

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»
(СПбГМТУ)

ТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе, д.т.н.

Кузнецов Д. И.

3.11 2023 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Хожаева Ивана Валерьевича
на тему «Синтез адаптивного и робастного регуляторов для модального
двухрежимного управления движением необитаемого подводного аппарата»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка
информации, статистика»

Сложность современных подводных работ, выполняемых необитаемыми подводными аппаратами (НПА), предъявляет высокие требования к точности пространственного маневрирования и позиционирования, а, следовательно, и к системе управления движением. При проектировании НПА неизбежно возникает неопределенность, как его массо-инерционных параметров (масса, моменты инерции, присоединенные массы жидкости, гидродинамические коэффициенты), так и динамических характеристик (передаточные коэффициенты двигателя и гребного винта). Учет неопределенности при синтезе регуляторов исполнительного уровня системы управления движением может выполняться, например, с использованием интервальных параметров. В то же время известно, что качество траекторного управления движением НПА зависит от стабильности значений корневых показателей качества системы, что приводит к необходимости дополнительных исследований. Таким образом, задача синтеза адаптивных и робастных систем автоматического управления движением НПА, учитывающих особенности конкретного НПА как объекта управления, является актуальной.

Цель работы – разработка и экспериментальное исследование математического аппарата для синтеза двухрежимной системы управления движением, имеющей желаемые значения корневых показателей робастного качества в условиях интервальности параметров НПА и окружающей его водной среды.

Тематика диссертационного исследования имеет важное значение для развития методов синтеза адаптивно-робастных регуляторов для систем управления движением НПА.

На защиту выносятся следующие новые научные положения:

1. Декомпозированная и линеаризованная математическая модель системы управления движением НПА, учитывающая параметрическую неопределенность элементов системы за счет ввода интервальных параметров, которая обеспечивает возможность синтеза системы с типовыми регуляторами пониженного порядка при сохранении работоспособности при имитационном моделировании работы в условиях нелинейности, многосвязности и нестационарности.

2. Выведенное на основе интервального расширения метода корневого годографа правило поиска координат проверочных вершин многогранника коэффициентов интервального характеристического полинома, определяющее вершины, образы которых составляют правые границы областей локализации пары комплексно-сопряженных доминирующих полюсов и свободных полюсов с учетом желаемой степени робастной колебательности системы.

3. Разработанная методика параметрического синтеза робастного ПИД-регулятора, позволяющая за счет расположения областей локализации одного вещественного или пары комплексно-сопряженных доминирующих полюсов и размещения свободных полюсов в соответствии принципом доминирования обеспечить желаемые значения корневых показателей робастного качества систем с интервальными параметрами.

4. Разработанная методика параметрического синтеза адаптивно-робастных регуляторов, которая позволяет за счет расположения в желаемых точках комплексной плоскости одного вещественного (ПИ-регулятором) или пары комплексно-сопряженных (ПИД-регулятором) доминирующих полюсов и размещения свободных полюсов в соответствии с принципом доминирования обеспечить желаемые постоянные значения корневых показателей робастного качества систем с интервальными параметрами.

Практическую ценность диссертационного исследования составляют методики параметрического синтеза робастных и адаптивно-робастных модальных регуляторов НПА, требующие меньшего объема экспериментальных исследований при идентификации, и как следствие упрощающие синтез системы управления движением. Также практические результаты подтверждаются имеющимися актами внедрения в научно-исследовательские работы и учебный процесс, публикациями в научных журналах и докладами на конференциях.

Вместе с тем, по представленным материалам возникли некоторые вопросы:

1. В тексте автореферата не представлены массо-инерционные и габаритные параметры необитаемого подводного аппарата, что не дает возможности должным образом оценить качество полученных переходных процессов.

2. Из автореферата не ясно, проводил ли автор сравнение используемого им интервального метода для описания неопределенности с другими подходами, перечисленными на с. 3 – нечеткой логикой и искусственными нейронными сетями.

Отмеченные замечания не являются существенными недостатками, и поэтому не снижают научной и практической значимости проведенных исследований.

Оценивая автореферат, можно сделать вывод, что диссертационная работа Хожаева Ивана Валерьевича является законченной научно-

квалификационной работой, посвященной решению актуальной проблемы. Она отвечает современным требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук: пункты 9, 10 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.13 г. № 842) и п. 2.1 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Отзыв составил и даю согласие на обработку персональных данных:

Доцент кафедры
САУиБВТ, к.т.н.



Борисов Александр Николаевич

С отзывом согласен:

Заведующий кафедрой
САУиБВТ, д.т.н.,
профессор



Сиек Юрий Леонардович

Отзыв заслушан и одобрен на заседании кафедры систем автоматического управления и бортовой вычислительной техники ФГБОУ ВО Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, протокол №11/2023 от 09.11.2023 г.

190121, г. Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, д. 3, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»; телефон +7 (812) 441-24-33; e-mail: office@smtu.ru