГОСТы, которые это учитывают.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Вы смотрели книгу Дунаева «Размерные цепи» или нет?

Соискатель

Нет, такую книгу я не смотрел.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Ещё вопрос такой: во второй главе разработан новый метод структурно-параметрического анализа проектных решений; что за новый метод, чем отличается от старых методов?

Соискатель

В первой главе производится обзор методов анализа проектных решений, рассмотрены основные системы флагманских компаний, таких как Siemens, creo parametric и их системы анализа проектных решений. Были рассмотрены механизмы, которые используются при анализе проектных решений в данных системах. В них отсутствуют функции по анализу действий проектировщика, а также классификации машиностроительных изделий. Сущность нового метода заключается как раз в анализе последовательности проектных операций, выполненных в САПР КОМПАС-3D.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Вы рассматривали оптимизацию. Какая целевая функция была у Вас?

Соискатель

Оптимизацией проектных решений я не занимаюсь. Я занимаюсь анализом проектных решений и их перестроением. В первой главе же рассматривался абзац с оптимизацией и какие ее виды существуют: оптимизация размеров и формы. Поэтому я включил это в автореферат, что они были рассмотрены.

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Коэффициент корректности учитывали?

Соискатель

Нет, коэффициент корректности не учитывался.

Председатель

Хорошо. Коллеги, есть еще вопросы?

д.т.н., профессор Стучебников В.М.

Второй пункт практической ценности у Вас завершается тем, что «система позволяет уменьшить сложность получаемых управляемых программ для станков с ЧПУ». Вот в чём заключается уменьшение сложности управляющих программ, если управляющие программы определяются теми деталями, которые на станках с ЧПУ изготавливаются?

Соискатель

Подразумевалось уменьшение количества исходного кода, которого необходимо для управляющей программы для станков с ЧПУ. В рамках диссертационного исследования не приводится оценка сложности или уменьшения сложности таких программ.

д.т.н., профессор Стучебников В.М.

Понятно. Вот как раз по оптимизации у Вас тоже во втором пункте написано «алгоритм поиска не оптимально выполненных проектных операций», в чём критерий оптимальности или не оптимальности выполненных проектных операций?

Соискатель

Не оптимально выполненные проектные операции – это рабочий термин, за ним подразумевается следующее: если при анализе проектных решений находится последовательность проектных операций проектировщика, которую можно заменить на последовательность с меньшим количеством действий, при этом не изменяя геометрической формы трехмерного объекта, значит, данная последовательность

является неоптимальной. Данный термин используется в методе структурно-параметрического анализа, в алгоритме поиска не оптимально выполненных проектных операций, при перестроении дерева модели проектного решения.

д.т.н., профессор Стучебников В.М.

Ну тогда, если Вы так определяете не оптимальность и оптимальность проектных решений, наверное, говорить о том, что после Ваших действий получается оптимальное проектное решение не совсем корректно. С не оптимальностью понятно, а вот критерий оптимальности он не присутствует.

Соискатель

Под критерием оптимальности понимается количество действий для построения операции.

д.т.н., профессор Стучебников В.М.

Но Вы как-то анализируете, что в результате применения Вашей работы это количество будет минимальным? не меньше того что было, а минимальным?

Соискатель

Существует множество способов построения одного и того же трехмерного объекта. В системе заложены правила, которые заменяют одну последовательность на другую, в результате уменьшается дерево проектного решения. Здесь под меньшим количеством действий подразумевается наименьшее из возможных вариантов перестроения проектного решения. В результате уменьшается количество связей в проектном решении САПР, что увеличивает его производительность.

д.т.н., профессор Стучебников В.М.

Больше нет вопросов.

Председатель

Есть еще вопросы? (Нет).

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

Слово предоставляется научному руководителю работы **д.т.н., Афанасьеву Александру Николаевичу**

д.т.н., профессор Афанасьев А.Н.

Уважаемые коллеги, Бригаднов Сергей закончил кафедру "Вычислительная техника", потом учился у меня в аспирантуре, успешно завершил 4-х годичное обучение и, фактически, от искомого

срока мы отклонились буквально на 3 недели: 31 сентября закончился срок обучения в аспирантуре.

За это время он сложился как вполне самостоятельный исследователь и все задачи, которые решены в диссертационной работе, решены им самостоятельно. Хочу отметить практическую направленность работы и то, что результаты диссертационного исследования внедрены на Ульяновском механическом заводе и уже в настоящее время приносят конкретную пользу предприятию.

Вот здесь профессор Егоров задавал вопрос насчёт комиссии АСКОНовской, Юрий Петрович, сейчас мы с АСКОНовым ведем переговоры и, видимо, в ближайшем времени сможем решить вопрос о том, что вот эта составляющая программная компонента будет включена в систему автоматизированного проектирования КОМПАС.

Сергей работает в настоящее время в отделе информационно-технического обеспечения Института дистанционного и дополнительного образования. После защиты диссертации планируется его определённый профессиональный тренд, он останется работать в университете, и я думаю, что ещё много пользы принесёт Ульяновскому государственному техническому университету.

Спасибо.

(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 9 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 «Тверской государственный технический университет».

Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой технологии и автоматизации машиностроения Бурдо Г.Б. Замечания:

- на стр. 3 автореферата указывается, что «Обеспечение конкурентоспособности современных промышленных и проектных предприятий (организаций) определяется степенью информатизации производственного процесса, в первую очередь использованием САПР, ...». На наш взгляд, обеспечение конкурентоспособности продукции определяется в большей степени совершенством

процессов деятельности машиностроительного предприятия в целом;

- на той же стр.3 указывается: «...встречается ситуация, связанная с выполнением операций проектировщиком, являющихся «лишними» и которых можно избежать. В результате усложняется дерево проектных решений, а при автоматизированной разработке программы для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) увеличивается ее сложность». Заметим, что сложность программы для станка с ЧПУ для конкретной технологической операции зависит лишь от сложности 3D (объемная обработка) или 2D (плоская обработка) – моделей (геометрия и параметры), описывающих состояние детали до и после выполнения операции, но никак не от сложности получения самих моделей проектировщиком (в т.ч. и от «лишних» операций, выполненных им);

- известно, что процесс конструкторской подготовки производства включает проектирование (разработка концепции изделия, расчеты и т.д.) и конструирование (собственно вычерчивание). Очевидно, что ошибки на первом этапе являются более серьезными и критичными, и более важными для изучения. Впрочем, замечание можно отнести и к разряду пожеланий для последующего исследования.

2. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Системы автоматизации проектирования» Бершадским А.М.; д.т.н., профессором, деканом факультета вычислительной техники Фионовой Л.Р. Замечания:

- в автореферате нет полного соответствия задач диссертационного исследования, полученных научных результатов и положений, выносимых на защиту. Например, в задачах ничего не говорится о разработке алгоритма, а в разделе «новизна» появился алгоритм формирования траектории, в задачах говорится о разработке модели системы обучения, а в положениях, выносимых на защиту, идет речь о совокупности разработанных моделей (т.е. нескольких моделей);

- автором выделены категории проектировщика трехмерных объектов в САПР КОМПАС, но не описаны их компетенции.

3. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»).

Отзыв подписан к.т.н., доцентом, профессором кафедры Систем автоматизированного проектирования Лячком Ю.Т. Замечания:

- остался открытым вопрос, какие еще существуют критерии оценки проектной деятельности проектировщика, кроме исследуемого в диссертационной работе количества проектных операций для построения проектного решения;

- в автореферате автором представлен алгоритм формирования персонифицированной траектории обучения, но не описан механизм интеграции с системой анализа проектных решений;

- не проиллюстрирован механизм реализации предложенного метода анализа проектных решений, позволяющий ускорить проектную деятельность проектировщика.

4. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет».

Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Информационно-вычислительные системы», деканом факультета информатики и вычислительной техники Сидоркиной И.Г. Замечания:

- автором не описан процесс перестроения дерева модели проектного решения в САПР КОМПАС-3D на основе сформированной оптимальной последовательности проектных операций;
- на стр. 16 автореферата приведена схема автоматизированной системы анализа проектных решений и обучения, где отображено взаимодействие основных блоков и компонентов системы. Однако без описания данных компонентов затруднено понимание процесса анализа проектных решений и обучения проектировщика.

5. ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Телекоммуникационные технологии и системы связи» Смагиным А.А. Замечания:

- автором достаточно подробно изложен метод структурно-параметрического анализа проектных решений, описан ряд моделей и алгоритмов, составляющих научную основу метода, но отсутствуют примеры последовательностей проектных операций, а также правил для анализа проектных решений, что затрудняет понимание данного процесса;
- из текста автореферата не ясно, за счет чего повышается качество и эффективность обучения автоматизированному проектированию.

6. ПАО «Научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт электромашиностроения» (НИПТИЭМ).

Отзыв подписан начальником расчетно-теоретического сектора ПАО «НИПТИЭМ», к.т.н. Кобелевым А.С. Замечания:

- вызывает глубокое сомнение, что реальный эффект от внедрения системы классификации машиностроительных объектов можно столь точно вымерять в процентах.
- равным образом, вызывает сомнение процентная оценка качества обучаемости в созданной обучающей системе и зарубежных системах-аналогах. Ведь для этого нужно, по меньшей мере, иметь очень близкие по функционалу САД-системы, равных по компетенции инженеров-конструкторов и близкие по сложности проектные задачи.

7. ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет».

Отзыв подписан д.т.н., доцентом, профессором кафедры «Информатика и прикладная математика» Виноградовым Г.П. Замечания:

- автором не описаны основные компоненты разработанной автоматизированной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика, что затрудняет понимание взаимодействия двух блоков из рисунка 1;
- не ясно, за счет чего достигается повышение качества проектных решений при использовании системы анализа проектных решений;
- из автореферата не ясна размерность базы правил. Отсутствует пример работы алгоритма генерации правил, что затрудняет оценку его работоспособности.

8. АО «Ульяновский НИАТ»

Отзыв подписан д.т.н., генеральным директором Марковцевым В.А.
Замечания:

- не ясно, каким образом формируется оптимальное проектное решение, какова структура и дерево модели проектного решения;
- в автореферате упоминается классификация правил для анализа проектных решений, но описание данной классификации и типов правил отсутствует.

9. ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»

Отзыв подписан к.т.н., доцентом кафедры «Технология машиностроения» Рязановым С.И. Замечание:

- частным замечанием по работе является предельная тривиальность оценки экономической эффективности исследования (судя по тексту автореферата на стр.19, 20, приведены только теоретические оценки эффективности, то есть отсутствуют табулированные данные о прогрессе в обучении пользователей САПР «до и после» внедрения результатов исследования).

Председатель

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

Соискатель

Хорошо, спасибо. На замечания ведущей организации у меня есть пояснения по второму пункту: по процессу формирования рекомендаций. Более подробно данный процесс описан не только в алгоритме, но и в методе, а также в 4 главе при реализации системы анализа проектных решений. С остальными замечаниями ведущей организации я согласен.

По поводу отзывов на автореферат текста диссертации. Замечание Пензенского Государственного Университета (первое): " В задачах ничего не говорится о разработке алгоритма", то есть, несоответствие задачи диссертационного исследования и новизны. Здесь стоит пояснить, что в задачах диссертационного исследования есть такой пункт 4 «Разработка моделей автоматизированной обучающей системы», как раз в нём и фигурирует алгоритм формирования траектории обучения.

Далее замечания можно классифицировать следующим образом, в которых представлены слова «подробно не описан», «не представлен механизм интеграции» и так далее. То есть, более подробное описание данных механизмов оно представлено в диссертационной работе, что касается алгоритмов, они более подробно описаны и проиллюстрированы во второй главе, нежели в автореферате, а механизм интеграции он более подробно описан в 4 главе при реализации системы.

С остальными замечаниями по автореферату я согласен.

Председатель

Слово для отзыва предоставляется официальному оппоненту –
д.т.н. Аверченкову Андрею Владимировичу.

д.т.н., профессор Аверченков А.В.

Уважаемый председатель и члены диссертационного совета, представляю Вашему вниманию отзыв официального оппонента на диссертационную работу Бригаднова Сергея Игоревича на тему «Автоматизация структурно-параметрического анализа проектных решений и обучения проектировщика изделий машиностроения средствами САПР КОМПАС», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (промышленность).

Актуальность. В настоящее время САПР стали неотъемлемой частью работы конструкторов и проектировщиков, дизайнеров и архитекторов. Современные производства накопили большой опыт решений САПРовских задач, но, к сожалению, большинство обучающих систем не используют реальные задачи при подготовке специалистов, а также не интегрируют базу проектных решений предприятия. При этом возможность повторного использования проектных решений на предприятиях является важной задачей, имеющей большое практическое значение. В связи с этим, диссертация соискателя, в которой рассматривается вопрос анализа действий проектировщика в процессе конструкторской разработки, а также классификации проектных решений с целью повторного использования, является актуальной. Решаемые в работе задачи направлены на повышение качества проектных решений изделий машиностроения за счет структурно-параметрического анализа последовательности операций проектировщика для последующего перестроения проектного решения, выполненного в программном пакете САПР КОМПАС-3D.

Структура, содержание и объем. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 170 наименования и 4 приложений. Общий объём работы 195 страниц, в том числе 176 страницы основного текста, 11 таблиц, 54 рисунка.

Первая глава диссертации посвящена анализу предметной области исследования. Рассмотрены основные методы и инструменты инженерного анализа проектных решений в области проектирования машиностроительных объектов САПР. Выделены основные требования, предъявляемые к разработке автоматизированной системы обучения проектировщика проектной деятельности в САПР. Определены профессиональные компетенции инженер-проектировщика.

Во второй главе рассматривается математическое обеспечение автоматизированной системы анализа проектных решений, выполненных в САПР. Разработан новый метод структурно-параметрического анализа проектных решений, выполненных в САПР КОМПАС. Разработан новый метод автоматизированной генерации правил для анализа проектных решений. Предложена схема автоматизированной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика.

В третьей главе разрабатывается математическое обеспечение автоматизированной системы обучения. Предложена концептуальная модель автоматизированной системы обучения проектировщика, описаны ее основные компоненты.

В четвертой главе рассматриваются авторские программные разработки: система поиска неоптимальных проектных операций, система классификации машиностроительных изделий.

Научная новизна. Научными результатами работы являются разработанные методы и средства, которые положены в основу организации и функционирования двух взаимосвязанных систем: автоматизированной системы анализа проектных решений, а также комплексной системы обучения (КСО) автоматизированному проектированию машиностроительных изделий. Наиболее значимыми научными результатами являются: первое – метод структурно-параметрического анализа проектных решений, выполненных в среде САПР КОПМАС-3D; второе – ассоциативно-ориентированная модель компетенций проектировщика, использующая в качестве теоретической базы аппарат параллельных сетевых схем.

Значимость для науки и практики. Практическая ценность работы состоит в спроектированных программно-информационных средствах автоматизированной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика: система поиска неоптимальных проектных операций, система классификации машиностроительных изделий, базы данных изделий. Работоспособность предложенных методов и программно-инструментальных средств доказана экспериментально и подтверждена внедрением в производственные процессы.

Соответствие требованиям по выполнению, оформлению и апробации работы. Диссертационная работа снабжена большим количеством хорошо оформленного иллюстративного материала, используются современные текстовые, графические и математические редакторы.

В целом диссертация оформлена качественно и с соблюдением основных требований.

Автореферат в полном объеме отражает основное содержание диссертации. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на 19 Международных и Всероссийских конференциях. По теме диссертации опубликовано достаточное количество работ – 22, в том числе 3 статьи опубликовано в изданиях из перечня ВАК РФ, получено 2 свидетельства на программу для ЭВМ.

Замечания.

- 1) В подразделе 1.2 при анализе современных САПР следовало бы указывать конкретные версии программного обеспечения, которое подвергалось анализу.
- 2) На стр. 24 приводится малоизвестная аббревиатура «САх», но не дается пояснение, что это такое.
- 3) На стр. 58 производится анализ проф. стандартов по состоянию на 2015 год. Следовало бы обновить информацию, сейчас уже 2018 год.
- 4) Объем обзорной главы 1 в 53 страницы выглядит явно излишним.
- 5) На стр. 82 в качестве рекомендуемого решения автор предлагает вставить «крошечный элемент». Данная терминология является не научной и не определяет размер вставляемого элемента.
- 6) На стр. 94–96 имеются ссылки на устаревшие ГОСТы, например ГОСТ 2.307–68, ГОСТ 2.317–69.
- 7) Из диссертации не ясно, как четырехуровневая матрица компетентности проектировщика в САПР соотносится с утвержденными профессиональными стандартами на соответствующие виды деятельности.

- 8) Таблицы большего объема, например 4.1, рекомендуется выносить в приложения и не увеличивать искусственно объем диссертации. Туда же стоило бы вынести информацию о процедуре программирования БД из раздела 4.3.
- 9) В разделе 4 стоило бы при оценке эффективности предложенных решений не только рассчитывать снижение времени проектирования, но и выйти на экономический эффект.
- 10) На стр. 170 автор пишет, что «результат обучение равен 33% от поставленной цели», но совершенно не разъясняет, что значит эта странная цифра.
- 11) Диссертационная работа содержит ряд неточностей и опечаток в текстовой части.

Заключение. Диссертация Бригаднова С. И. является законченной научно-квалификационной работой и может быть определена как совокупность научно обоснованных технических и технологических решений важной прикладной задачи, связанной с повышением качества проектных решений изделий машиностроения за счет структурно-параметрического анализа последовательности операций твердотельного моделирования, а также с формированием у проектировщиков профессиональных компетенций в области автоматизированного проектирования машиностроительных изделий.

Работа выполнена на высоком научно-техническом уровне с достаточной апробацией.

Содержание автореферата отражает основные положения работы, а отмеченные замечания не несут в себе принципиального характера.

Представленная работа Бригаднова С. И. по актуальности, научно-техническому уровню и практическому значению выполненных исследований, технических и технологических разработок отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 "Системы автоматизации проектирования (промышленность)". Автор диссертации, Бригаднов С.И., несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 "Системы автоматизации проектирования (промышленность)".

Официальный оппонент, Аверченков Андрей Владимирович.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Соискателю предоставляется слово для ответа на замечания оппонента.

Соискатель

Хотелось бы ответить на 3 и 7 замечания, связанные с анализом проф. стандартов и соотношению 4-уровневой матрицы компетенций. Помимо проф. стандартов 2015 года во второй главе также рассматриваются образовательные программы высших учебных заведений за 2017 год, а сертификационные тесты компании АСКОН и их содержание оно постоянно обновляется, то есть там представлена актуальная информация за 2018 год.

Что касается соотношения 4-уровневой матрицы компетентности проектировщика в САПР с соответствующим видом деятельности, то она

соотносится со следующим видом деятельности – это проектирование и конструирование трехмерных объектов в САПР КОМПАС-3D. Данные компетенции, а также их уровни обсуждались с конструкторами и специалистами предприятия, где внедрены данные результаты работы.

С остальными замечаниями и рекомендациями по диссертации я согласен.

Председатель

Слово для озвучивания отзыва официального оппонента **к.т.н. Камалова Леонида Евгеньевича** предоставляется ученому секретарю.

(Отзыв прилагается).

Председатель

Слово для ответа на замечания оппонента предоставляется соискателю.

Соискатель

Спасибо. Хотелось бы прокомментировать второе замечание, то есть, шаги, представленные в алгоритме перестроения проектного решения. Они никак не влияют на геометрические параметры, форма трехмерного объекта не меняется. В свою очередь, уменьшение количества связей и объектов в дереве модели происходит за счёт выполнения замены не оптимально выполненных проектных операций на операции с меньшим количеством действий.

С остальными замечаниями оппонента я полностью согласен.

Председатель

Кто хочет выступить?

д.т.н., доцент Негода В.Н.

У нас Сергей на кафедре проучился и вот сегодня с огромным удовольствием посмотрел, как он вырос, просто зрелость невероятная. И на НТС было видно, что он выходит с очень убедительными аргументами в ходе работы.

Теперь по самому существу, мне понравилось в самой работе знаете что: четкая граница между САПР и не САПР. Вот даже когда пытались его по оптимизации, ведь оптимизация – это дело машиностроителя, когда речь идёт о том изделии, которое проектируется, а дело САПРовика (и даже если в САПР мат. модель пишет машиностроитель, то ли она механику представляет, динамику поведения, то ли это сопромат какой-нибудь, в любом случае – это механика специалиста по специальности прикладной математики, который работает на границе механики и прикладной математики) то, что вот он границу провёл – это образец четкого САПР без всяких сомнений. И тот критерий сокращения количества проектных операций он должен быть главным для истинного САПРовика, который создает средства повышения производительности труда проектировщиков.

И вот это, мне кажется, хороший потенциал в этой работе.

Председатель

Да, пожалуйста.

д.т.н., доцент Епифанов В.В.

Актуальность, по крайней мере у меня, не вызывает сомнений в работе, поскольку сокращение времени проектирования существенно влияет на эффективность конструкторской подготовки производства.

В работе разработаны модели для анализа проектных решений и обучения проектировщика с учетом компетенций, но, тем не менее, судя по автореферату и раздаточному материалу, теоретическое исследование носит элементы "черного ящика". На мой взгляд, не совсем четко раскрыто, ну может в диссертации более подробно изложено.

Практическая значимость заключается в разработке программного комплекса, элементы которого внедрены на механическом заводе. Ну а завод, тем более такой серьезный, просто так хоздоговора заключать не будет, но, тем не менее, в работе принята система классификации по наименованию детали, а в промышленности такого классификатора ведь нет, много раз пытались его создать, но не получается. Поэтому конструктор на предприятии, работая в САПР, может обозвать деталь «стаканом», а может «корпусом». Вот на приборостроительном заводе достаточно много деталей, которые тела вращения вроде бы, а называются «корпус». И вот в восьмидесятые годы прошлого столетия был разработан классификатор ЕСКД, в котором детали имеют обезличенный код: там 6 классов различных деталей и, наверное, можно было применить его, в том числе это было сделано как раз и для САПР.

Но в целом Сергей Игоревич, на мой взгляд, хорошо доложил, хорошо достаточно отвечал на вопросы, имеет много публикаций.

Я буду поддерживать.

Председатель

Коллеги, пожалуйста, еще кто хочет выступить?

д.т.н., профессор Дьяков И.Ф.

Ну, конечно, представленная работа является актуальной, особенно обучение проектировщика. Может здесь как бы состыковать с нашими преподавателями, какие-то рекомендации дать, чтобы дальше развивать этот процесс. Поставленная цель, кажется, достигнута, задачи решены полностью, и он соответствует, достоин, конечно, присвоения ученой степени.

Председатель

Кто еще хочет выступить? Нет желающих?

Соискателю предоставляется заключительное слово.

Соискатель

Спасибо. Хочется поблагодарить кафедру «Вычислительная техника», на которой была выполнена диссертация, а также поблагодарить научного руководителя Афанасьева Александра Николаевича и отдельное большое спасибо нашей научной группе. У меня все.

Председатель

Переходим к голосованию. Какие будут предложения по составу счетной комиссии? Поступили предложения включить в состав счетной комиссии Сергеева В.А., Егорова Ю.П., Афанасьеву Т.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 Сергееву В.А.

Отглашается 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 - нет , недействительных бюллетеней - нет) диссертационный совет Д212.277.01 при Ульяновском государственном техническом университете признает, что диссертация **Бригаднова С.И.** содержит новые решения в автоматизации структурно-параметрического анализа проектных решений и обучения проектировщика изделий машиностроения средствами САПР КОМПАС, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 "Положения" ВАК), и присуждает **Бригаднову Сергею Игоревичу** ученую степень кандидата технических наук по специальностям **05.13.12.**

Председатель

У членов Совета имеется проект заключения по диссертации **Бригаднова С.И.** 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 24.10.2018 № 12

О присуждении Бригаднову Сергею Игоревичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Автоматизация структурно-параметрического анализа проектных решений и обучения проектировщика изделий машиностроения средствами САПР КОМПАС» по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (промышленность)» принята к защите 26.06.2018 протокол № 8 диссертационным советом Д212.277.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет», 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, д. 32, приказ от 11.04.2012 №105 н/к.

Соискатель Бригаднов Сергей Игоревич, 1992 года рождения. В 2014 году соискатель окончил ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет». В 2018 году окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»; работает программистом в Институте дистанционного и дополнительного образования Ульяновского государственного технического университета.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» на кафедре «Вычислительная техника».

Научный руководитель – доктор технических наук, Афанасьев Александр Николаевич, доцент, профессор кафедры «Вычислительная техника» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

Официальные оппоненты:

Аверченков Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры «Компьютерные технологии и системы», ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Камалов Леонид Евгеньевич, кандидат технических наук, руководитель направления по работе с ключевыми клиентами, региональное представительство компании АСКОН

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону в своем положительном заключении, подписанном Курейчиком Владимиром Викторовичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой систем автоматизированного проектирования Института компьютерных технологий и информационной безопасности Южного федерального университета указала, что диссертация является завершенной научно-

исследовательской работой, имеющей практическую и теоретическую значимость. Работа Бригаднова С.И. соответствует требованиям ВАК РФ п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а автор достоин присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (промышленность).

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 25 работ, в том числе 3 опубликованных в рецензируемых научных изданиях. Общий объем работ составляет 7,53 п.л. Соискателю выдано 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

- 1) Бригаднов, С.И. Разработка базы проектных решений машиностроительных объектов / С. И. Бригаднов, М. Е. Уханова, И. С. Ионова, А. Г. Игонин // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2017. – № 12. – С. 79-85;
- 2) Афанасьев, А.Н. Разработка автоматизированной системы анализа проектных решений в САПР КОМПАС-3D / А. Н. Афанасьев, С. И. Бригаднов, Д. С. Канев // Автоматизация процессов управления. – 2018. – № 1(51). – С. 108-117;
- 3) Афанасьев, А.Н. Методы и средства комплексной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика / А. Н. Афанасьев, С. И. Бригаднов // Автоматизация процессов управления. – 2018. – № 2(52). – С. 50-57.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: 9 отзывов. Все отзывы положительные.

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет».

Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой технологии и автоматизации машиностроения **Бурдо Г.Б. Замечания:**

- 1) на стр. 3 автореферата указывается, что «Обеспечение конкурентоспособности современных промышленных и проектных предприятий (организаций) определяется степенью информатизации производственного процесса, в первую очередь использованием САПР, ...». На наш взгляд, обеспечение конкурентоспособности продукции определяется в большей степени совершенством процессов деятельности машиностроительного предприятия в целом; 2) на той же стр.3 указывается: «...встречается ситуация, связанная с выполнением операций проектировщиком, являющихся «лишними» и которых можно избежать. В результате усложняется дерево проектных решений, а при автоматизированной разработке программы для станков с числовым программным управлением (ЧПУ) увеличивается ее сложность». Заметим, что сложность программы для станка с ЧПУ для конкретной технологической операции зависит лишь от сложности 3D (объемная обработка) или 2D (плоская обработка) – моделей (геометрия и параметры), описывающих состояние детали до и после выполнения операции, но никак не от сложности получения самих моделей проектировщиком (в т.ч. и от «лишних» операций, выполненных им);
- 3) известно, что процесс конструкторской подготовки производства включает проектирование (разработка концепции изделия, расчеты и т.д.) и конструирование (собственно вычерчивание). Очевидно, что ошибки на первом этапе являются более серьезными и критичными, и более важными для изучения. Впрочем,

замечание можно отнести и к разряду пожеланий для последующего исследования.

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет».

Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Системы автоматизации проектирования» **Бершадским А.М.**; д.т.н., профессором, деканом факультета вычислительной техники **Фионовой Л.Р.** **Замечания:** 1) в автореферате нет полного соответствия задач диссертационного исследования, полученных научных результатов и положений, выносимых на защиту. Например, в задачах ничего не говорится о разработке алгоритма, а в разделе «новизна» появился алгоритм формирования траектории, в задачах говорится о разработке модели системы обучения, а в положениях, выносимых на защиту, идет речь о совокупности разработанных моделей (т.е. нескольких моделей); 2) автором выделены категории проектировщика трехмерных объектов в САПР КОМПАС, но не описаны их компетенции.

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

Отзыв подписан к.т.н., доцентом, профессором кафедры Систем автоматизированного проектирования **Лячком Ю.Т.** **Замечания:** 1) остался открытым вопрос, какие еще существуют критерии оценки проектной деятельности проектировщика, кроме исследуемого в диссертационной работе количества проектных операций для построения проектного решения; 2) в автореферате автором представлен алгоритм формирования персонифицированной траектории обучения, но не описан механизм интеграции с системой анализа проектных решений; 3) не проиллюстрирован механизм реализации предложенного метода анализа проектных решений, позволяющий ускорить проектную деятельность проектировщика.

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет».

Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Информационно-вычислительные системы», деканом факультета информатики и вычислительной техники **Сидоркиной И.Г.** **Замечания:** 1) автором не описан процесс перестроения дерева модели проектного решения в САПР КОМПАС-3D на основе сформированной оптимальной последовательности проектных операций; 2) на стр. 16 автореферата приведена схема автоматизированной системы анализа проектных решений и обучения, где отображено взаимодействие основных блоков и компонентов системы. Однако без описания данных компонентов затруднено понимание процесса анализа проектных решений и обучения проектировщика.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

Отзыв подписан д.т.н., профессором, заведующим кафедрой «Телекоммуникационные технологии и системы связи» **Смагиным А.А.** **Замечания:** 1) автором достаточно подробно изложен метод структурно-параметрического анализа проектных решений, описан ряд моделей и алгоритмов, составляющих научную основу метода, но отсутствуют примеры последовательностей проектных операций, а также правил для анализа проектных решений, что затрудняет понимание данного процесса; 2) из текста автореферата не ясно, за счет чего повышается качество и эффективность обучения автоматизированному проектированию.

ПАО «Научно-исследовательский проектно-конструкторский и технологический институт электромашиностроения» (НИПТИЭМ)

Отзыв подписан начальником расчетно-теоретического сектора ПАО «НИПТИЭМ», к.т.н. **Кобелевым А.С.** **Замечания:** Вызывает глубокое сомнение, что реальный эффект от внедрения системы классификации машиностроительных объектов можно столь точно вымерять в процентах. Равным образом, вызывает сомнение процентная оценка качества обучаемости в созданной обучающей системе и зарубежных системах-аналогах. Ведь для этого нужно, по меньшей мере, иметь очень близкие по функционалу САД-системы, равных по компетенции инженеров-конструкторов и близкие по сложности проектные задачи.

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет».

Отзыв подписан д.т.н., профессором, профессором кафедры «Информатика и прикладная математика» **Виноградовым Г.П.** **Замечания:** Автором не описаны основные компоненты разработанной автоматизированной системы анализа проектных решений и обучения проектировщика, что затрудняет понимание взаимодействия двух блоков из рисунка 1. Не ясно, за счет чего достигается повышение качества проектных решений при использовании системы анализа проектных решений. Из автореферата не ясна размерность базы правил. Отсутствует пример работы алгоритма генерации правил, что затрудняет оценку его работоспособности.

АО «Ульяновский НИИТ»

Отзыв подписан д.т.н., генеральным директором **Марковцевым В.А.** **Замечания:** 1) не ясно, каким образом формируется оптимальное проектное решение, какова структура и дерево модели проектного решения; 2) в автореферате упоминается классификация правил для анализа проектных решений, но описание данной классификации и типов правил отсутствует.

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет»

Отзыв подписан к.т.н., доцентом кафедры «Технология машиностроения» **Рязановым С.И.** **Замечание:** частным замечанием по работе является предельная тривиальность оценки экономической эффективности исследования (судя по тексту автореферата на стр.19, 20, приведены только теоретические оценки эффективности, то есть отсутствуют табулированные данные о прогрессе в обучении пользователей САПР «до и после» внедрения результатов исследования).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области исследования 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:

разработана комплексная система анализа проектных решений и обучения проектировщика, заключающаяся в анализе дерева модели проектного решения и операций трехмерного моделирования машиностроительных изделий в среде САПР КОМПАС, а также позволяющая персонифицировать процесс обучения автоматизированному проектированию;

предложена следующая оригинальная научная гипотеза исследования: если в процессе анализа проектных решений, выполненных в САПР, классифицировать изделия машиностроительных

объектов с целью повторного использования, а также на основе оптимальных проектных операций проектирования перестроить дерево модели трехмерного твердотельного изделия, то это повысит производительность труда проектировщика;

доказана целесообразность и перспективность использования результатов диссертационной работы при организации конструкторской подготовки производства новых машиностроительных изделий;

введено рабочее понятие «неоптимальная последовательность проектных операций», используемое в методах структурно-параметрического анализа проектных решений, автоматизированной генерации правил анализа проектных решений.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны обоснованность применения методов и средств структурно-параметрического анализа проектных решений, позволяющих классифицировать машиностроительные изделия с целью повторного использования в процессах конструирования;

применительно к проблематике диссертации **результативно использованы** адекватные задаче современные подходы и методы анализа проектных решений машиностроительных изделий, полученных с использованием САПР;

изложена идея, связанная с возможностью выявления и анализа параметров, определяющих качество трехмерного моделирования машиностроительных изделий, и доказательства ее реализуемости;

раскрыты ключевые понятия, имеющие значение для интерпретации основных результатов диссертационного исследования;

изучены объект проектирования в виде машиностроительных изделий, процесс их автоматизированного проектирования с помощью пакета КОМПАС 3D, а также методы, модели и средства автоматизированных обучающих систем, интегрированных с САПР;

проведена модернизация процедур принятия решений при конструкторской подготовке производства путем введения нового метода анализа проектных решений, который позволяет сократить время проектирования изделий, а также снизить вероятность появления ошибок за счет обучения автоматизированному проектированию.

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

разработаны и внедрены на предприятии АО «Ульяновский механический завод» методика и технологии структурно-параметрического анализа проектных решений при разработке конструкторской документации промышленных объектов специального назначения;

определены перспективы практического использования предложенных методов и средств при преобразовании и поиске информации об объектах проектирования с целью повторного использования проектных решений промышленных предприятий для повышения качества выпускаемых изделий;

создана комплексная система анализа проектных решений и обучения проектировщика;

представлены предложения по дальнейшему развитию системы в плане интеграции с электронным каталогом изделий промышленных предприятий, проектирующих машиностроительные изделия с использованием САПР.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

теоретические результаты основаны на известных, проверяемых данных и согласуются с опубликованными данными по теме диссертации;

идея базируется на обобщении передового опыта построения автоматизированных средств и систем анализа проектных решений, а также создания обучающих программ по эффективным приемам работы в САПР для повышения компетенций проектировщика;

использованы труды отечественных и зарубежных ученых, а также опыт решения поставленных задач на практике;

установлено, что полученные в диссертации результаты, направлены на решение важной научно-практической задачи повторного использования проектных решений, в которых исключены проектные ошибки и неточности;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, средства моделирования и автоматизированного проектирования.

Личный вклад соискателя состоит в его непосредственном участии на всех этапах выполнения исследования; получение результатов; апробацию результатов исследования на международных и всероссийских конференциях; подготовку публикаций по выполненной работе.

На заседании 24.10.2018 диссертационный совет принял решение присудить Бригаднову С.И. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, 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
профессор

Н.Г.Ярушкина

Ученый секретарь Совета Д212
профессор

В.И.Смирнов

