

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Имаева Дамира Хабибовича на диссертацию Решетниковой Наталии Викторовны на тему «Параметрический синтез систем автоматического управления в условиях нестационарности», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

Актуальность темы диссертационной работы. Диссертационная работа Решетниковой Н.В. посвящена развитию методов и алгоритмов синтеза систем управления, учитывающих нестационарности объектов.

Задача автоматизации управления техническими объектами, свойства которых могут меняться во времени, относится к одной из наиболее сложных, как в теоретическом, так и прикладном плане. Отметим также, что такие результаты появляются не часто. Наиболее известная отечественная монография «Многорежимные и нестационарные системы автоматического управления» под редакцией акад. Б.Н. Петрова издана в 1978 году. О важности разрабатываемой в диссертации темы можно судить по уровню зарубежных исследований, например: Shamma J.S. Analysis and Design of Gain-Scheduled Control Systems/ PhD Thesis, Dept. Mechanical Engineering, MIT (1988); Shamma J.S., Athans M. Guaranteed Properties of Gain-Scheduled Control for Linear Parameter-Varying Plants/ Automatica, 27 (1991); Amato F., Celentano G., Garofalo F. New Sufficient Conditions for the Stability of Slowly-Varying Linear Systems/ IEEE Trans. on AC, 38 (1993).

Теория управления объектами, модели которых представлены нелинейными дифференциальными уравнениями с переменными коэффициентами, далека от завершения. Актуальны новые исследования, углубляющие этот раздел теории автоматического управления.

Характеристика содержания работы. Системы автоматического управления, спроектированные на основе более адекватных математических

моделей объектов, при прочих равных условиях, обладают лучшими показателями качества процессов достижения их целей. Требуемое качество процессов управления нестационарными объектами наиболее часто обеспечивают контроллеры, алгоритмы которых подстраиваются к изменениям управляемого объекта и/или рабочей точки нелинейной статической характеристики.

Примерно одинаковые показатели качества процессов управления нестационарными объектами на всех интервалах времени функционирования и в окрестности всех рабочих точек нелинейных статических характеристик иногда удается добиться подстройкой параметров регулятора. Используются термины «непрерывная автоподстройка регулятора» (см. ГОСТ Р МЭК 61297-2017) и «табличное управление» (см., например, Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием – Москва: Горячая линия–Телеком, 2009.). В англоязычной литературе принят термин «gain scheduling» («планирование усиления»). Этот подход к управлению нелинейными нестационарными объектами использует семейство линейных стационарных контроллеров, каждый из которых обеспечивает удовлетворительное управление для различных рабочих точек системы на интервалах времени, где допустимо «замораживание» параметров.

В рецензируемой диссертационной работе ставится более общая задача синтеза, причем, для весьма широкого класса и типа моделей – нелинейных нестационарных, непрерывных и импульсных. Следует сразу заметить, что широта класса моделей достигается за счет упрощения модели требований.

Основные научные результаты диссертационной работы

1. Метод синтеза алгоритма управления, обеспечивающего требуемую реакцию нестационарной системы на ступенчатой воздействие.
2. Алгоритм синтеза нестационарных непрерывных и импульсных систем автоматического управления.

3. Параметрический синтез систем управления автономной электроэнергетической установкой и торможением колесного транспортного средства.

Новизна результатов диссертационной работы. В диссертационной работе Решетниковой Н.В. разработан оригинальный метод формирования оператора отображения подстраиваемого контроллера в условиях нестационарности объекта. Если так называемые прямые методы вариационного исчисления применяются для приближенного решения дифференциальных уравнений с краевыми условиями, т.е. для анализа, то в рецензируемой диссертационной работе обобщенный метод Галеркина используется для решения обратной задачи – поиска оператора управляющего устройства по заданной («желаемой») реакции нестационарного объекта на типовое воздействие.

Подчеркнем, что в случае управляемых объектов, описываемых математическими моделями сложных классов, отсутствуют стандартные апробированные методики синтеза автоматических систем, а следовательно, решение любой прикладной задачи неизбежно содержит элементы поиска и научной новизны. Процедуры и результаты решения примеры синтеза технических систем управления автономной электроэнергетической установкой и торможением колесного транспортного средства с помощью разработанного метода «обратных задач Галеркина» также обладают необходимой новизной.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подтверждены расчетами, исследованиями с помощью многократной компьютерной имитации синтезированных систем управления и экспериментами.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследований, изложенные в диссертации, углубляют соответствующие разделы теории автоматического управления. Теоретическая значимость

работы заключается в распространении обобщенного метода Галеркина на параметрически нестационарные САУ, что расширяет возможности исследования и проектирования данного класса систем. Практическая ценность результатов определяют общая схема и алгоритм синтеза непрерывных и импульсных систем автоматического управления нестационарными объектами. Их применение в проектировании систем управления сложными техническими объектами способно повышать качество процессов за счет учета фактора нестационарности.

Замечания по диссертационной работе

1. Постановка задачи параметрического синтеза системы управления нестационарным объектом в 1.4 сформулирована в слишком общем виде. Постановку следовало детализировать (см. п. 2.1.1) и иллюстрировать структурной схемой системы управления.

2. Концептуальная модель системы управления нестационарным объектом (Рисунок 1 на стр. 10) не вполне корректна. Создает впечатление о том, что блоки ФЗ («локальные» регуляторы на интервалах «квазистационарности»?) переключаются по данным о текущих значениях «быстрых» переменных основного контура системы, а не «медленных» изменений параметров объекта. Предлагаемое решение с четко переключаемой структурой порождает множество вопросов детекции моментов переключения, исключения нежелательных переходных процессов и др.

3. Начало главы 2 изложено неудачно, трудно понять, что является результатом синтеза с помощью разработанного метода: параметры регулятора заданной структуры (на стр. 37 «... решение системы из m алгебраических уравнений дает значения параметров оператора управления как функций времени»); функциональные зависимости настроек от параметров нестационарного объекта; оператор управляющего устройства?

4. Следовало подробно изложить центральную для параметрического синтеза «процедуру сжимающего случайного поиска, предложенного

Ю.А. Сушковым». Дана только ссылка на работу (Моделирование и синтез нелинейных систем автоматического управления / Шишлаков В.Ф., Решетникова Н.В. и др.// Датчики и системы. – 2019, №11, опубликованную соискателем в соавторстве.

5. Из текста диссертации не ясно, как достигается компромисс между требованиями инвариантности системы к возмущениям и обеспечения программного движения – «желаемой» реакции нестационарного объекта на ступенчатые изменения задания разного уровня.

6. Недостаточно четко указаны теоретические ограничения разработанного метода синтеза САУ нестационарным объектом и условия применения его результатов. В известных работах по соответствующей теме принято указывать максимально допустимую относительную скорость изменения параметров нестационарного объекта.

7. Глава 3 «Параметрический синтез импульсных нестационарных САУ» состоит из единственного параграфа, название которого «3.1 Экспериментальное исследование системы управления турбоагрегатом» не связано с названием главы.

8. Проведенный автором аналитический обзор состояния проблемы не включает публикации зарубежных исследователей. Вместе с тем, упоминаются авторы работ, лишь косвенно относящихся к теме диссертации.

9. В тексте диссертации не удалось избежать оговорок. В случае нелинейных нестационарных математических моделей следует говорить об устойчивости конкретного («невозмущенного») движения, а не системы. Автор не всегда придерживается строгих определений используемых понятий. Что означает термин «оператор управления»? Если «значения параметров», то почему «функции времени»? Как решение алгебраического уравнения оказывается функцией времени? Не всегда можно понять, где «управление», а где «регулирование».

10. Наконец, выводы по главам малоинформативны – перечисляют, что делалось, а не результаты деятельности.

Заключение. Замечания не снижают теоретической значимости и практической ценности научных результатов соискателя ученой степени и не влияют на положительную оценку диссертационной работы в целом.

Диссертационная работа Решетниковой Н.В. на тему «Параметрический синтез систем автоматического управления в условиях нестационарности» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача разработки метода синтеза систем автоматического управления техническими объектами, свойства которых меняются во времени. Тематика работы соответствует пп. 4 и 11 паспорта научной специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

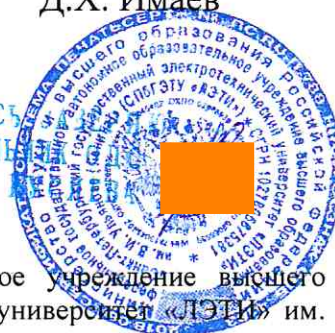
Считаю, что представленная диссертация соответствует критериям, изложенным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (с изм.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор – Решетникова Наталия Викторовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Д.т.н., профессор кафедры Автоматики и
процессов управления СПбГЭТУ
«ЛЭТИ», профессор

Д.Х. Имаев

«26» мая 2025 г.

ПОДПИСЬ
НАЧАЛЬНИКА
Т.Л.



Организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).

Адрес: 197022, город Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, дом 5, литера Ф
e-mail: info@etu.ru
тел. +7(812) 234-46-51