



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

ул. Профессора Попова, д.5, Санкт-Петербург, 197376
Телефон: (812) 234-46-51; факс: (812) 346-27-58; e-mail: info@etu.ru; <https://etu.ru>
ОКПО 02068539; ОГРН 1027806875381; ИНН/КПП 7813045402/781301001

05.09.2024 № 100302/14.14
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной деятельности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования _____ Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), доктор техни

А.А. Семенов

«__» _____ 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Гончаровой Виктории Игоревны на тему «Параметрический синтез систем автоматического управления с распределенными параметрами», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность исследования

Проблема разработки конструктивных методов решения задачи синтеза систем управления с распределенными параметрами представляет значительный теоретический интерес и имеет большое практическое значение в виду широкого распространения в промышленности объектов, характеризующихся протяженностью. Как известно, многие химико-технологические процессы математически описываются не только во времени, но и в пространстве. Процессы управляемой добычи природного газа, нефти, минеральных вод также сопряжены с пространственным распределением залежей полезных ископаемых. В рамках этой

практически важной и, в то же время, далеко не завершенной проблемы, автор определил тематику исследований своей диссертационной работы.

Соискатель является представителем известной научной школы в области синтеза и оптимизации нелинейных систем управления на основе методов ортогональных проекций, созданной профессорами И.А. Огурком, Л.А. Осиповым, В.Ф. Шишлаковым и другими специалистами. Эти методы и методики синтеза хорошо себя оправдали при практическом использовании, например, применительно к системам управления авиационными, мехатронными и другими техническими объектами. Однако все эти объекты характеризуются математическими моделями с сосредоточенными параметрами. Для объектов, представленных моделями с распределенными параметрами, эти методы до сих пор не применялись.

В настоящее время целый ряд отечественных научных школ активно развивают прикладные проблемы анализа поведения и синтеза систем управления с распределенными параметрами техническими объектами и процессами. Среди них можно назвать таких известных исследователей как профессора Э.Я. Рапопорт, Ю.Э. Плешивцева, И.М. Першин, Г.Л. Дегтярев, А.Н. Дилигенская и др. Однако вопросы проектирования управляемых пространственно-распределенных объектов с использованием обобщенного метода Галеркина в трудах указанных ученых не рассматривались.

Построение решений дифференциальных уравнений с частными производными с использованием метода ортогональных проекций можно найти, например, в книге Рей У. Методы управления технологическими процессами. М.: Мир, 1983. Однако автор диссертации, в отличие от данной публикации, обращает этот подход на задачи параметрического синтеза нелинейными системами, делая, тем самым, работу оригинальной.

Широко распространенные на практике численные методы решения дифференциальных уравнений с частными производными ориентированы в большей степени на анализ систем и синтез с их помощью затруднителен.

Для прикладных целей в диссертации разрабатывались унифицированные алгоритмы синтеза линейных и нелинейных систем управления с распределенными

параметрами, как непрерывных, так и импульсных, различной структурной сложности, динамического порядка и характером описания нелинейностей. Приведенные в работе примеры демонстрируют эффективность разработанных алгоритмов синтеза.

На основании изложенного, можно сделать заключение, что диссертационная работа соискателя представляет собой **актуальное** и значимое научное исследование, как для теории, так и для практики создания систем управления с распределенными параметрами.

Анализ структуры и содержания работы

Диссертационная работа В.И. Гончаровой состоит из введения, четырех глав, заключения и двух приложений. Работа изложена на 210 страницах, список литературы включает 126 наименований.

Диссертация отличается логической связностью, структура и содержание работы соответствуют целям и задачам исследования. Автореферат отвечает содержанию и отражает основные результаты диссертационной работы.

По результатам проведенных исследований автором опубликовано 28 научных работ, в том числе: 4 — в рецензируемых журналах из перечня ВАК РФ, 1 — в журнале международной базы цитирования Scopus. Также получено 7 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Опубликованные работы достаточно полно отражают основные результаты, полученные в рамках диссертационного исследования.

Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Новизна диссертационной работы обусловлена следующими положениями.

Предложенный метод синтеза систем управления с распределенными параметрами отличается от известных преобразованием моделей, представленных дифференциальными уравнениями в частных производных, к моделям в виде обыкновенных дифференциальных уравнений.

Разработанные модифицированные методы параметрического синтеза линейных и нелинейных непрерывных и импульсных с АИМ систем управления по

заданным показателям качества в переходных режимах отличаются учетом пространственной распределенности характеристик элементов и устройств;

На основе предложенных методов разработаны унифицированные алгоритмы синтеза линейных и нелинейных систем управления с распределенными параметрами, как непрерывных, так и импульсных, различной степени сложности поведения, динамического порядка и структуры, отличающиеся новой интерпретацией обобщенного метода Галеркина обращенного на решение задачи параметрического синтеза.

Достоинство предлагаемых методов заключается в алгебраизации задачи синтеза и возможности с единых методологических позиций подойти к решению поставленной задачи для большого класса систем управления.

Обоснование и достоверность научных положений и выводов

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов, полученных в диссертационной работе, подтверждается корректностью применяемого математического аппарата, результатами проведенных вычислительных экспериментов, согласованностью с результатами публикаций ведущих мировых и отечественных специалистов в области автоматического управления, апробацией основных результатов на научных конференциях, публикациями в ведущих рецензируемых изданиях, свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В работе имеется акт о внедрении результатов диссертационной работы в научно-исследовательскую деятельность института проблем машиноведения РАН (ИПМашРАН), подписанного д.т.н. А.Ю. Кучминым, д.ф.-м.н. Б.А. Куликом, к.т.н. И.Л. Тарасовой.

Результаты диссертации используются в учебном процессе Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП) при подготовке бакалавров и магистров по направлениям «Техническая физика», «Управление и информатика в технических системах», «Автоматизация технологических процессов и производств», о чем имеется акт о внедрении.

Значимость для науки и практики результатов, полученных автором диссертации

Значимость результатов диссертационной работы Гончаровой В.И. для науки заключается в разработке параметрического синтеза линейных и нелинейных систем управления с распределенными параметрами на основе метода ортогональных проекций.

Практическая значимость результатов диссертационной работы состоит в разработанном методическом, алгоритмическом и программном обеспечении для решения задачи синтеза непрерывных линейных и нелинейных, а также импульсных систем управления с АИМ высоких порядков с распределенными параметрами, которое может быть использовано при проектировании сложных технических систем автоматического управления различного назначения.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Созданное в работе алгоритмическое и программное обеспечение целесообразно использовать в металлургической, химико-технологической и добывающей промышленности при разработке систем управления разнообразными теплофизическими процессами и процессами добычи и переработки ископаемых. Полученные алгоритмы позволяют решать сложные задачи проектирования систем управления, модели которых представляются уравнениями параболического типа, в частности, уравнениями Фурье. К таким задачам можно отнести, например, нагрев металла и равномерное распределение температуры по поверхности объекта. В авиастроении приходится сталкиваться с проблемой проектирования систем управления торможением колес тяжелых самолетов при наличии сравнительно длинных трубопроводов. Результаты диссертационного исследования могут быть рекомендованы к использованию на предприятиях ПАО «ЦНПО «Ленинец», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей», ПАО «Газпром нефть», занимающихся разработкой и эксплуатацией систем управления полетами летательных аппаратов различного назначения, осушкой и очисткой природного газа.

Замечания по диссертационной работе

1. В практической деятельности определение (измерение) начального распределения физической величины может составлять проблему, однако в диссертации об этом не упоминается.

2. В работе недостаточно внимания уделяется вопросу устойчивости процессов в замкнутых системах.

3. На стр.53 диссертации указывается на необходимость задания движений на входах нелинейных элементов. Однако при синтезе обычно формируются желаемые движения на выходах системы. Возникает вопрос о методике пересчета движений для систем с произвольной структурой.

4. На стр. 45 отмечается, что решение принимается точным при числе составляющих суммы ряда равном 30, однако обоснования этого утверждения нет.

5. Нет обоснования выбора конкретных объектов управления с распределенными параметрами, рассмотренных в главе 4.

6. Заголовки параграфов 1.1 и 1.2 практически идентичны.

Указанные замечания не снижают ценности полученных результатов.

Общая оценка диссертационной работы

Диссертационное исследование В.И. Гончаровой обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью, представляет собой самостоятельную законченную научно-квалификационную работу, содержащую новое решение актуальной научной задачи в области синтеза линейных и нелинейных, а также импульсных систем управления техническими объектами с распределенными параметрами.

Диссертация «Параметрический синтез систем автоматического управления с распределенными параметрами» соответствует пунктам 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям. Автор диссертационной работы Гончарова В.И. **заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.**

Отзыв ведущей организации обсужден и одобрен на заседании кафедры автоматике и процессов управления Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) 30 августа 2024 г., протокол № 5.

Заведующий кафедрой автоматике и процессов управления, доцент,

д.т.н.



Шестопалов Михаил Юрьевич

(197376, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5; тел.: +79219460118; e-mail: shestopalov_08@mail.ru; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет; защита по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы))

д.т.н., профессор, профессор



Душин Сергей Евгеньевич

(197376, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5; тел: +79219704631; e-mail: dushins@yandex.ru; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет; профессор кафедры автоматике и процессов управления; защита по специальности 05.13.01 – Управление в технических системах)