



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»
(ГУАП)**

ул. Большая Морская, д. 67, лит. А, Санкт-Петербург, 190000

Тел. (812) 710-6510, факс (812) 494-7057

E-mail: info@guap.ru; http://www.guap.ru

ОКПО 02068462; ОГРН 1027810232680

ИНН/КПП 7812003110/783801001

29.08.2025 № 34-2931/25

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по научно-технологическому развитию
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического приборостроения»

Д.Т.Н., доцент


«29» августа 2025 г.

Н.Н. Майоров



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Степанова Павла Сергеевича: на тему «Синтез систем робастного управления в условиях параметрической неопределенности на примере ректификационной колонны процесса переработки нефти», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3. «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

1. Актуальность темы диссертации

Актуальность диссертационной работы Степанова П.С. обусловлена возрастающими требованиями к надежности и эффективности систем управления в нефтехимической промышленности, где процессы характеризуются высокой сложностью, многосвязностью и значительными параметрическими неопределенностями, вызванными изменением свойств сырья и внешними возмущениями. Особую важность представляет управление ректификационными колоннами в процессе переработки нефти, где малейшие отклонения приводят к снижению качества продукции. Существующие

ОТЗЫВ

ВХ. № 2-73 от 05.09.25
Л.С. УС

классические методы управления часто не обеспечивают устойчивости и требуемого качества регулирования в условиях неопределенности, что диктует необходимость разработки робастных и адаптивных подходов, соответствующих современным тенденциям цифровизации и интеллектуализации систем управления.

Таким образом, тематика диссертации соответствует приоритетным направлениям развития технологий робастного управления в нефтехимической промышленности, полностью укладывается в рамки специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» и является актуальной как в теоретическом, так и в прикладном аспектах.

2. Научная новизна диссертации

Научная новизна диссертационной работы Степанова П.С. заключается в разработке и обосновании новых методов синтеза робастных систем управления для технологических объектов с параметрической неопределенностью.

В диссертации получены следующие новые научные результаты:

- Предложен метод робастной настройки регуляторов для сложных систем, обеспечивающий устойчивость при параметрической неопределённости объекта управления. Метод позволяет сохранять работоспособность системы во всем диапазоне изменения параметров.
- Предложен модифицированный робастно-адаптивный подход, обеспечивающий не только устойчивость, но и адаптацию к текущим изменениям характеристик объекта.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Теоретические положения и методы диссертации основаны на современных подходах теории автоматического управления, математического моделирования и численных методов. Разработанные алгоритмы верифицированы путем имитационного моделирования в средах MATLAB&SIMULINK и специализированном ПО. Данные методы адаптированы к особенностям объекта – ректификационным колоннам по переработке нефти, что подтверждает их корректность и применимость.

Достоверность подтверждается согласованностью результатов с данными литературы, патентной защитой ключевых алгоритмов и актом внедрения от ООО «Комита Автоматизация».

Разработанные методы прошли тестирования на объекте управления и было зафиксировано улучшение качества управления по типовым критериям, в частности по интегрально квадратичному критерию до 5 раз, в зависимости от объекта управления.

Корректность и обоснованность выводов логически вытекают из поставленных задач и охватывают весь цикл исследования – от постановки проблемы и анализа существующих решений до разработки методов управления и практического применения. Системный подход к структуре диссертации обеспечивает методическую завершённость каждого этапа. Предложенные методы управления подтверждены экспериментальных измерений и архивных производственных данных, что обеспечивает высокую степень достоверности научных положений и их соответствие реальным условиям эксплуатации.

4. Научные результаты, их ценность

Научная значимость диссертации Степанова П.С. подтверждается его вкладом в развитие теории и практики управления технологическими процессами в нефтехимии. Разработанные в работе методы робастного и

робастно-адаптивного управления, которые сокращают вычислительную сложность настроек регуляторов, могут быть использованы в качестве основы для последующих исследований в области синтеза робастных регуляторов для сложных технологических объектов.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 12 печатных работах, в том числе в 3 статьях в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук. Получены 1 свидетельство на регистрацию программы для ЭВМ, а также 1 заявка на изобретение.

5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

– Разработаны новые методы синтеза робастных (в т.ч. многомерных) и робастно-адаптивных систем управления, расширяющие аппарат теории автоматического регулирования. (заявка на изобретение №2025106282)

– Предложены алгоритмы, адаптированные для ректификационных колонн нефтепереработки, обеспечивающие устойчивость при варьировании параметров модели.

– Создан программный комплекс для синтеза регуляторов (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2025615215).

– Достигнуто сокращение времени поиска оптимальных настроек и улучшение показателей качества (ИКК) в 2÷5 раз.

– Результаты внедрены в ООО «Комита Автоматизация» (акт от 05.05.2025).

6. Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы для модернизации существующих ректификационных колонн, проектирования новых колонны в процессах переработки нефти, что позволит повысить эффективность и качество нефтепереработки.

7. Замечания и вопросы по работе

– В робастно-адаптивном алгоритме (раздел 4) коэффициент α оптимизируется в реальном времени. Каковы вычислительные затраты этого подхода для систем высокой размерности (например, 5×5)?

– Методы протестированы на объектах 1×1 , 2×2 и 3×3 . Какие ограничения возникают при применении к колоннам с большим числом тарелок? Требуется ли это модификации алгоритмов?

– Каковы требования к инфраструктуре для работы предложенного ПО? Возможна ли интеграция с существующими АСУ ТП без замены контроллерного парка?

– По тексту диссертации встречаются отдельные опечатки и стилистические недочеты. В частности, часто используется зарубежные сокращения для многомерных (MiMo) и одномерных (SiSo) систем без пояснения, что может внести недопонимания работы.

Вместе с тем указанные замечания, которые можно рассматривать и как пожелания в дальнейшей работе, не снижают общей положительной оценки, проведенных автором исследований в области автоматизации технологических процессов и разработки систем робастного управления ректификационными колоннами.

8. Заключение по диссертации

Диссертация «Синтез систем робастного управления в условиях параметрической неопределенности на примере ректификационной колонны процесса переработки нефти», представленная на соискание ученой степени

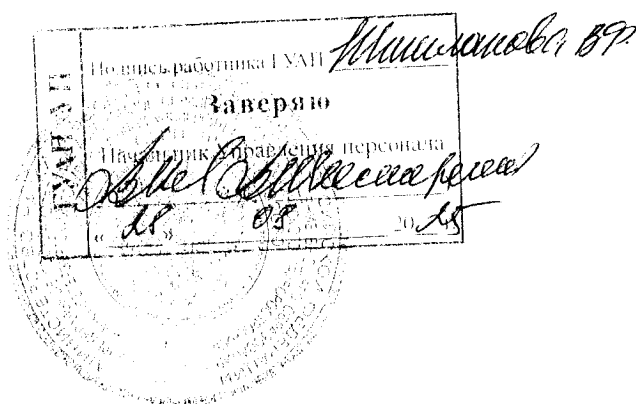
кандидата технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», утвержденного приказом ректора Санкт-Петербургского горного университета Екатерины II от 20.05.2021 № 953 адм, а ее автор **Степанов Павел Сергеевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Отзыв на диссертацию и автореферат диссертации **Степанова Павла Сергеевича** обсуждены и утверждены на заседании кафедры Управления в технических системах Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», протокол №1 от «28» августа 2025 г.

Председатель заседания
Заведующий кафедрой
Управления в технических
системах
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего
образования
«Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического
приборостроения»,
доктор технических наук,
профессор



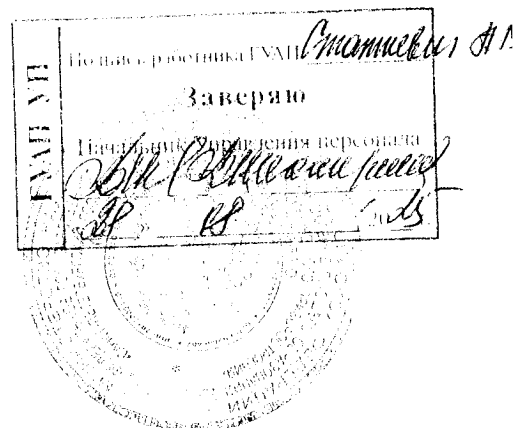
Шишлаков Владислав Федорович



Секретарь заседания
Старший преподаватель
кафедры Управления в
технических системах
Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего
образования
«Санкт-Петербургский
государственный университет
аэрокосмического
приборостроения»



Статкевич Анастасия Вячеславовна



Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

Почтовый адрес: 190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А.

Официальный сайт: <https://guap.ru/>

E-mail: info@guap.ru

Тел: +7-812-494-70-05