

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе ФГАОУ ВО

«Санкт-Петербургский национальный

исследовательский университет

информационных технологий,

механики и оптики»

В.О. Никифоров

«20» сентября 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» на диссертационную работу Тихомировой Ирины Александровны на тему: «Разработка и исследование электромеханических систем со свойствами селективной инвариантности к колебаниям момента нагрузки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

Актуальность темы обусловлена необходимостью обеспечения требуемого качества работы электроприводов в широком диапазоне изменения скоростей при условии действия внешних гармонических возмущений. Снижение последствий подобных возмущений позволит существенно улучшить качественные показатели готовой продукции. Выполнение данных требований невозможно без применения современных методов синтеза регуляторов управляющих устройств.

Возможности типовых систем управления электроприводами построенных на базе каскадных регуляторов тока-скорости или полноразмерных безынерционных и динамических регуляторов состояния в настоящее время оказываются практически исчерпанными. В связи с этим перспективным путем компенсации гармонического воздействия

определенной частоты может считаться принцип селективной инвариантности системы автоматического управления (САУ) по отношению к внешним воздействиям.

Однако достигнутые улучшения обеспечиваются ценой повышения степени сложности управляющего устройства, что приводит к использованию более высоких производных выходной координаты и вызывает снижение помехоустойчивости, увеличение чувствительности к вариациям внутренних параметров системы.

Таким образом, диссертационная работа Тихомировой И.А., направленная на развитие и повышение потенциальных возможностей селективно-инвариантных электромеханических систем (СИ ЭМС), их структурное совершенствование, решение задач адаптивной параметрической настройки управляющих устройств с моделью возмущения при изменении рабочих скоростей электропривода является важной научной и практической задачей.

Цель работы

Целью представленной соискателем диссертационной работы является повышение точности управления органами движения технологических машин и улучшение качества выпускаемого продукта в условиях влияния возмущений путем совершенствования структур СИ ЭМС и разработки эффективных методов их параметрического синтеза.

Основные результаты

К основным результатам работы можно отнести следующее:

1. Разработанные структурные решения астатических СИ ЭМС, с различным схемами компоновки внутренней модели возмущений.
2. Разработанные методы оперативного автоматизированного синтеза параметров управляющих устройств во всех предложенных структурах СИ ЭМС.

3. Выработанную методику сравнительной оценки полученных вариантов структурной реализации СИ ЭМС, позволяющую проектировщику выбрать оптимальную структуру системы в зависимости от конкретных условий эксплуатации.
4. Разработанный метод редукции полиномиальных регуляторов «входа-выхода» на основе двухвходовой (расширенной) канонической формы наблюдаемости.
5. Выполненную разработку адаптивной селективно-инвариантной системы электропривода, обеспечивающую компенсацию гармонических колебаний момента нагрузки в широком диапазоне скоростей движения рабочих органов.

Рекомендации по использованию результатов

Результаты работы рекомендуются к использованию в научно-исследовательских институтах и проектно-конструкторских организациях, занимающихся разработкой и модернизацией систем управления электроприводами постоянного и переменного тока различных технологических машин. Теоретические результаты диссертации рекомендуются к использованию в учебном процессе вузов по электротехническим специальностям.

Научная новизна работы определяется разработкой и реализацией новых подходов к решению проблемы компенсации внешних возмущений по моменту нагрузки электродвигателя и оптимизации работы системы по выбранному комплексу показателей качества.

1. Разработаны новые структурные решения астатических СИ ЭМС, отличительной особенностью которых является сочетание принципа внутренней модели гармонического возмущения с другими принципами ТАУ – разделением темпов движения, регулированием состояния,

полиномиальным регулированием по выходу, подчиненным регулированием с последовательной коррекцией, каскадным регулированием, разделением модели возмущения на отдельные составляющие в контурах управления. Эти разработки позволяют существенно расширить возможности систем в отработке возмущений и в достижении комплекса основных показателей качества.

2. Разработаны процедуры автоматизированного расчета параметров управляющих устройств для новых структур СИ ЭМС, основанные на объединении методов параметрического синтеза безынерционных и динамических регуляторов состояния и «входа-выхода» с методами синтеза каскадных регуляторов и подчиненного регулирования координат, а также на применении метода редуцирования регуляторов путем их структурного представления в канонической форме наблюдаемости. Эти процедуры позволяют существенно облегчить и ускорить определение параметров устройств управления объектами высокого порядка.

3. Разработана методика сравнительной оценки полученных структурных реализаций СИ ЭМС по комплексу определяющих показателей качества, позволяющая выявить их характерные достоинства и недостатки при использовании того или иного сочетания принципов построения систем и облегчающая проектировщику выбор наиболее эффективного структурного решения для конкретной области применения электропривода.

4. Предложен универсальный способ адаптивной перестройки параметров управляющего устройства с моделью возмущения в соответствии с изменениями рабочих скоростей электропривода, обеспечивающий компенсацию влияния гармонических колебаний момента нагрузки во всем скоростном диапазоне, а также эффективную отработку полигармонических возмущений с широким спектром гармоник.

Обоснованность и достоверность результатов

Проведенное исследование можно охарактеризовать как научно обоснованное и завершенное, обеспечивающее базу для дальнейших исследований. Обоснованность результатов работы обеспечивается корректным применением методов теории пространства состояний и модального управления, редуцирования регуляторов и принципов селективной инвариантности. Достоверность подтверждена проведением соответствующих исследований синтезированных систем управления методом имитационного моделирования на признанных практиками моделях технологического оборудования, а также на основе экспериментальных исследований проводимых на базе лабораторного оборудования.

Основные положения диссертации Тихомировой И.А. хорошо освещены в открытой печати, докладывались и обсуждались на четырех Международных и Всероссийских научно-технических конференциях. По теме диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 5 статей в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, получено 4 патента. Автореферат достаточно полно раскрывает основное содержание диссертации.

Практическая ценность работы определяется следующим:

1. Разработаны вычислительные модели ЭМС, позволяющие проводить их всесторонние компьютерные исследования на ранних стадиях проектирования.
2. Разработана комплексная система оценок определяющих показателей качества разработанных СИ ЭМС, позволяющая выбрать оптимальное структурное по заданной схеме компромиссов в конкретных практических применениях.
3. Выполнена аппаратно-программная реализация экспериментального компьютеризированного стенда, позволяющего реализовать комплексные

исследования электромеханических систем управления и выполнить всестороннюю оценку их показателей качества.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе рассматриваются электромеханические системы преимущественно постоянного тока, хотя в настоящее время наблюдается очевидная тенденция вытеснения их электромеханическими системами переменного тока.

2. В ходе экспериментальных исследований на реальном оборудовании темпы переходных процессов оказываются существенно ниже по сравнению с расчетной частью работы. Неясно, чем обусловлено такое различие.

3. По итогам работы целесообразно было бы оформить единый пакет прикладных программ по расчету всего комплекса регуляторов СИ ЭМС, что могло бы существенно облегчить работу проектировщиков таких систем.

Заключение

Несмотря на высказанные замечания, диссертационная работа Тихомировой И.А. на тему «Разработка и исследование электромеханических систем со свойствами селективной инвариантности к колебаниям момента нагрузки» представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований решены задачи, имеющие важное значение для развития промышленности, прежде всего для обновления и замены существующего оборудования.

Основные положения подкреплены теоретическими и экспериментальными исследованиями, отраженными в виде графиков и рисунков. Каждая глава и диссертация в целом содержат выводы по достигнутым результатам. Основные выводы и результаты приведены в автореферате.

Основные материалы работы полностью отражены в научных публикациях, представленных соискателем ученой степени.

По актуальности, научной новизне и практической значимости диссертационная работа соискателя соответствует требованиям предъявляемым ВАК России к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, в том числе п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями от 21.04.1016 г. №335), а ее автор Тихомирова Ирина Александровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Диссертационная работа Тихомировой Ирины Александровны и отзыв обсуждены и одобрены на заседании НТС мегафакультета компьютерных технологий и управления (КТ и У) ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» 13 сентября 2018 г., протокол № 2.

Директор мегафакультета КТ и У
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных
технологий, механики и оптики»
доктор технических наук, профессор
Тел. ((812) 233- 40-19),
e-mail: bobtsov@mail.ifmo.ru



Бобцов Алексей Алексеевич

Директор научно-производственного
центра «Прецизионная электромеханика»
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных
технологий, механики и оптики»
кандидат технических наук, доцент
Тел. ((812) 233-83-36),
e-mail: tomasov@ets.ifmo.ru



Томасов Валентин Сергеевич