

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«КОНЦЕРН «МОРИНФОРМСИСТЕМА-АГАТ»



ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

«Марс»



Система менеджмента качества  
сертифицирована



ГОСТ Р ИСО 9001,  
СРП ВТ

ФНПЦ АО «НПО «Марс»  
Солнечная ул., д. 20,  
Ульяновск, 432022  
РОССИЯ

Для телеграмм «ИСКРА»  
Тел.: (8422) 52-47-22,  
(8422) 26-28-88  
Факс: (8422) 55-30-23

E-mail: mars@mv.ru  
http:// www.npomars.com

ОКПО 07538257  
ОГРН 1067328003027  
ИНН/КПП 7303026811/732801001

16.11.2018 № 4/СОУТД-211

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Председателю диссертационно-  
го совета Д21227701

Ярушкиной Н.Г.

Северный Венец ул., д. 32,  
Ульяновск, 432027

Уважаемая Надежда Глебовна!

Направляем Вам отзыв ведущей организации ФНПЦ АО «НПО «Марс» на диссертационную работу Цыганкова Д.Э. на тему: «Методы и средства конструктивно-функционального проектирования механических узлов радиотехнических изделий на основе процессной модели проектной деятельности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (промышленность)».

Приложение: на 7 л. в 2 экз.

С уважением,

Ученый секретарь НТС, к.т.н.

Т.Н. Масленникова

Реутова Ирина Витальевна,  
(8422) 26-27-48

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«КОНЦЕРН «МОРИНФОРМСИСТЕМА-АГАТ»



ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР  
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

«Марс»



Система менеджмента качества  
сертифицирована



ФНПЦ АО «НПО «Марс»  
Солнечная ул., д. 20,  
Ульяновск, 432022  
РОССИЯ

Для телеграмм «ИСКРА»  
Тел.: (8422) 52-47-22,  
(8422) 26-28-88  
Факс: (8422) 55-30-23

E-mail: mars@nrv.ru  
http://www.npomars.com

ОКПО 07538257  
ОГРН 1067328003027  
ИНН/КПП 7303026811/732801001

№ \_\_\_\_\_

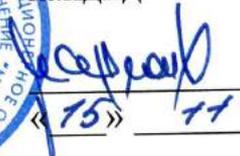
На № \_\_\_\_\_

от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор  
ФНПЦ АО «НПО «Марс»,  
кандидат технических наук



  
В.А. Маклаев  
«15» 11 2018

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Цыганкова Дениса Эдуардовича «Методы и средства конструктивно-функционального проектирования механических узлов радиотехнических изделий на основе процессной модели проектной деятельности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (промышленность)»

### 1. Актуальность темы диссертационной работы

Основные характеристики продукции предприятий машиностроительной отрасли определяются решениями, принимаемыми в процессе проектирования, повышение эффективности которого достигается путем использования систем автоматизированного проектирования (САПР). Одним из этапов процесса проектирования является конструкторское проектирование, на выходе которого формируется проектное решение – экземпляр материализации принципиальных схем, обеспечивающих необходимую функциональность. Проектное решение описано в комплекте конструкторской документации, тенденция перехода которой от 2D-чертежей на бумажных носителях к электронным 3D-моделям в настоящее время ярко выражена и уже задала основное направление дальнейшего развития САПР. Возрастающая роль 3D-моделей в условиях современного производства, обуславливаемая удобством и эффективностью воплощения и визуализации проектных решений, снижением временных затрат на подготовку конструкторской документации, а также интеграцией с другими программными средствами в комплексном процессе проектирования, требует

повышения уровня автоматизации во всех аспектах конструкторской деятельности. Однако эффективность применения 3D-моделей ограничивается уровнем автоматизации процессов конструкторской деятельности (с использованием САПР). Одной из ключевых нерешенных проблем на сегодня является отсутствие механизмов автоматизированной модификации проектных решений при их повторном использовании, обеспечивающих геометрическую и структурную вариативность в рамках одного класса, но с сохранением исходного смыслового содержания, заключающегося в конструктивном исполнении и функциональном назначении проектируемого изделия. Решение данной проблемы способствует повышению эффективности автоматизированного проектирования в задачах повторного использования полученных ранее проектных решений.

В этой связи тема диссертационной работы Цыганкова Д.Э., целью которой является повышение качества проектных решений и снижение затрачиваемых на их формирование временных ресурсов за счет включения средств конструктивно-функциональной поддержки в процессы проектирования механических узлов радиотехнических изделий, является актуальной.

## **2. Наиболее существенные результаты исследований и ценность для практического использования**

Наиболее существенными и значимыми для науки и производства являются следующие результаты, полученные в диссертационной работе:

1. Разработан новый метод отображения конструкторской структуры изделия в рамках стандартного инструментария САПР, отличающийся биекцией между системой конструктивно-функциональных элементов, составляющих его структуру, и последовательностью обобщенных макроопераций, участвующих в создании его 3D-модели и отображаемых в дереве ее построения. Предложенный метод позволяет фиксировать и воспроизводить смысловое содержание проектного решения.

2. Представлен метод конструктивно-функциональной поддержки проектирования в САПР, основанный на процессной модели проектной деятельности, обеспечивающий вариативность проектных решений в задачах формирования новой и модификации сформированной 3D-модели в рамках единого класса, определяемого общей конструктивно-функциональной спецификой и подразумевающего как структурное, так и геометрическое различие.

3. Проведена оценка эффективности метода конструктивно-функциональной поддержки проектирования в САПР-системе механических узлов радиотехнических изделий путем сравнения с известными подходами автоматизированного проектирования в САПР. Полученные результаты позволяют сделать вывод об относительной эффективности – сокращении затрачиваемых временных ресурсов при проектировании изделий уровня «Деталь» и «Сборочная едини-

ца» в задачах формирования новой и модификации уже построенной 3D-модели.

Практическую ценность диссертационной работы составляет комплекс программных средств, реализующий конструктивно-функциональную поддержку проектирования в САПР деталей и узлов – компонентов радиотехнических изделий – применение которого в процессе конструкторского проектирования обеспечивает следующие положительные эффекты:

- снижение временных и трудовых ресурсов, затрачиваемых на формирование вновь и / или повторное использование (модификацию) проектного решения относительно известных и наиболее широко используемых подходов к автоматизации проектной деятельности в САПР;
- исключение ошибок (в геометрии и структуре), возникающих в процессах модификации и повторного использования проектных решений в САПР;
- возможность систематизации, накопления и унификации проектных решений как на уровне деталей и узлов, так и на уровне их конструктивно-функциональных элементов для повторного использования;
- исключение выхода за рамки заданного класса проектных решений, определяющих конструктивное исполнение и функциональное назначение в процессе его разработки вновь и при повторном использовании (модификации).

### **3. Структура и содержание работы**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, а также 7 приложений. Основной текст диссертации изложен на 178 страницах машинописного текста, содержит 64 рисунка и 7 таблиц. Библиография включает 253 наименования на 30 страницах. Объем приложений составляет 40 страниц. Общий объем диссертационной работы – 248 страниц.

Во введении представлена основная информация о диссертационной работе. Обоснована актуальность темы. Обозначены цель и задачи работы, определены теоретическая значимость и практическая ценность исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассмотрена специфика процесса конструкторского проектирования в жизненном цикле изделия, даны определения основным терминам, используемым в работе. Проведен сравнительный анализ методов информационного представления проектных решений и способов их формирования в современных САПР, по результатам которого выделены ключевые преимущества, впоследствии обобщенные в виде требований, предъявляемых к рекомендуемому методу представления проектных решений в САПР, обеспечивающему сохранение их конструктивно-функциональной целостности.

Во второй главе представлен процесс разработки методов конструктивно-функциональной поддержки проектирования в САПР, обеспечивающих сохранение конструктивно-функциональной целостности проектных решений. Введено понятие семантического макроэлемента геометрии, выделены его критерии и свойства. Также введено понятие конструктивно-функционального элемента изделия, задана иерархия его типов. Описана процессная модель семантической макрооперации. Представлен метод структурного соответствия изделия и его 3D-образа и метод представления конструкторской структуры изделия как системы конструктивно-функциональных элементов. Разработана процессная модель проектной деятельности в виде обобщенного дерева конструирования – структуры, описывающей класс проектных решений, отличающихся геометрически и структурно, но обобщенных по их смысловому содержанию. Произведена проверка соответствия сформированных методов требованиям, выделенным в первой главе.

В третьей главе рассмотрен процесс разработки комплекса программных средств – модуля управления конструкторской структурой изделия и библиотекой конструктивно-функциональных элементов, совместно реализующих методы конструктивно-функциональной поддержки проектной деятельности в САПР. Описан порядок работы с реализованными программными средствами в процессах конструкторской деятельности в САД-системе с различными деталями и узлами из состава радиотехнических изделий.

В четвертой главе экспериментально исследована эффективность предлагаемого метода конструктивно-функциональной поддержки проектной деятельности в САПР при решении различных инженерных задач относительно известных подходов. Приведены количественные показатели эффективности данного метода и сформулированы рекомендации по его практическому применению.

В заключении отражены основные полученные результаты, сформулированы выводы по диссертационной работе.

В приложениях представлены экранные изображения процесса работы с разработанным комплексом программных средств (в различных задачах), фрагменты исходного кода созданных программных средств, акт внедрения результатов диссертационного исследования, свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и базы данных, а также дипломы победителя Всероссийского конкурса «Инженер года».

Автореферат достаточно полно и подробно отражает основное содержание диссертационной работы, соответствует установленным стандартам, имеет объем 24 страницы.

#### **4. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности**

Содержание диссертации, тема, поставленная цель и полученные результаты соответствуют пунктам 2 «Разработка научных основ создания систем автоматизации проектирования и автоматизации технологической подготовки производства (САПР и АСТПП)» и 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» паспорта научной специальности 05.13.12 – Системы автоматизации проектирования (промышленность).

#### **5. Публикации по теме работы**

По результатам диссертации опубликовано 38 печатных работ. Основные научные положения представлены в виде 6 публикаций в изданиях, рекомендованных ВАК России, 4 публикаций, индексируемых в базе Scopus и 1 публикации, индексируемой в базе Web of Science. Печатные работы также включают 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных.

#### **6. Рекомендации по использованию результатов диссертации**

Теоретические и практические результаты диссертационной работы Цыганкова Д.Э. могут быть эффективно использованы на промышленных предприятиях, занимающихся проектированием и изготовлением сложных машиностроительных и радиоэлектронных изделий с активным применением САПР в течение процесса проектирования, для повышения его эффективности. Кроме того, результаты диссертации могут быть полезны при преподавании технических дисциплин, связанных с САПР, а также их разработкой и адаптацией.

#### **7. Достоверность результатов диссертационного исследования**

Достоверность полученных результатов обусловлена адекватностью и непротиворечивостью применяемых моделей и методов и подтверждена экспериментальными данными, полученными в ходе испытаний разработанного комплекса программных средств, а также результатами практического использования предложенных в диссертационной работе методов и средств. Кроме того, достоверность подтверждена получением свидетельств о государственной регистрации на разработанные программы для ЭВМ и на базу данных.

## 8. Замечания по диссертационной работе

Отмечая актуальность, научную новизну и практическую значимость результатов диссертационной работы, следует отметить ряд замечаний:

1. Определение объекта исследования во введении отличается от определения объекта исследования в разделе 1.1.2.

2. Не обоснован выбор исследуемых механических узлов и деталей, отсутствует оценка возможности применения разработанного подхода в других проблемных областях.

3. Не совсем корректным является использование в диссертации математических операторов (сумма, объединение, пересечение, отображение), так как рассматриваемые объекты (функциональные элементы, структурные элементы, значения параметров и пр.) не являются математическими объектами.

4. Во введении указано, что результаты диссертационной работы внедрены в производственный процесс АО «УМЗ» и учебный процесс кафедры «Прикладная математика и информатика» УлГТУ. В приложении представлен только акт о внедрении в учебный процесс.

5. Не отражено совместное использование разработанных программных средств и средств системы «Компас-3D». Не указана возможность применения изложенного подхода в других системах.

6. Диссертация содержит большой объем сведений обзорного справочного характера в ущерб более подробному и наглядному изложению экспериментальных исследований (глава 4), в частности, описанию состава проектировщиков, их квалификации, исходных данных для проектирования, организации работ и их оценки.

Отмеченные недостатки носят принципиальный характер и не снижают положительной оценки диссертационной работы Цыганкова Д.Э.

## 9. Заключение

Диссертация Цыганкова Дениса Эдуардовича на тему «Методы и средства конструктивно-функционального проектирования механических узлов радиотехнических изделий на основе процессной модели проектной деятельности», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (промышленность)» представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему, имеющую теоретическую и практическую значимость. На основании выполненных диссертантом исследований, содержащих научно-обоснованные решения и разработки, можно сделать вывод о том, что они реализуют конструктивно-функциональную поддержку этапа конструкторского проектирования в САПР и позволяют повысить качество проектных решений и сократить временные ресурсы, затрачиваемые на их формирование.

Автореферат и опубликованные научные работы достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Несмотря на отмеченные недостатки, работа Цыганкова Д.Э. по своей актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (с изм. от 02.08.2016), предъявляемым ВАК России к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Цыганков Денис Эдуардович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (промышленность)».

Отзыв ведущей организации на диссертационную работу Цыганкова Дениса Эдуардовича «Методы и средства конструктивно-функционального проектирования механических узлов радиотехнических изделий на основе процессной модели проектной деятельности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (промышленность)», обсужден и утвержден на заседании НТС ФНПЦ АО «НПО «Марс» (протокол от 07.11.2018 № 6/СОНТД-17).

Отзыв составил  
главный научный сотрудник  
ФНПЦ АО «НПО «Марс»  
доктор технических наук, доцент



Иванов  
Александр  
Куприянович  
05.11.2018

Акционерное общество «Концерн «Моринформсистема-Агат»  
Федеральный научно-производственный центр  
акционерное общество «Научно-производственное объединение «Марс»  
(ФНПЦ АО «НПО «Марс»)  
Министерство промышленности и торговли Российской Федерации  
432022, Ульяновск,  
ул. Солнечная, д. 20  
Телефон: (8422) 52-47-22  
E-mail: mars@mv.ru, веб-сайт: <http://www.npomars.com>

Подпись Иванова А.К. заверяю.  
Ученый секретарь НТС  
ФНПЦ АО «НПО «Марс»  
кандидат технических наук




Т.Н. Масленникова