

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 02.12.2014 г., протокол № 3

О присуждении Зыонг Дык Ха, гражданину Социалистической Республики Вьетнама, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Автоматизация системного проектирования электронных устройств управления электроприводом» по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (в электронике, радиотехнике и связи)» принята к защите 02.10.2014, протокол № 2 диссертационным советом Д 212.125.02 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Минобрнауки, 125993, Волоколамское шоссе, д.4, г. Москва, А-80, ГСП-3, приказ о создании совета № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель Зыонг Дык Ха 1986 года рождения, в 2011 году окончил с отличием Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский авиационный институт (государственный технический институт) «МАИ». В период подготовки диссертации и по настоящее время соискатель обучается в очной аспирантуре кафедры «Конструирование, технология и производство радиоэлектронных средств» факультета «Радиоэлектроника летательных аппаратов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт

(национальный исследовательский университет)». Программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре освоена в полном объеме.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» на кафедре 404 «Конструирование, технология и производство радиоэлектронных средств».

Научный руководитель – кандидат технических наук **Чайка Юрий Владимирович**, доцент кафедры «Конструирование, технология и производство радиоэлектронных средств» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

1. **Пиганов Михаил Николаевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Конструирование и технология электронных систем и устройств» Самарского государственного аэрокосмического университета им. ак. С. П. Королева (НИУ);

2. **Власов Андрей Игоревич**, кандидат технических наук, доцент, лауреат Государственной Премии России, заместитель заведующего кафедрой "Проектирование и технология производства электронной аппаратуры" по научной работе МГТУ им. Н.Э. Баумана;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Открытое акционерное общество Научно-производственное объединение ЛИАНОЗОВСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД (ОАО «НПО «ЛЭМЗ»)**, г. Москва, в своем положительном заключении, обсужденном и одобренном на заседании научно-технического совета ОАО «НПО «ЛЭМЗ» 18 ноября 2014 года, протокол № 15, подписанном заместителем технического директора по информационным

технологиям, начальником ОАСУП, кандидатом технических наук Луценко А.В. и начальником отдела ОКБ Мониным С.В. и утверждённом генеральным директором, доктором технических наук Бендерским Г.П. указала, что диссертация Зыонг Дык Ха «Автоматизация системного проектирования электронных устройств управления электроприводом» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему, новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют большое теоретическое и практическое значение. В диссертации исследована взаимосвязь между внешними характеристиками ЭУУ, параметрами электродвигателей (электромеханическая подсистема), передаточных механизмов (механическая подсистема). Разработаны методики построения моделей подсистем радиотехнических систем управления воздушным движением. В диссертации реализована идея получить однородные модели различных по природе и принципам действия подсистем (электронной, электромеханической и механической) для того, чтобы сделать возможным совместное имитационное моделирование всех подсистем радиотехнической системы в единой среде моделирования, что в свою очередь позволяет выполнять параметрическую оптимизацию параметров ЭУУ электроприводами в интересах достижения высокой точности и быстродействия электропривода антенн в целом. В диссертации разработан ряд моделей электродвигателей, зубчатых передаточных механизмов и электронных устройств управления, которые позволили продемонстрировать работоспособность и оценить эффективность предложенных методов и методик, подтвердить достоверность полученных результатов путем сравнения полученных проектных характеристик с параметрами, полученными в натурном эксперименте.

По диссертации сделаны следующие замечания:

1. Во второй главе приведена методика построения электромеханической модели электродвигателя, проиллюстрированная только на примере модели бесконтактного моментного электродвигателя. Для других типов двигателей, которые могут применяться в электроприводах антенн радиотехнических систем управления воздушным движением, примеры не приведены.

2. Во второй главе приведен способ расчета момента инерции только для колес цилиндрической формы и не указан способ расчета момента инерции для колес, имеющих обод, спицы или иные элементы облегчения.

3. Недостаточно полно рассмотрен вопрос дальнейшего развития разработанных моделей и методик.

4. В тексте диссертации и автореферата имеются несколько опечаток и стилистических неточностей.

Сделан вывод о том, что отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки работы и носят рекомендательный характер для дальнейшего развития проводимых диссертантом исследований. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а соискатель Зыонг Дык Ха заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.12 - «Системы автоматизации проектирования (в электронике, радиотехнике и связи)»

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, из них по теме диссертации 6 печатных работ, 4 статьи опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, из них 3 статьи по теме диссертации, 1 публикация в сборнике трудов международной конференции, 2 публикации в сборниках трудов всероссийских конференций.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Зыонг Д. Х. Имитационная модель бесконтактного электродвигателя // Электронный журнал «Труды МАИ» 2014, № 73, с. 1–24.

2. Зыонг Дык Ха, Фам Вьет Ань. Разработка регрессионной модели для расчёта площади печатной платы функциональной ячейки // Электронный журнал «Труды МАИ» 2010, № 41, с. 1–17.

3. Зыонг Д. Х., Чайка Ю.В. Автоматизация проектирования электронных устройств управления высокоточными приводами // Электронный журнал «Труды МАИ» 2014, № 75, с. 1–21.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Пиганов Михаил Николаевич (официальный оппонент) – отзыв заверен учёным секретарем СГАУ, д.т.н., профессором Кузьмичевым В.С.

Замечания по диссертационной работе:

1. Среди результатов диссертационной работы не отражена описанная в тексте диссертации (рис. 4.10, рис. 4.14) возможность с помощью предложенных моделей не только обнаруживать, но и количественно оценивать и учитывать ряд явлений в элементах привода, трудно регистрируемых при натуральных испытаниях (например, высокочастотные механические колебания, обусловленные нежесткостью зубьев в зацеплении).

2. В работе не указаны количественные оценки времени на подготовку моделей и на расчеты с использованием подсистемы моделирования и оптимизации PSpice.

3. Приведенные в диссертации электрические и электромеханические модели представлены в виде фрагментов электронных схем для PSpice, но не оформлены в виде библиотечных компонентов для удобства применения пользователями.

4. В работе в качестве программной среды моделирования применяется PSpice в режиме аналогового и смешанного аналого-цифрового моделирования, то есть возможности моделирования узлов, содержащих микроконтроллеры, элементы на программируемой логике, ограничены.

Власов Андрей Игоревич (официальный оппонент) – отзыв заверен заместителем начальника управления кадров МГТУ им. Н. Э. Баумана Матвеевым А. Г.

Замечания по диссертационной работе:

1. В работе не уделено внимания анализу чувствительности электронных устройств управления приводом к воздействиям сторонних возмущений.

2. В 3 главе при описании методики автоматизированного проектирования в диссертации применен термин «база моделей», а в автореферате термин «банк

моделей», при этом не указаны подробности организации места хранения моделей разного вида.

3. В тексте диссертации есть ряд редакционных замечаний.

На автореферат также поступило 5 отзывов из организаций:

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский радиотехнический институт имени академика А. И. Берга» (ФГУП «ЦНИРТИ») – отзыв подписан главным технологом, начальником технологического отдела, кандидатом технических наук Волковым А.В. и заместителем главного инженера по конструированию и технологии, начальником отраслевого конструкторско-технологического отделения Химичем А.Г. и утверждён врио генерального директора, председателем учёного совета, доктором военных наук, профессором Бондаревым Ю.С.

Открытое акционерное общество «Корпорация «Фазотрон-НИИР» - отзыв подписан начальником НКО-4 Новожиловым А.В., начальником лаборатории 404, кандидатом технических наук Саратовским Н.В. и утверждён первым заместителем Генерального директора, генеральным конструктором ОАО «Корпорация «Фазотрон-НИИР», лауреатом Государственной премии РФ, кандидатом технических наук Гуськовым Ю.Н.

Открытое акционерное общество «Научно-Производственное объединение «Волго» (ОАО «НПО «Волго») – отзыв подписан начальником отдела системного проектирования, кандидатом технических наук Кусовым П.Г. и заверен начальником отдела кадров Орловым С. Н.

Открытое акционерное общество «Российские космические системы» - отзыв подписан врио начальника отделения 011, доктором технических наук Куршиным В.В. и утверждён учёным секретарем, доктором технических наук Бетановым В.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы» (ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ) – отзыв подписан главным научным сотрудником, доктором технических наук, профессором Беневоленским С. Б. и заверен начальником отдела кадров Спиряевой А. С.

Основные замечания по содержанию работы:

1. Не описан алгоритм моделирования получения параметров электродвигателя, соответствующих его паспортным данным (пусковой момент, число оборотов истинного холостого хода).
2. В моделях передаточных механизмов не отражены потери внутреннего трения в материалах и трение в зацеплении зубьев.
3. В модели на рисунке 13 отражено только вязкое трение в нагрузке и не отражены другие виды трения.
4. В формулах, приведенных на страницах 14 и 15 автореферата, показана аналогичность дифференциальных уравнений механических узлов и фрагментов электрических цепей, но при этом не отражено сходство начальных и граничных условий этих уравнений.
5. В модели зацепления зубчатых колес (рисунок 12) не отражено влияние зазоров между зубьями на параметры передач.
6. В автореферате (рисунок 4) приведен пример только внешнего вида амплитудно-частотной характеристики объекта управления без указания, что конкретно представляет собой объект управления и в каком диапазоне находятся значения коэффициентов передачи и частот резонансов.
7. В модели нагрузки (на рисунке 9) отражены момент инерции нагрузки привода и коэффициент вязкого трения, но не учтен момент трогания механизма.
8. В автореферате не раскрыты возможности применения предложенных методик для моделирования других типов электродвигателей и передаточных механизмов.

9. Не отражена возможность использования методики оптимизации электронных устройств управления для электроприводов, содержащих в своем составе нелинейные звенья и звенья с параметрами, изменяющимися во времени.

10. В тексте автореферата допущены опечатки.

Все отзывы, поступившие на диссертацию и автореферат, положительные и содержат заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций и значительного опыта в соответствующей сфере исследования, компетентностью в области науки по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (в электронике, радиотехнике и связи)» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **предложена** методика автоматизированного системного проектирования электронных устройств управления, предназначенных для работы в качестве составной части контура управления высокоточными электроприводами антенных систем РТС УВД на базе бесконтактных моментных электродвигателей, отличающаяся использованием принципа электромеханической аналогии для определения параметров подсистем привода и совместного моделирования подсистем привода в единой моделирующей среде.

– **разработана** методика моделирования электромеханической и механической подсистем привода, отличающаяся тем, что построение моделей по принципу электромеханической аналогии дает возможность в единой среде моделирования PSpice выполнять совместное моделирование устройства управления, двигателя и передаточного механизма в составе привода для оценки и оптимизации показателей качества функционирования привода;

– **разработаны** модели бесконтактных электродвигателей, позволяющие рассчитывать передаточные, частотные и переходные характеристики подсистемы, состоящей из драйвера ЭУУ и мотора;

– **разработаны** модели зубчатых передач, позволяющие рассчитывать частотные и переходные характеристики передаточного механизма, моделировать многозвенные передачи за счет каскадного соединения моделей отдельных передаточных звеньев;

– **разработана** методика параметрической оптимизации узлов ЭУУ средствами САПР OrCAD-PSpice для автоматизации улучшения характеристик звеньев, синтезированных известными формальными методами, позволяющая получать более высокие точностные характеристики, быстродействие привода и/или энергоэффективность приводов антенных систем РТС УВД;

– **выполнено** экспериментальное исследование лабораторного макета привода антенны, подтверждающие адекватность моделей и результатов моделирования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

применительно к проблематике диссертации результативно использованы методы электромеханической аналогии, теория автоматизированного управления для построения моделей подсистем РТС УВД и методы оптимизации параметров электронных устройств управления по показателям качества функционирования привода в целом;

установлены взаимосвязи и взаимозависимости внешних характеристик ЭУУ от параметров механической и электромеханической подсистем РТС УВД;

изложена методика автоматизированного системного проектирования электронных устройств управления приводами;

изложены методики моделирования подсистем РТС УВД (механической, электромеханической, ЭУУ), позволяющей моделированием средствами САПР определять их передаточные, частотные и переходные характеристики.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс кафедры 404 МАИ при проведении лабораторных занятий для студентов групп 04-403 и 04-404 в 2012-2013 и 2013-2014 учебных годах и содержатся в учебном пособии к лабораторным занятиям по дисциплине

«Моделирование конструкций и технологических процессов РЭС»; в ЗАО «ВИСАТ-СЕРВИС» при разработке изделия СРК-М2.

Достоверность результатов исследований подтверждается:

– построением моделей с соблюдением правил и ограничений принципа аналогий;

– использованием известных методов оптимизации и проверенного инструмента оптимизации;

– установлено совпадение авторских результатов с результатами экспериментального исследования лабораторного макета привода антенны, которые показывают, что расхождение рассчитанных по моделям тяговых и динамических характеристик двигателя отличаются от паспортных данных менее чем на 10%, а рассчитанные по моделям точностные и энергетические характеристики привода антенны отличаются от экспериментальных менее чем на 12 %.

Личный вклад соискателя состоит в самостоятельном получении новых научных и практических результатов работы, которые включают:

– предложил методику автоматизированного системного проектирования электронных устройств управления приводами;

– выполнил анализ взаимосвязей и взаимозависимостей между характеристиками подсистем привода (механической, электромеханической, электронным устройством управления), позволяющие выполнять моделирование контура управления антенной системой РТС УВД;

– разработал методику моделирования электромеханической и механической подсистем привода;

– разработал электромеханические модели бесконтактных электродвигателей ДБМ50-6-2, ДБМ50-6-3;

– разработал электромеханическую модель зубчатой передачи;

– разработал методику оптимизации узлов ЭУУ, основанную на применении подсистемы параметрической оптимизации САПР OrCAD-PSpice;

– выполнил сопоставительный анализ параметров лабораторного макета антенного привода, полученных экспериментально с параметрами привода, рассчитанными по результатам моделирования и оптимизации.

Таким образом, диссертационная работа представляет собой выполненное лично автором исследование, содержащее новое решение научно-технической задачи автоматизации системного проектирования электронных устройств управления электроприводом антенных систем комплексов управления воздушным движением, имеющей важное народно-хозяйственное значение, направленное на обеспечение безопасности полетов, и соответствует разделу II Положения о присуждении ученых степеней.

На заседании 02 декабря 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Зыонг Дык Ха ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 7 докторов технических наук по специальности 05.13.12, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за 14, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель

диссертационного совета Д 212.125.02

д.т.н., профессор



[Handwritten signature]

В. А. Шевцов

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.125.02

к.т.н., доцент

[Handwritten signature]

А. М. Петраков

«02» декабря 2014 г.

[Handwritten signature]