

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 99.2.038.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БАЛТИЙСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ВОЕНМЕХ»
ИМ. Д.Ф. УСТИНОВА» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО
ПРИБОРОСТРОЕНИЯ» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ
ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» МИНИСТЕРСТВА ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ
И МАССОВЫХ КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 03 июля 2024 г. № 8

О присуждении Ватаевой Елизавете Юрьевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Параметрический синтез нелинейных САУ при полиномиальной аппроксимации характеристик» по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика принята к защите 26 апреля 2024 года, протокол № 4 объединенным диссертационным советом 99.2.038.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»

Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, 191186, Санкт-Петербург, наб. реки Мойки, д. 61, приказ № 44/нк от 30 января 2017 года.

Соискатель Ватаева Елизавета Юрьевна, 29.06.1994 года рождения, работает старшим преподавателем в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. В 2017 году соискатель окончила федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» с присвоением квалификации магистра по направлению подготовки «Управление в технических системах». В 2021 году окончила освоение программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Диссертация выполнена на кафедре управления в технических системах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Шишлаков Владислав Федорович, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», институт киберфизических систем, директор института.

Оппоненты: Колюбин Сергей Алексеевич, доктор технических наук, профессор, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный

исследовательский университет ИТМО», факультет систем управления и робототехники, профессор; Новожилов Игорь Михайлович, кандидат технических наук, доцент, основное место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)", кафедра автоматики и процессов управления, доцент, дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук, г. Санкт-Петербург, в своем положительном заключении, подписанном Вражевским Сергеем Александровичем, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории «Адаптивное и интеллектуальное управление сетевыми и распределенными системами», утвержденном Полянским Владимиром Анатольевичем, доктором технических наук, директором, указала, что диссертация Ватаевой Елизаветы Юрьевны на тему «Параметрический синтез нелинейных САУ при полиномиальной аппроксимации характеристик» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи по разработке алгоритма синтеза нелинейных непрерывных и нелинейных импульсных САУ на основе модификации обобщенного метода Галеркин при полиномиальной аппроксимации характеристик с целью повышения точности аппроксимации нелинейных характеристик элементов. Результаты работы свидетельствуют о личном вкладе автора в науку. Работа соответствует критериям, предъявляемым в отношении кандидатских/докторских диссертаций, которые установлены пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней (утв. Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а автор диссертационной работы Ватаева Елизавета Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Соискатель имеет 49 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 49, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, – 8, в том числе 8 в изданиях, соответствующих искомой специальности, а также: 5 работ в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования; 1 результат интеллектуальной деятельности; 33 статьи в других научных журналах, сборниках научных статей, трудов и материалах конференций; 2 отчета о НИР. Из них 8 работ опубликованы соискателем без соавторства. Общий объем авторского вклада в работы (без результатов интеллектуальной собственности) составляет 23,79 печ.л. из общего количества 46,23 печ.л. Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации.

Публикации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Ватаева Е.Ю. Параметрический синтез маломощной потенциометрической следящей системы // Труды МАИ. 2024. № 134. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=178477>

2. Ватаева Е.Ю. Параметрический синтез потенциометрической маломощной следящей системы с импульсным элементом // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2023. – №4. – С. 51–57.

3. Ватаева Е.Ю. Параметрический синтез потенциометрической маломощной следящей системы / Е.Ю. Ватаева, Н.Л. Гречкин, В.Ф. Шишлаков, Д.В. Шишлаков // Датчики и системы. – 2023. №4-1 (269). – С. 7–14.

4. Ватаева Е.Ю. Применение полиномиальной аппроксимации в решение задач синтеза нелинейных САУ / Е.Ю. Ватаева, Н.Л. Гречкин, В.Ф. Шишлаков, Д.В. Шишлаков // Датчики и системы. – 2023. №4-2 (270). – С. 7–14.

5. Ватаева Е.Ю. Параметрический синтез операторов управления импульсных САУ при полиномиальной аппроксимации характеристик нелинейных элементов / Е.Ю. Ватаева, В.Ф. Шишлаков, Н.В. Решетникова, Д.В. Шишлаков // Датчики и системы. 2022. №5(264). – С. 12–18.

6. Ватаева Е.Ю. Общая схема решения задачи синтеза нелинейных нестационарных САУ во временной области / Е.Ю. Ватаева, В.Ф. Шишлаков, Н.В. Решетникова, Д.В. Шишлаков // Датчики и системы. 2020. №17. С. 12–16.

7. Ватаева Е.Ю. Моделирование и синтез нелинейных систем автоматического управления / Е.Ю. Ватаева, В.Ф. Шишлаков, Н.В. Решетникова, И.Г. Криволапчук, Д.В. Шишлаков // Датчики и системы. 2019. №11. С. 17–25.

8. Синтез нелинейных импульсных систем при полиномиальной аппроксимации / Е.Ю. Ватаева, В.Ф. Шишлаков, Н.В. Решетникова, Д.В. Шишлаков // Изв. вузов. Приборостроение. 2019. Т. 62, № 9. С. 834–842.

Публикации в изданиях, индексируемых в МБЦ:

9. Vataeva E. Synthesis of nonlinear impulse systems / Elizaveta Vataeva, Vladislav Shishlakov, Nataliia Reshetnikova, Dmitriy Shishlakov, Oksana Solenaya // Smart Innovation Systems and Technologies, 2021, 187, P. 469–476.

10. Vataeva E. General scheme for solving the problem of synthesis of nonlinear non – stationary ACS in the time domain / Vataeva E.Y., Shishlakov V.F., Reshetnikova N.V. // 2021 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF 2021).

11. Vataeva E. Synthesis of Nonlinear Impulse Systems /Elizaveta Vataeva, Vladislav Shishlakov, Nataliia Reshetnikova and Dmitriy Shishlakov // 15th International Conference on Electromechanics and Robotics "Zavalishin's Readings", 2020.

12. Vataeva E. Parametric synthesis of nonlinear automatic control systems with polynomial approximation / Vataeva E.Y., Shishlakov V.F., Shishlakov D.V., Reshetnikova N.V. // 2019 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF 2019) 2019. С. 8840123.

13. Vataeva E. Synthesis of control laws of electromechanical systems under polynomial approximation of characteristics of nonlinear elements / Vladislav Shishlakov, Elizaveta Vataeva, Natalia Resh-etnikova, Dmitriy Shishlakov // MATEC Web Conf. Volume 161, 2018.

Результаты интеллектуальной деятельности:

14. Ватаева Е.Ю. Кусочно-линейная аппроксимация типовой нелинейности «зона нечувствительности» на языке MATLAB / Е.Ю. Ватаева, Н.Л. Гречкин, В.Ф. Шишляков // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023619206 от 05 мая 2023.

Публикации в других изданиях:

15. Ватаева Е.Ю. Параметрический синтез операторов управления САУ при полиномиальной аппроксимации характеристик нелинейных элементов / Е.Ю. Ватаева // Труды МАИ. 2023. № 128.

16. Ватаева Е.Ю. Моделирование динамики работы системы экстремального регулирования с запоминанием экстремума / Труды МАИ. 2019. № 104.

17. Ватаева Е.Ю. Алгоритм синтеза параметров законов управления технических систем при полиномиальной аппроксимации нелинейностей / В.Ф. Шишляков, Е.Ю. Ватаева, Н.В. Решетникова, Д.В. Шишляков // Вопросы радиоэлектроники. 2018. №10. С. 97–102.

19. Ватаева Е.Ю. Полиномиальная и аналитическая аппроксимации при решении задачи синтеза нелинейных САУ / Е.Ю. Ватаева, В.Ф. Шишляков, Н.Л. Гречкин, Н.В. Решетникова // Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве. Сборник тезисов докладов II Международного форума. Санкт-Петербург, 2022. С. 164–167.

20. Ватаева Е.Ю. Приближенное решение дискретно-непрерывных уравнений при полиномиальной аппроксимации характеристик нелинейных элементов / Е.Ю. Ватаева, В.Ф. Шишляков, Н.В. Решетникова, Д.В. Шишляков // Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве. Сборник тезисов докладов I Международного форума. Санкт-Петербург, 2021. С. 51–52.

21. Ватаева Е.Ю. Приближенное решение нелинейных дифференциальных уравнений при полиномиальной аппроксимации характеристик нелинейных элементов / Е.Ю. Ватаева, В.Ф. Шишляков, Н.В. Решетникова, Д.В. Шишляков // Математические методы и модели в высокотехнологичном производстве.

Сборник тезисов докладов I Международного форума. Санкт-Петербург, 2021. С. 48–50.

22. Ватаева Е.Ю., Шишлаков В.Ф., Солёный С.В., Рысин А.В. Научные основы построения архитектур и систем связи бортовых информационно-вычислительных комплексов нового поколения для авиационных и беспилотных транспортных средств, раздел «Разработка и исследование киберфизических систем управления и диагностики электротехнических и электромеханических комплексов». Отчет о НИР / СПб.: ГУАП, 2022. 77 с.

23. Ватаева Е.Ю., Шишлаков В.Ф., Гречкин Н.Л., Решетникова Н.В., Статкевич А.В., Гончарова В.И. Фундаментальные основы построения помехозащищенных систем космической и спутниковой связи, относительной навигации, технического зрения и аэрокосмического мониторинга, раздел «Разработка методов синтеза операторов управления существенно нелинейных САУ во временной области». Отчет о НИР/ СПб.: ГУАП, 2024. 24 с.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: официального оппонента Колюбина С.А.; официального оппонента Новожилова И.М.; ведущей организации ИПМ РАН; Якимовского Д.О., к.т.н., начальника отдела АО «Научно-исследовательский институт командных приборов»; Попова А.В., к.т.н., заместителя директора по науке, Спасского Б.А., к.т.н., ученого секретаря Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского институт робототехники и технической кибернетики; Еникеева Р.Ш., к.т.н., заместителя генерального директора по термоядерным и магнитным технологиям – директора НТЦ «Синтез» АО «НИИЭФА им. Д.В. Ефремова»; Чеснокова М.А., к.т.н., ведущего инженера, Петрова Р.Г., к.т.н., директора НПЦ «Автоматизация гражданских судов и кораблей» АО «Концерн «НПО «Аврора»; Кульчицкого А.А., к.т.н., доц., заведующего кафедрой автоматизации технологических процессов и производств Санкт-Петербургского горного университета Императрицы Екатерины II; Дмитриева А.В., д.т.н., доц., заведующего кафедрой автоматизации технологических процессов и производств Казанского государственного энергетического университета; Гильфанова К.Х.,

д.т.н., проф., профессора кафедры автоматизации технологических процессов и производств Казанского национального исследовательского технологического университета; Смирновой М.С., д.т.н., доц., профессора кафедры информационных систем и программной инженерии Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова; Савельева А.И., к.т.н., старшего научного сотрудника лаборатории автономных робототехнических систем Санкт-Петербургского Федерального исследовательского центра Российской академии наук.

Все отзывы положительные, но имеются критические замечания. В работе рассматривается применение модифицированного метода Галёркина в случае наличия статических нелинейных характеристик в системах автоматизированного управления (САУ). Однако ничего не указано о динамических нелинейных характеристиках. Рассматривался ли данный случай и может ли предложенный алгоритмы быть на него обобщен? Примеры, рассмотренные в диссертационной работе, содержат только один нелинейный элемент. В работе не описаны и не рассмотрены примеры при наличии двух и более нелинейных элементов в САУ. Возможно ли в таком случае реализовать синтез нелинейной САУ на основе предлагаемого алгоритма? При вычислении рекуррентных соотношений интегралов Галеркина для импульсных нелинейных САУ рассматривается идеальный импульсный элемент, однако автор не поясняет будут ли применимы рекуррентные соотношения, если модулятор будет формировать импульсы сложной формы. В работе не представлено сравнение предложенного алгоритма с альтернативными методами траекторного управления нелинейными системами. Проводилось ли оно и если да, то какие выводы можно сделать в смысле обеспечиваемых показателей качества регулирования? При описании задачи исследования терминологически не вполне ясно, что подразумевается под «синтезом параметров законов управления» или «синтезом параметров САУ». На стр. 186–187 приводится алгоритм синтеза нелинейных непрерывных и импульсных САУ, не описана подробно какая поисковая процедура применяется для минимизации функционала J . В работе в качестве входного воздействия

рассматривается скачкообразный сигнал, возможно ли рассматривать иное входное воздействие. На рис. 3.1. не указано входное воздействие на систему. К недостаткам следует отнести то обстоятельство, что недостаточно четко определены практические области применения модифицированного метода. В работе не указано возможно ли использовать данную модификацию обобщенного метода Галёркина в случае разрывных нелинейных характеристик в система автоматического управления. В автореферате не обосновано почему выбирается желаемое программное движение в виде решения линейного дифференциального уравнения второго порядка. Существует ли ограничения на число искомых варьируемых параметров при решении задачи синтеза модифицированным методом Галёркина? В третьей главе автореферата не указано, учитывает ли модулятор форму импульса. В автореферате не отражено к каким именно нелинейным характеристикам применим рассматриваемый алгоритм решения задачи синтеза нелинейных систем автоматического управления. Возможно ли использование полученных рекуррентных соотношений при решении задачи синтеза в случае наличия в системе ШИМ. В автореферате не отражено как изменится задача синтеза при наличии в системе нескольких импульсных элементов. В работе приводятся примеры использования модифицированного метода Галёркина лишь для случаев решения задачи синтеза с одним нелинейным элементом. Представляет интерес, как повлияет на решение задачи синтеза наличие двух и более нелинейных элементов в системе автоматического управления. В автореферате не указано какой метод поиска минимума целевой функции J применяется в разработанном алгоритме. В работе рассматривается применение модифицированного метода Галёркина в случае наличия статических характеристик в САУ. Однако ничего не указано о динамических нелинейных характеристиках. Пункты 1 и 2 научной новизны, а также п. 1 и 2 заключения полностью совпадают за исключением одного слова («непрерывных» – «импульсных», координаты «ошибки» – «выхода»), что загромождает передаваемый смысл. Целью любой аппроксимации является приближенное удобное описание объекта. Непонятно, достигнуто ли повышение точности

аппроксимации нелинейных характеристик элементов? На вход системы подается входное воздействие в виде скачкообразного сигнала. Представляется интересным если на вход подавать иное входное значение, как изменится алгоритм синтеза. В автореферате некоторые формулы (3,4,6), а также рис. 1, отображаются некорректно. Поскольку в диссертации в качестве импульсного элемента рассматривается идеальный импульсный модулятор, представляется интересным как изменится подход если система будет содержать АИМ – I или АИМ – II рода. Из автореферата остается неясным, как изменится подход, если модулятор будет формировать импульсы разной формы.

Выбор оппонентов и ведущей организации обосновывается на известности среди научных специалистов в соответствующей области науки. Определяющие критерии включают наличие последних научных публикаций в данной и смежных областях, а также способность к квалификационной оценке актуальности, теоретической значимости и практической ценности представляемой диссертации. Колюбин С.А. д.т.н. известен своими исследованиями и часто цитируемыми работами в области синтеза нелинейных, робототехнических систем, а также в сфере адаптивного управления. Новожилов И.М. к.т.н. является специалистом в области современной теории автоматического управления, а также автором многочисленных публикаций в области идентификации систем автоматического управления и систем с искусственным интеллектом. Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук, имеющей в своем составе лабораторию «Адаптивное и интеллектуальное управление сетевыми и распределенными системами (АдИн)», занимается разработкой методов, алгоритмов и программного обеспечения в области адаптивного и интеллектуального управления сложными сетевыми и распределенными системами с применением к управлению электроэнергетическими сетями и объектами в нефтяной и газовой промышленности (известные учёные:

Фуртат И.Б., Фрадков А.Л., Кучмин А.Ю., Беляев А.К., Плотников С.А., Ананьевский М.С., Андриевский Б.Р., Граничин О.Н., Вражевский С.А.).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработан новый подход к решению задачи синтеза нелинейных САУ при полиномиальной аппроксимации характеристик, что дает возможность повысить точность математической модели для гладких нелинейностей и точность определения параметров оператора управления; **предложена** модификация обобщенного метода Галёркина, что дает возможность его распространить на новый класс аппроксимируемых функций; **доказана** перспективность использования нового подхода к аппроксимации нелинейных характеристик, что улучшает динамические характеристики САУ при переходе из одного установившегося состояния в другое; **введены** изменения трактовки класса САУ, к которым применим обобщенный метод Галёркина.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказано, что полученные рекуррентные соотношения для вычисления интегралов Галёркина целевых функций при решении задачи синтеза нелинейных непрерывных и импульсных САУ расширяют границы применимости обобщенного метода Галеркина; **применительно к проблематике диссертации результативно использованы** основные положения теории автоматического управления, интегро-дифференциального исчисления, применительно к обобщенным функциям, теория рядов и методы компьютерного моделирования; **раскрыты** особенности синтеза систем автоматического управления при наличии элементов с нелинейными статическими и динамическими характеристиками; **изучены** различные методы аппроксимации при использовании обобщенного метода Галёркина и влияние аппроксимации математическое описание нелинейного элемента; **проведена модернизация** алгоритма решения задачи синтеза нелинейных САУ при полиномиальной аппроксимации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработаны и внедрены математические, алгоритмические и методологические подходы к решению задачи синтеза

нелинейных непрерывных и импульсных систем в образовательный процесс Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения» и используются кафедрой управления в технических системах по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» по дисциплине «Нелинейные и адаптивные системы управления». Также отдельные этапы диссертационной работы нашли свое применение в государственных заданиях С–15 «Научные основы построения архитектур и систем связи бортовых информационно-вычислительных комплексов нового поколения для авиационных и беспилотных транспортных средств» в разделе «Разработка и исследование киберфизических систем управления и диагностики электротехнических и электромеханических комплексов» и С–16 «Фундаментальные основы построения помехозащищенных систем космической и спутниковой связи, относительной навигации, технического зрения и аэрокосмического мониторинга»; **определены** перспективы использования предложенной модификации и обобщенного метода Галёркина для решения задачи синтеза законов управления нелинейных САУ; **создан** алгоритм, реализующий модификационный метод Галёркина для решения задачи синтеза операторов управления нелинейных САУ; **представлены** рекомендации по дальнейшему совершенствованию разработанной модификации обобщенного метода Галёркина для решения задачи синтеза при наличии в системе автоматического регулирования элемента с динамической нелинейной характеристикой.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для **экспериментальных работ** результаты подтверждены корректным применением методов компьютерного моделирования, а также воспроизведением полученных результатов на исследовательском комплексе «Потенциометрическая маломощная следящая система»; **теория** построена на основных положениях теории автоматического управления, интегро-дифференциального исчисления, применительно к обобщенным функциям, теории рядов и методов компьютерного моделирования; **идея базируется** на анализе практики и обобщенного передового опыта в области анализа и синтеза систем автоматического управления с

нелинейными статическими и динамическими характеристиками; **использованы** сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике; **установлено**, что результаты математического моделирования модифицированного метода Галёркина совпадают с результатами функционирования на реальной потенциометрической маломощной следящей системе; **использованы** современная научная база, современные подходы к проведению моделирования рассматриваемых систем с помощью метода компьютерного моделирования.

Личный вклад соискателя состоит в модификации обобщенного метода Галеркина для решения задачи синтеза параметров операторов управления непрерывных САУ при аппроксимации нелинейных характеристик полиномиально; в модификации обобщенного метода Галёркина для решения задачи синтеза параметров операторов управления импульсных САУ при аппроксимации нелинейных характеристик полиномиально; в разработке алгоритма решения задачи синтеза непрерывных и импульсных САУ при полиномиальной аппроксимации нелинейных характеристик. Все исследования по теме диссертации выполнены лично или при его непосредственном участии. В работах, выполненных в соавторстве, соискателю принадлежит ведущая роль в реализации методов и получении результатов для решения поставленных задач.

В ходе защиты диссертации было высказано критическое замечание о том, что в работе не рассмотрены динамические нелинейные характеристики САУ.

Соискатель Ватаева Е.Ю. в ходе заседания ответила на задаваемые ей вопросы, согласилась с замечаниями и привела собственную аргументацию.

Диссертационный совет установил, что диссертация «Параметрический синтез нелинейных САУ при полиномиальной аппроксимации характеристик» является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а также пунктам 3 и 7 паспорта научной специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

На заседании 03 июля 2024 года объединенный диссертационный совет принял решение присудить Ватаевой Елизавете Юрьевне ученую степень кандидата технических наук за решение научной задачи по разработке алгоритма синтеза нелинейных непрерывных и нелинейных импульсных САУ на основе модификации обобщенного метода Галеркина.

При проведении тайного голосования объединенный диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор



Киричек Руслан Валентинович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук, доцент



Владыко Андрей Геннадьевич

05 июля 2024 года