

О Т З Ы В

официального оппонента, *д.т.н., профессора Подвального Семёна Леонидовича* на диссертацию **Степанова Павла Сергеевича**¹ 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 темы диссертационной работы Степанова П.С. обусловлена необходимостью повышения устойчивости и эффективности управления ректификационными колоннами – ключевая задача нефтехимии, где параметрические неопределенности (изменение состава сырья, колебания нагрузок) являются нормой. Разработка методов, обеспечивающих робастность при сохранении качества регулирования, соответствует стратегическим задачам в области АСУ ТП и цифровизации производств. Фокус на синтезе регуляторов, устойчивых к вариациям запаздывания и статических коэффициентов, особенно важен для практики.

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается корректностью постановки научно-технической задачи, адекватностью выбранного научного аппарата и многочисленными модельными экспериментами по применению указанных методов исследования. Теоретические и практические данные, использованные в диссертации, опираются на опубликованные труды в российских и зарубежных ученых.

3. Научная новизна диссертации

К наиболее значимым результатам, обладающим научной ценностью, относятся:

- Метод беспоисковой робастной настройки для одномерных подсистем, обеспечивающий снижение ИКК в несколько раз при гарантированной устойчивости.
- Расширение на многомерные системы (2х2, 3х3) через комбинированный подход (аппроксимация запаздыванием + минимаксная оптимизация), дающее гарантированное улучшение ИКК(при имитационном моделировании в разработанном автором программном комплексе для синтеза робастного ПИ регулятора)
- Робастно-адаптивный алгоритм с динамической коррекцией весового коэффициента, повышающий эффективность управления на 15-20% по ИКК.
- Программный комплекс для синтеза робастно и робастно-адаптивного ПИ - регулятора, зарегистрированный Роспатентом.

¹ ФИО граждан иностранных государств, кроме СНГ, в тексте отзыва не склоняются и указываются в именительном падеже

ОТЗЫВ

ВХ. № 9-74 от 06.09.25
АУ УС

Эти результаты вносят существенный вклад в теорию и практику управления неопределенными объектами.

Результаты диссертационной работы 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; 5 докладов на научных конференциях. Получено 1 свидетельство на регистрацию программы для ЭВМ, а также подана 1 заявка на изобретение.

4. Теоретическая и практическая значимость диссертации

Теоретическая значимость работы заключается в развитии аппарата робастного синтеза для многомерных систем с запаздыванием в условиях неопределенности на базе классических ПИ законов

Практическая значимость результатов диссертационного исследования заключается в возможности использования данных алгоритмов синтеза для аналогичных технологических объектов производства. Получен акт о внедрении результатов диссертационного исследования от 5 мая 2025 года «ООО Комита Автоматизация», что свидетельствует о прикладном характере работы и указывает на возможность дальнейшего развития полученных автором новых научных результатов.

5. Замечания и вопросы по диссертации

1. Насколько экономически эффективно внедрение предложенных алгоритмов? Возможно ли вообще связать повышение устойчивости и уменьшение ИКК с оценками экономической эффективности?
2. Как вы определили исходное точечное множество? В виде чего оно задаётся? Какие ограничения на эти области? Откуда берутся ограничения?
3. Как определяются чувствительные точки? Здесь не совсем верно говорить о чувствительности в классическом понимании этого термина, ведь сама чувствительность точно не вычисляется в работе!!
4. Вы предлагаете новый регулятор с точки зрения математически или метод настройки ПИ-регулятора в условиях неопределенности? Вы рекомендуете использовать свой метод для предприятий, тогда диапазоны должны быть изменены и как их находить?
5. Недостаточно убедительно обосновано применение теоретических результатов к выбранному реальному объекту (ректификационной колонне на НПЗ): РАССМОТРЕН ТОЛЬКО ОПЕРАЦИОННЫЙ УРОВЕНЬ СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ В НЕСКОЛЬКИХ ТОЧКАХ и никак не обозначен переход к следующему ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОМУ уровню АСУТП по данным аналитических определений концентраций, которые просто отнесены автором к измеряемым возмущения

6. Заключение

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 соответствует 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.

Официальный оппонент,

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры автоматизированных и вычислительных систем
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Подвальный Семен Леонидович

01.09.2021

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»
Адрес: 394006, Воронежская область, город Воронеж, улица 20-летия Октября, дом 84
Тел: +7 (473) 271-59-05, +7 (473) 207-22-20 (доб. 6243)
Электронная почта: rector@cchgeu.ru, spodvalny@yandex.ru

Подпись Подвального Семена Леонидовича заверяю:

Проректор по науке и инновациям
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»,
д-р техн. наук



Башкиров Алексей Викторович