

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора

Иванчуры Владимира Ивановича

на диссертационную работу Цавнина Алексея Владимировича «Синтез робастных регуляторов для систем с интервально-определенными параметрами, гарантирующих нулевое значение перерегулирования» по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

Актуальность темы диссертации

В современных промышленных технических системах зачастую возникает задача обеспечения нулевого значения перерегулирования, что является неотъемлемым фактором обеспечения качества регулирования для ряда процессов и систем. Кроме того, немаловажно отметить, что в силу изменения параметров технологических объектов, обусловленных факторами окружающей среды и аспектами функционирования, параметры системы могут быть представлены как интервально-определенные. Несмотря на достаточно большой объем методик и подходов к устранению перерегулирования, в случае изменения значений параметров системы, эффективность многих из них существенно снижается и, соответственно актуализируется задача формирования методик синтеза регуляторов для данного класса систем, решающих подобную задачу.

Оппонируемая диссертационная работа посвящена вопросам разработки методики синтеза ПИД-регуляторов для систем управления с интервально-определенными параметрами второго порядка, обеспечивающих отсутствие перерегулирования, что является актуальной, требующей решения задачей.

Цель и задачи исследования. Цель диссертационной работы состоит в разработке методики параметрического синтеза регуляторов в составе систем

управления с интервально-определенными параметрами, обеспечивающих нулевое перерегулирование на всем диапазоне изменения параметров системы.

Объектом диссертационного исследования являются системы управления с интервально-определенными параметрами.

Предметом диссертационного исследования является синтез регуляторов для систем управления с интервально-определенными параметрами, обеспечивающих заданные прямые показатели качества.

Представленные в диссертации пункты научной новизны

– Получены математические соотношения значений настроечных коэффициентов регуляторов, гарантирующих нулевое значение перерегулирования для линейных стационарных систем управления, отличающиеся аналитическим построением границ областей значений настроечных коэффициентов регуляторов, обеспечивающих нулевое значение перерегулирования.

– Предложена методика отображения многопараметрического интервального корневого годографа (МИКГ) на плоскости зависимостей значений настроечных коэффициентов регуляторов, отличающаяся аналитическим построением границ областей настроечных коэффициентов регуляторов, за счет использования только двух передаточных функций из интервального семейства, обеспечивающих отсутствие выхода управляемой величины за величину уставки.

– Разработан алгоритм параметрического синтеза регуляторов для систем управления с интервально-определенными параметрами, отличающийся гарантией обеспечения нулевого значения перерегулирования в системе управления на всем диапазоне значений интервально-определенных параметров объектов управления.

Положения, выносимые на защиту

– Математические соотношения значений настроечных коэффициентов регуляторов, которые позволяют аналитически получить ограниченные

области значений настроечных коэффициентов регуляторов, гарантирующих нулевое значение перерегулирования в линейных стационарных системах управления.

– Методика отображения МИКГ на плоскости параметров регуляторов, которая позволяет построить области настроечных коэффициентов регуляторов, за счет использования только двух передаточных функций из интервального семейства, обеспечивающих отсутствие выхода управляемой величины за величину уставки.

– Алгоритм параметрического синтеза регуляторов для систем управления с интервально-определенными параметрами, позволяющих обеспечить нулевое значение перерегулирования в системе управления при изменении значений параметров ОУ в пределах определенных интервалов.

Достоверность полученных результатов

Достоверность результатов и выводов работы обеспечивается строгостью используемых математических методов, непротиворечивостью результатов и выводов с ранее полученными данными исследований, а также результатами натурного эксперимента на лабораторной и производственной установках.

Содержание диссертационной работы

Основное содержание диссертационного исследования изложено в четырех главах общим объемом 145 страниц машинописного текста, включающих 7 приложений объемом 9 страниц.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи, а также представлены пункты научной новизны, положения, выносимые на защиту, апробация, практическая значимость, информация о внедрении и апробации. Представлена информация о публикациях по теме диссертации.

В первой главе проведен анализ предметной области, которой посвящена диссертационная работа. Рассмотрены известные ключевые методы и подходы к синтезу регуляторов, а также научные работы, посвященные проблеме перерегулирования в системах управления, рассмотрены несовершенства данных решений. На рассмотрение выставлена проблема интервально-определенных параметров объектов и систем управления и методов обеспечения заданного качества регулирования в данных условиях, обоснован выбор структуры регулятора.

Во второй главе рассматривается решение проблемы перерегулирования для класса систем с интервально-определенными параметрами для объекта второго порядка. Соискателем сформулированы аналитические ограничения на значения параметров ПИД-регулятора. Рассмотрена теорема о необходимых и достаточных условиях нулевого перерегулирования с адаптацией на структуру рассматриваемой замкнутой системы управления.

В третьей главе полученные ранее результаты расширяются на класс систем с интервально-определенными параметрами, представлена методика отображения многопараметрического интервального корневого годографа в плоскость параметров регулятора. Сформулированы ограничения на область допустимых настроечных параметров регулятора, определяемые двумя передаточными функциями интервального семейства, выбор которых также математически обоснован. Представлена методика в форме алгоритма для синтеза регуляторов. Продемонстрировано подтверждение теоретических результатов модельным экспериментом.

В четвертой главе представлены аспекты практического внедрения полученных соискателем теоретических результатов. В качестве внедрения представлена диагностическая установка в АО «НИИЭФА», г. Санкт-Петербург, что подтверждается соответствующим актом внедрения, а также представлена серия экспериментов на лабораторной установке,

представляющую собой систему управления гидродинамическими процессами. Полученные экспериментальные результаты соответствуют заявленным теоретическим результатам.

В заключении представлены основные результаты диссертационного исследования

В приложениях представлены полные записи аналитических выражений, используемых в расчетах, блок-схемы разработанного алгоритма, технические характеристики лабораторной установки, свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, а также акты внедрения в АО «НИИЭФА» и учебный процесс ТПУ.

Публикации

Основные результаты по теме диссертации изложены в 11 печатных публикациях. 3 публикации изданы в журналах, рекомендованных ВАК, 4 тезиса докладов на русском языке, 3 публикации, проиндексированные в базе Scopus, в том числе статья в журнале второго квартиля (Q2), а также свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по диссертационной работе

1. Диссертационная работа посвящена вопросам разработки методики синтеза ПИД-регуляторов для систем управления второго порядка и нулевым порядком числителя с интервально-определенными параметрами, обеспечивающих отсутствие перерегулирования. В случае системы управления с ненулевым порядком числителя или при порядке системы управления больше двух задача не решалась. Указанное обстоятельство ограничивает применение методики.
2. Уменьшение перерегулирования в системе управления возможно уменьшением скорости изменения задающего воздействия, например инерционным звеном первого порядка с единичным

коэффициентом передачи и надлежащей постоянной времени. Анализ этого не проведён.

3. Не рассмотрены возможности применения интеллектуальных систем управления, например, на основе нечётких ПИД-регуляторов и нейросетевых технологий.

Заключение

Отмеченные недостатки не снижают качество исследования и не оказывают влияние на конечные результаты диссертационного исследования. Представленная диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу.

Работа отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, а ее автор – Цавнин Алексей Владимирович – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления.

Официальный оппонент

Д.т.н. профессор Научно-учебной
лаборатории автоматизированных
систем управления
технологическими процессами,
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный
университет»

 Иванчур В.И.

e-mail: vivanchura@sfu-kras.ru
телефон: +7 (391) 291-32-53
адрес: г. Красноярск Академгородок д. к.1

