ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию Хожева Ивана Валерьевича

«Синтез адаптивного и робастного регуляторов для модального двухрежимного управления движением необитаемого подводного аппарата», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

Диссертационная работа Хожаева И.В. выполнена во время обучения в аспирантуре Инженерной школы информационных технологий и робототехники Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Диссертационная работа посвящена разработке и экспериментальному исследованию математического аппарата для синтеза двухрежимной системы управления движением, имеющей желаемые значения корневых показателей робастного качества в условиях интервальности параметров необитаемого подводного аппарата (НПА) и окружающей его водной среды.

В процессе выполнения диссертационной работы Хожаев И.В. решил следующие задачи:

1. Сформулированы требования к системе управления движением по результатам анализа проблем применения НПА и их особенностей как объекта управления.
2. Разработана математическая модель системы с интервальными параметрами, включающая в себя передаточные функции каналов управления движением НПА в отдельных степенях свободы.
3. Определен набор вершин многогранника коэффициентов интервального характеристического полинома, определяющих положение доминирующих и свободных полюсов в различных вариантах их расположения на комплексной плоскости.
4. Разработаны методики синтеза типовых робастных или адаптивно-робастных регуляторов пониженного порядка, обеспечивающих желаемые квазипостоянные или постоянные значения корневых показателей робастного качества за счет расположения областей локализации полюсов системы в соответствии с принципом доминирования.
5. Синтезирована двухрежимная система управления движением НПА в вертикальной плоскости с применением разработанных методик синтеза и математической модели и исследована работоспособность синтезированной системы на моделях разной сложности.

Предложенная автором интервально-линеаризованная математическая модель нестационарной системы управления движением НПА в шести степенях свободы, декомпозированная заменой кинематических параметров движения в перекрестных связях на интервалы их значений, основана на оценке интервалов значений кинематических параметров НПА, исходя из свойств его движительно-рулевого комплекса. Такая оценка позволяет рассмотреть сигналы перекрестных связей в математической модели объекта как интервальные параметры, перейдя к линейным моделям сепаратных каналов, учитывающих многосвязность объекта.

Для поиска наихудшего режима работы системы, в котором следует в дальнейшем проводить параметрический синтез регулятора, автором выведено правило поиска координат проверочных вершин многогранника коэффициентов интервального характеристического полинома позволяет найти вершины, образы которых составляют правые границы областей локализации доминирующих и свободных полюсов.

Для решения задачи параметрического синтеза регуляторов автором разработаны методики синтеза робастных и адаптивно-робастных модальных регуляторов пониженного порядка, позволяющих обеспечить, соответственно, квазипостоянные и постоянные значения степени робастной устойчивости и степени робастной колебательности систем управления с интервальными параметрами.

Таким образом, разработанный математический аппарат позволяет стабилизировать динамические свойства систем управления движением НПА, что подтверждается результатами вычислительных экспериментов.

Практическая значимость результатов работы подтверждается их внедрением в исследовательский процесс научно-исследовательской лаборатории телекоммуникаций, приборостроения и морской геологии Инженерной школы информационных технологий и робототехники ТПУ и ООО «50ом Тех.», а также в учебный процесс Отделения автоматизации и робототехники Инженерной школы информационных технологий и робототехники ТПУ. Результаты диссертации использованы при выполнении НИР по грантам Госзадание «Наука» (проектная часть) №4.1751.ГЗП.2017 «Программно-измерительный комплекс для управления движением необитаемых подводных аппаратов в условиях нестационарности параметров» и РНФ №18-79-00264 «Разработка многорежимной системы управления движением необитаемого подводного аппарата с нестационарными параметрами на основе анализа взаимовлияния каналов регулирования».

Основные результаты диссертационного исследования отражены в 19 работах: 8 статей в ведущих научных журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК, все проиндексированы в базах Scopus и (или) Web of Science; 11 статей в сборниках трудов международных и российских конференций, 9 из которых проиндексированы в базе данных Scopus. Также результаты диссертационного исследования обсуждались на всероссийских и международных конференциях, в том числе зарубежных.

Хожаев Иван Валерьевич в 2020 году окончил аспирантуру Инженерной школы информационных технологий и робототехники Национального исследовательского Томского политехнического университета по специальности 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника». За время обучения Хожаев И.В. показал себя высококвалифицированным исследователем, способным самостоятельно ставить и решать научные задачи.

Диссертационная работа Хожаева И.В. представляет собой целостную научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему; содержит новые научные результаты, достаточно полно опубликованные в рецензируемых научных изданиях. Отличается глубиной проработки решаемых задач и логичностью и наглядностью изложения полученных результатов. Основываясь на вышеизложенном, считаю, что представленная диссертация полностью соответствует всем требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Хожаев Иван Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Научный руководитель, доцент Отделения автоматизации и робототехники Инженерной школы информационных технологий и робототехники Национального исследовательского Томского политехнического университета, к.т.н.

Гайворонский Сергей Анатольевич

(подпись)

14.07.23

Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30
Тел.: +7 (3822) 701-777 доб. 1118
e-mail: saga@tpu.ru

Подпись Гайворонского С.А. заверяю
Ученый секретарь
Национального исследовательского
Томского политехнического университета

Кулинич Екатерина Александровна

(подпись)