

Протокол № 55

заседания диссертационного совета Д 212.064.02,
созданного при федеральном государственном бюджетном образовательном
учреждении высшего образования «Ивановский государственный
энергетический университет имени В.И. Ленина» (ИГЭУ)
от 9 декабря 2016 года

при защите диссертации Аполонского Владимира Викторовича
на тему «Методы структурно-параметрического синтеза робастных систем
управления состоянием линеаризуемых динамических объектов»
по специальности 05.13.06 - Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (промышленность),
на соискание ученой степени кандидата технических наук

На заседании присутствуют 20 членов диссертационного совета из 23:

1. Тарарыкин Сергей Вячеславович (председатель)	д-р т. наук, 05.13.06
2. Тютиков Владимир Валентинович (зам. председателя)	д-р т. наук, 05.13.06
3. Сидоров Сергей Георгиевич (ученый секретарь)	канд. т. наук, 05.13.12
4. Анисимов Анатолий Анатольевич	д-р т. наук, 05.09.03
5. Виноградов Анатолий Брониславович	д-р т. наук, 05.09.03
6. Голубев Александр Николаевич	д-р т. наук, 05.09.03
7. Казаков Юрий Борисович	д-р т. наук, 05.09.03
8. Колганов Алексей Руфимович	д-р т. наук, 05.13.12
9. Косяков Сергей Витальевич	д-р т. наук, 05.13.12
10. Курнышев Борис Сергеевич	д-р т. наук, 05.09.03
11. Мартынов Владимир Александрович	д-р т. наук, 05.09.03
12. Пантелеев Евгений Рафаилович	д-р т. наук, 05.13.12
13. Ратманова Ирина Дмитриевна	д-р т. наук, 05.13.12
14. Салин Александр Григорьевич	д-р т. наук, 05.13.12
15. Староверов Борис Александрович	д-р т. наук, 05.13.06
16. Таламанов Сергей Александрович	д-р т. наук, 05.13.06
17. Тверской Юрий Семенович	д-р т. наук, 05.13.06
18. Тихонов Андрей Ильич	д-р т. наук, 05.09.03
19. Целищев Евгений Сергеевич	д-р т. наук, 05.13.06
20. Шипко Михаил Николаевич	д-р т. наук, 05.13.06

а также официальные оппоненты, преподаватели, аспиранты и сотрудники ИГЭУ.

Председательствует на заседании Тютиков Владимир Валентинович, так как председатель совета Тарарыкин С.В. является научным руководителем соискателя.

Председательствующий на основании явочного листа извещает членов Совета о правомочности заседания.

Списочный состав совета 23 человека. Присутствуют на заседании 20 членов совета из 23, в том числе докторов наук по специальности 05.13.06 – 7. Таким образом, Совет правомочен начать защиту. Заседание считается открытым.

Председательствующий объявляет о защите кандидатской диссертации Аполонского Владимира Викторовича на тему «Методы структурно-параметрического синтеза робастных систем управления состоянием линеаризуемых динамических объектов». Диссертация принята к защите решением диссертационного совета от 4 октября 2016 года, протокол № 52.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Тарарыкин Сергей Вячеславович, ректор ИГЭУ.

Официальные оппоненты:

- Гайдук Анатолий Романович – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры систем автоматического управления Института радиотехнических систем и управления Южного федерального университета в г. Таганроге
- Казанцев Владимир Петрович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры микропроцессорных средств автоматизации Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Ведущая организация: ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО).

Ученый секретарь диссертационного совета Сидоров С.Г. кратко докладывает об основном содержании документов соискателя и сообщает членам Совета, что все документы соответствуют установленным требованиям.

Соискатель излагает основные положения диссертации и отвечает на вопросы членов совета: Тихонова А.И., Таламанова С.А., Староверова Б.А., Виноградова А.Б.

После технического перерыва выступает **научный руководитель Тарарыкин С.В.**

Ученый секретарь оглашает **заключение организации, где выполнялась работа**, оформленное в виде выписки из протокола расширенного заседания кафедры «Электроника и микропроцессорные системы» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

Ученый секретарь оглашает отзыв **ведущей организации** – ГБАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО). Диссертационная работа и отзыв на диссертацию рассмотрены на заседании кафедры электротехники и прецизионных электромеханических систем 15 ноября 2016 г., протокол № 11.

Отзыв подписали: директор мегафакультета компьютерных технологий и управления Университета ИТМО, доктор технических наук, профессор Бобцов А.А. и заведующий кафедрой электротехники и прецизионных электромеханических систем, кандидат технических наук, доцент Томасов В.С. Отзыв утвердил проректор по научной работе Университета ИТМО, доктор технических наук, профессор Никифоров В.О.

Учёный секретарь сообщает присутствующим, что на автореферат диссертации поступило 12 отзывов, все отзывы положительные. С согласия членов совета делается обзор замечаний, содержащихся в отзывах на автореферат.

Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве ведущей организации и в отзывах на автореферат диссертации.

Выступает **официальный оппонент Гайдук А.Р.** Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

Выступает **официальный оппонент Коростелев В.Ф.** Соискатель отвечает на замечания, содержащиеся в отзыве оппонента.

В дальнейшей дискуссии приняли участие члены совета: Староверов Б.А., Анисимов А.А., Тютиков В.В.

Совет переходит к тайному голосованию. Избирается счетная комиссия из трех членов совета: Косяков С.В., Таламанов С.А., Виноградов А.Б.

После проведения тайного голосования председатель счётной комиссии Косяков С.В. объявляет результаты тайного голосования.

Из 23 членов диссертационного совета на заседании присутствовали 20, из них докторов наук по специальности 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)» – 7.

Роздано бюллетеней – 20.

Осталось нерозданных бюллетеней – 3.

Оказалось в урне бюллетеней – 20.

Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата технических наук Аполонскому Владимиру Викторовичу подано голосов:

«за» – 20, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Совет открытым голосованием единогласно («за» – 20, «против» – нет) утверждает протокол счетной комиссии и результаты голосования.

Председательствующий поздравляет соискателя Аполонского В.В. с присуждением ему ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационный совет переходит к обсуждению проекта заключения. После обсуждения и внесения редакционных поправок Совет открытым голосованием единогласно принимает следующее заключение:

Заключение диссертационного совета Д 212.064.02 на базе

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Министерства образования и науки Российской Федерации
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

решение диссертационного совета от 9 декабря 2016 г. № 55

О присуждении Аполонскому Владимиру Викторовичу, гражданину России ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы структурно-параметрического синтеза робастных систем управления состоянием линеаризуемых динамических объектов» по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)» принята к защите 4 октября 2016 г., протокол №52, диссертация

ционным советом Д 212.064.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России, 153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34. Диссертационный совет утвержден приказом Минобрнауки № 105/нк от 11.04.2012г.

Соискатель Аполонский Владимир Викторович 1987 года рождения.

В 2010 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина».

В 2013 году окончил аспирантуру ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по очной форме обучения.

Работает ассистентом в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России на кафедре «Электроника и микропроцессорные системы».

Диссертация выполнена на кафедре «Электроника и микропроцессорные системы» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук Тарарыкин Сергей Вячеславович, ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», ректор.

Официальные оппоненты:

– Гайдук Анатолий Романович – доктор технических наук, профессор, институт радиотехнических систем и управления ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» в г. Таганроге, профессор кафедры «Системы автоматического управления»

– Казанцев Владимир Петрович – доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», профессор кафедры «Микропроцессорные средства автоматизации»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО), г. Санкт-Петербург.

В своем положительном заключении, подписанном Бобцовым Алексеем Алексеевичем, доктором технических наук, профессором, директором мегафакультета компьютерных технологий и управления и Томасовым Валентином Сергеевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой электротехники и прецизионных электромеханических систем и утвержденном проректором по научной работе доктором технических наук, профессором Никифоровым Владимиром Олеговичем, указала, что диссертация Аполонского Владимира Викторовича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований решены задачи, имеющие важное значение для развития промышленности, прежде всего для обновления и замены существующего оборудования. Основные положения подкреплены теоретическими и экспериментальными исследованиями, отраженными в виде графиков и рисунков. Каждая глава и диссертация в целом содержат выводы по достигнутым результатам. Основные этапы, выводы и результаты приведены в автореферате. Основные материалы работы полностью отражены в научных публикациях, представленных соискателем ученой степени.

Результаты работы рекомендуются к использованию в научно-исследовательских институтах и проектно-конструкторских организациях, занимающихся разработкой и

модернизацией систем управления электроприводами постоянного и переменного тока различных технологических машин. Теоретические результаты диссертации рекомендуются к использованию в учебном процессе вузов по электротехническим специальностям.

Диссертация удовлетворяет требованиям положения ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям и соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Аполонский Владимир Викторович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ общим объемом 8,4 печатных листа, авторский вклад – 3 печатных листа, в том числе по теме диссертации 17 работ, в рецензируемых научных изданиях ВАК – 4 статьи, в материалах всероссийских и международных конференций – 8 работ, 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Тарарыкин С.В., Аполонский В.В., Терехов А.И. Исследование влияния структуры и параметров полиномиальных регуляторов «входа-выхода» на робастные свойства синтезируемых систем // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2013. №11. – С. 2-9.

2. Аполонский В.В., Тарарыкин С.В. Методы синтеза редуцированных регуляторов состояния линейных динамических систем // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2014, № 6, – С. 25–33.

3. Тарарыкин С.В., Аполонский В.В. Методы синтеза редуцированных полиномиальных регуляторов динамических систем // Мехатроника, автоматизация, управление, 2015 г., Том 16, №2, – С. 75-81.

На диссертацию и автореферат поступило 12 отзывов из организаций: Белорусский национальный технический университет (подписали: заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок и электротехнических комплексов», канд.т.наук, доцент Гульков Г.И. и доцент кафедры, канд.т.наук Опейко О.Ф.); ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)», г. Челябинск (подписали: зав. кафедрой «Автоматизированный электропривод» канд.т.наук, доцент Шишков А.Н., профессора той же кафедры: д-р т. наук Усынин Ю.С., д-р т. наук Погуляев Ю.Д., д-р т. наук Григорьев М.А., д-р т. наук Дудкин М.М.); ФГБОУ ВО «Волжский государственный университет водного транспорта», г. Нижний Новгород (подписали: зав. кафедрой «Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта», д-р т. наук, профессор Хватов О.С. и доцент кафедры, канд.т.наук Репин А.С.); ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева» (подписали: зав. кафедрой «Электротехника и промышленная электроника», д-р т. наук, профессор Юдин А.В. и доцент кафедры, канд.т.наук Манин А.В.); ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», филиал в г. Сызрани (подписали: зам. зав. кафедрой «Электромеханика и промышленная автоматика», канд.т.наук, доцент Тамьяров А.В. и доцент кафедры, канд.т.наук Лазарев А.Г.); ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», г. Чебоксары (подписал зав. кафедрой «Промышленная электроника», д-р т. наук, профессор Белов Г.А.); ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет» (подписали: зав. кафедрой электрооборудования, д-р т. наук, профессор Немировский А.Е. и ст. преподаватель кафедры Никифоров В.Е.); ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» (подписал зав. кафедрой «Автоматизация производственных процессов», д-р т. наук, профессор Сердобинцев Ю.П.); ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России

Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург (подписал доцент кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок, канд.т.наук, доцент Ишматов З.Ш.); ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (подписал зав. кафедрой «Автоматизация технологических процессов», д-р т. наук, профессор Коростелёв В.Ф.); ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (подписал: профессор кафедры алгебры и математической логики, д-р т. наук, доцент Чехонадских А.В.); ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (подписал профессор кафедры систем автоматического управления, д-р т. наук, профессор Путов В.В.).

Основные замечания, содержащиеся в отзывах, касаются вопросов корректности выбранных терминов, ограниченности применения предложенных методов редукции, помехоустойчивости систем управления при введении дополнительных производных в структуру предложенных регуляторов, ограниченности применения методов двухфакторных сечений пространства внутренних параметров.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их соответствием критериям, предъявляемым пунктами 22, 24 «Положения о присуждении ученых степеней», а также их широкой известностью своими достижениями в теоретических и экспериментальных исследованиях адаптивных и робастных систем управления, которые позволяют им квалифицированно определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны: методика количественной оценки возможностей САУ по компенсации параметрических возмущений при сохранении устойчивости, отличающаяся использованием двухфакторных сечений пространства внутренних параметров системы, позволяющих оценить предельные величины отклонений параметров от начального значения, а также запасы устойчивости; методы модального параметрического синтеза модернизированных безынерционных и динамических регуляторов состояния, позволяющие учесть введение новых структурных элементов и обеспечить заданные показатели точности и быстродействия при повышении робастных свойств САУ; методы параметрической коррекции регуляторов состояния, позволяющие осуществить перевод САУ из «зоны риска» в «зону робастности», и методы упрощения (редукции) регуляторов при выводе САУ на границу указанных зон, обеспечивающие сохранение робастных свойств при улучшении других показателей качества создаваемых систем (помехоустойчивости, простоты реализации и др.);

предложено: использовать линейные регуляторы состояния, основанные на введении гибких обратных связей по координатам состояния объекта и его выходной координате, а также редукцию передаточной функции регуляторов «входа-выхода» для улучшения робастных свойств и помехоустойчивости синтезируемых САУ;

доказана потенциальная возможность сохранения рабочих свойств САУ при наличии положительных обратных связей по координатам состояния объекта и выходной координате.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны: эффективность предложенных методов редукции регуляторов состояния и полиномиальных регуляторов «входа-выхода», метода расширения области робастности за счет введения гибких обратных связей и оптимизации структуры полиномиальных регуляторов «входа-выхода»;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы: методы пространства состояний ТАУ, математический аппарат алгебры матриц и передаточных функций, методы модального управления. Исследование САУ электромеханическими объектами проводится методами структурного анализа и численного моделирования на ЭВМ, а также методами физического моделирования на экспериментальном оборудовании.

изложена методика детализированного анализа робастных свойств САУ с различными типами регуляторов состояния;

раскрыта необходимость анализа физических особенностей управляемого объекта для выявления закономерностей и причин повышенной параметрической чувствительности систем управления;

изучены основные факторы, влияющие на размер и конфигурацию «зон робастности» САУ с различными типами регуляторов состояния;

проведена разработка системы управления технологическим оборудованием, имеющим в составе двухмассовые электромеханические системы.

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

разработаны: алгоритмы и программное обеспечение для синтеза робастных систем управления электромеханическими объектами;

внедрены в учебный процесс на кафедре «Электроника и микропроцессорные системы» ИГЭУ разработанные на основе результатов исследований программные комплексы «Sputnik», «SkyEyes», «AutoTuner» и программа «Синтез модальных регуляторов с гибкими обратными связями», предназначенные для исследования областей устойчивости и параметрического синтеза робастных САУ, их оптимизации и настройки.

определены перспективы применения разработанных методов робастного синтеза для практического использования при управлении технологическим оборудованием;

созданы: технические средства для робастных систем управления электромеханическими объектами;

представлены результаты исследования систем управления двухмассовой электромеханической системы на экспериментальном стенде.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ – результаты исследований, полученные на основе компьютерного моделирования с использованием разработанных математических моделей, согласуются с данными, полученными в процессе экспериментальных исследований на лабораторном стенде;

теоретические результаты работы подтверждаются корректным использованием методов пространства состояний ТАУ, математического аппарата алгебры матриц и передаточных функций, методов модального управления; имитационного моделирования и натурных экспериментов на лабораторном оборудовании;

идеи базируются на анализе ранее проведенных исследований в области робастных, адаптивных и модальных систем автоматического управления;

использованы опубликованные результаты исследований других авторов, касающиеся модальных систем автоматического управления;

установлено соответствие полученных экспериментальных данных данным независимых литературных источников;

Личный вклад соискателя состоит в разработке и исследовании систем управления объектами высокого порядка с регуляторами различного типа, в разработке аппаратно-программных средств анализа и синтеза робастных систем модального управле-

ния, в проведении экспериментальных исследований разработанных систем управления; в разработке метода визуализации областей устойчивости систем управления с различными регуляторами, позволяющего наглядно определить предельно допустимые величины отклонений исследуемых параметров; в применении линейных регуляторов состояния, дополненных гибкими обратными связями, позволяющими улучшить робастные свойства САУ.

На заседании 9 декабря 2016 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки в области робастных систем автоматического управления, что соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации, и принял решение присудить Аполонскому Владимиру Викторовичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовали в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 20, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

На этом заседание считается закрытым.

Зам. председателя
диссертационного совета

Учёный секретарь
диссертационного совета



Тютиков Владимир Валентинович

Сидоров Сергей Георгиевич