

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.

Программа аспирантуры

Программа аспирантуры

Направление 15.06.01 Машиностроение

Направленность (специальность) 05.04.13 Гидравлические машины, гидропневмоагрегаты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины по выбору

«Современные методы постановки и решения многокритериальных оптимизационных задач для электрогидравлических исполнительных модулей»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ДВ.4.1

Всего: 108 часов

Семестр 7, в том числе 6 часов – контактная работа,

84 часа – самостоятельная работа,

18 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 15.06.01 Машиностроение, утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 878, и паспорта специальности 05.04.13 Гидравлические машины и гидропневмоагрегаты, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является изучение методов постановки и решения многокритериальных оптимизационных задач для электрогидравлических исполнительных модулей различных мобильных и стационарных технических объектов.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных современных методов постановки и решения многокритериальных оптимизационных задач для электрогидравлических исполнительных модулей различных мобильных и стационарных технических объектов;
- ознакомление с научными основами построения методологии решения многокритериальных оптимизационных задач
- изучение физических основ комплексирования исполнительных и информационных технических устройств с разнородными энергоносителями сигналов.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- владение методологией анализа методов решения оптимизационных задач для получения конкурентоспособных электрогидравлических исполнительных модулей (ПК-1);
- способность использовать существующие методы и разрабатывать сценарно-содержательные процедуры для формирования алгоритмов решения оптимизационных структурно-параметрических задач в многокритериальной постановке по Парето применительно к электрогидравлическим исполнительным модулям силовых систем стационарных и мобильных технических объектов (ПК-2).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

- современные подходы и сценарно-содержательные аспекты базовых процедур решения оптимизационных задач в многокритериальной постановке по Парето, а также с помощью вводимых обобщённых функционалов конкурентоспособности (УК-1; ОПК-1,2,3);
- научные достижения в области оптимизации электрогидравлических исполнительных модулей по совокупности показателей функционального назначения и конкурентоспособности (УК-1; ПК-1);
- методы моделирования электрогидравлических исполнительных модулей и способы организации научных исследований, проектирования, оценки результатов решений по совокупности частных ПР и ПК (УК-1; ОПК-1; ПК-1,3);
- типовые и перспективные структурные и параметрические решения оптимизированных ЭгИМ по частным ПР и ПК на базе известных и нетрадиционных физических эффектов.

уметь:

- формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники (ОПК-1,2,3);
- организовать и проводить научные исследования и проектирование гидравлических и пневматических систем и агрегатов (ПК-1);
- научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования гидравлических машин, гидро- и пневмоприводов, систем гидро- и пневмоавтоматики (ПК-3);

владеть:

- методами оценки научных достижений, генерированием новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Структура и классификация электрогидравлических исполнительных модулей силовых систем для технических объектов (10 часов)

Структура силовой системы современного технического объекта (ТО). Автоматизированный привод с разнородными информационными и энергетическими потоками как исполнительный модуль (ИМ) силовой системы. Схемотехнические варианты силовых систем ТО с электрогидравлическими ИМ (ЭгИМ). Силовые системы на базе ЭгИМ с централизованным энергопитанием. Полностью электрифицированный объект (ПЭО) как перспективная концепция построения силовых систем с унифицированными ЭгИМ. Автономные ЭгИМ. Классификация и основные схемы ЭгИМ, группирование схемотехнических исполнений по различным критериям: перечню и диапазонам параметров регулирования и управления, предпочтительному физическому эффекту регулирования энергопотоков, способу и реализации системы замыкания, наличию и законам изменения сигналов управления (стабилизации системы), методам обработки информационных сигналов, построению и режимам работы блоков энергонакопления и рекуперации, блока энергопитания.

2. Общие вопросы постановки и решения многокритериальных оптимизационных задач электрогидравлических исполнительных модулей (15 часов)

Системно-креативный подход как базовая методология исследования и создания конкурентоспособных комбинированных систем. Декомпозиция

информационного и энергетического массивов жизненной среды (надсистемы) ЭГИМ на входные (ресурсные) факторы, дестабилизирующие воздействия и выходные показатели. Принципы формирования подмассива показателей функционального назначения – работоспособности (ПР), подмассива показателей конкурентоспособности – совершенства (ПК) и побочных выходных показателей модуля. Диалектическая сущность миграции компонент подмассивов при эволюционировании системы. Основы формирования стратегии упреждающего маркетинга и бенч-маркинга на основе знания и рационального применения диалектических законов развития надсистемы и ГПС-О. Анализ взаимной согласованности и конфликтности ПК и формирование базовых показателей конкурентоспособности системы. Обработка исходных размерных ПК и образование подмассива канонизированных показателей конкурентоспособности. Структурная сущность конфликта между частными ПК ЭГИМ, характеризующими энергодостаточность, чувствительность, точность отработки информационного сигнала, базовые динамические показатели, а также экономико-эксплуатационные факторы модуля.

3. Предельные функциональные возможности электрогидравлических исполнительных модулей силовых систем (20 часов)

Методы обработки статистической информации по существующим ЭГИМ. Понятие предельных возможностей ЭГИМ по совокупности частных ПК. Качественный анализ предельных возможностей типовых структур комбинированных модулей для объектов различного класса и условий применения. Классификация и исследование топологических и параметрических резервов с целью установления рациональных границ функционального существования решения по ЭГИМ, а также направлений разработки систем применительно к различным объектам.

4. Основные методы многокритериальной оптимизации
электрогидравлических исполнительных модулей силовых систем по
совокупности частных показателей функционального назначения
и конкурентоспособности (20 часов)

Практические методы поиска предпочтительных решений в области доступных топологий и параметрических наборов. Методы морфологической комбинаторики применительно к решению топологических задач ЭГИМ. Методы уступок по второстепенным показателям. Методы двухуровневого иерархического представления топологий для определения степени структурной избыточности решений. Понятие модели реальной системы и модельного ряда представлений системы. Методы понижения иерархии топологического представления и последовательной структурной детализации решения для ЭГИМ. Решение квази-векторной оптимизационной задачи в комплексном пространстве варьируемых параметров. Техничко-конструктивная реализация решения по системе в целом и её частям: блоку управления, энергоблоку, блоку рекуперации и энергонакопления, цепям локального и глубокого замыкания системы по различным фазовым координатам, блоку активной диагностики, блоку фильтрации помех, блокам информационного и энергетического резерва. Особенности моделирования ЭГИМ и решения задач оптимизации модулей для частных ПР и ПК технолого-экономического и эксплуатационного характера.

5. Основные проблемы и направления повышения
конкурентоспособности электрогидравлических исполнительных
модулей силовых систем (25 часов)

Сущность, конкретизация и обоснование актуальности применения различных схем ЭГИМ, а также детализация групп актуальных частных задач научно-исследовательского, поискового, изобретательского характера, требующих решения для повышения качества модулей, расширения сферы использования данных систем. Поиск новых топологий для ЭГИМ разнесённого

и автономного моноблочного исполнений. Анализ специфических проблем создания автономных моноблочных комбинированных гидроприводов как перспективных исполнительных модулей объектов. Проблематика повышения напряжённости силовых полей при энергопреобразовании потоков энергии в ЭГИМ. Решение задач вибростабильности, смазки, повышения антикавитационных свойств, скоростей вращения активных частей энергопреобразователей (роторов гидромашин), обеспечения эффективного теплоотвода и нейтрализации гироскопических явлений. Постановка и решение задач построения структурно – и параметрически адаптивных гидросистем и их исполнительных модулей, исследования проблем устойчивой и регулируемой работы ЭГИМ на ползучих скоростях при знакопостоянных и знакопеременных, в том числе – ударных нагрузках. Проблематика построения и оптимизации блоков энергонакопления и рекуперации.

Исследование возможностей и технико-конструктивной реализации новых физических эффектов для управления энергопотоками и преобразованиями сигналов. Анализ перспектив ЭГИМ с встроенными микропроцессорными блоками, основные направления разработки ЭГИМ с миниатюрной аппаратной базой. Перспективы развития ЭГИМ с нетоксичными, негорючими и эколого-нейтральными, самоутилизирующимися жидкостями, в том числе – с жидкостями, не образующими на поверхностях устойчивых смазочных плёнок. Применение электро- и магнитореологических жидкостей в новых ЭГИМ.

Анализ возможностей используемых и перспектив применения нетрадиционных физических эффектов для построения аналоговых и дискретных, в том числе цифровых, ЭГИМ. Схемотехнические исполнения дискретных модулей.

Конструкционно-технологические и материаловедческие проблемы, возникающие при разработке конкурентоспособных ЭГИМ. Критерии оценки технологической и материаловедческой базы модулей на основании исходных и обобщённых показателей – целевых функционалов.

Прогностические оценки структурной и параметрической эволюции ЭГИМ на ближайший период.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 7 семестр
– дифференцированный зачет.

Вопросы для самоконтроля и для проведения зачёта

1. Функциональное назначение, требования, предъявляемые к силовым системам современных технических объектов. Принципы формирования структур силовых систем. Понятие ТО с разнородными энергосистемами и полностью электрифицированного объекта.
2. Системно-креативный подход (СКП) как базовая методология решения исследовательских и проектных задач в оптимизационной постановке. Принципы существования, эволюции, функционирования, декомпозиции применительно к ЭГИМ.
3. Типовые структуры силовых систем технических объектов. Понятие ЭГИМ с централизованным энергопитанием и автономных исполнительных модулей.
4. Типовые показатели функциональности (работоспособности – ПР), конкурентоспособности (ПК) и побочные показатели (ПП) ЭГИМ, ресурсные факторы, дестабилизирующие воздействия модуля, работающего в составе силовой системы ТО.
5. Методы решения оптимизационных задач ЭГИМ для конфликтных структур модулей в скалярной постановке и при наличии согласованных частных показателей конкурентоспособности.
6. Методы решения оптимизационных задач ЭГИМ для конфликтных структур модулей при наличии конфликтных частных ПК.

7. Понятие предельных структурных и параметрических возможностей технической системы. Специфика определения предельных функциональных возможностей применительно к комбинированным ЭГИМ.
8. Основные модели типовых ЭГИМ для ТО мобильного и стационарного исполнений.
9. Структуры и математическое моделирование блоков энергонакопления-рекуперации ЭГИМ.
10. Применение метода морфологической комбинаторики для решения оптимизационной топологической задачи ЭГИМ конкретного ТО.
11. Алгоритмы параметрической оптимизации ЭГИМ на основе сценария последовательных уступок по второстепенным показателям для системы со структурной избыточностью.
12. Методы улучшения статических и динамических ПК ЭГИМ на основе введения дополнительных обратных связей и интегрирующе-дифференцирующих звеньев.
13. Специфика учёта и оценки степени доверительности частных ПК экономического и эксплуатационного характера.
14. Анализ границ применения традиционных и перспектив использования новых физических эффектов для создания оптимальных ЭГИМ на базе конфликтных, инвариантных и бесконфликтных структур.
15. Анализ специфических проблем создания автономных моноблочных комбинированных гидроприводов как перспективных исполнительных модулей объектов.
16. Проблемы повышения конкурентоспособности ЭГИМ для современных и перспективных ТО – повышение рабочих давлений, переход к негорючим жидкостям, использование композитных материалов и т.п.
17. Решение задач вибростабильности, смазки, повышения антикавитационных свойств, скоростей вращения активных частей энергопреобразователей (роторов гидромашин), обеспечения эффективного теплоотвода и нейтрализации гироскопических явлений.

18. Постановка и решение задач построения структурно – и параметрически адаптивных гидросистем и их исполнительных модулей, исследования проблем устойчивой и регулируемой работы ЭГИМ на ползучих скоростях при знакопостоянных и знакопеременных, в том числе – ударных нагрузках.

19. Перспективы развития ЭГИМ с нетоксичными, негорючими и эколого-нейтральными, самоутилизирующимися жидкостями, в том числе – с жидкостями, не образующими на поверхностях устойчивых смазочных плёнок. Применение электро- и магнитореологических жидкостей в новых ЭГИМ.

20. Анализ возможностей используемых и перспектив применения нетрадиционных физических эффектов для построения аналоговых и дискретных, в том числе цифровых, ЭГИМ. Схемотехнические исполнения дискретных модулей.

21. Конструкционно-технологические и материаловедческие проблемы, возникающие при разработке конкурентоспособных ЭГИМ. Критерии оценки технологической и материаловедческой базы модулей на основании исходных и обобщённых показателей – целевых функционалов.

22. Прогностические оценки структурной и параметрической эволюции ЭГИМ на ближайший период.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Зуев Ю.Ю. Гидропневмооборудование и гидропневмопривод роботов. Сборник задач с методическими указаниями и решениями: учеб. пособие / Ю.Ю. Зуев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
2. Зуев Ю.Ю. Основы создания конкурентоспособной техники и выработки эффективных решений: учеб. пособие. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.

3. **Шумилов И.С.** Системы управления рулями самолётов: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.
4. **Оболенский Ю.Г., Ермаков С.А., Сухоруков Р.В.** Введение в проектирование систем авиационных рулевых приводов. – Изд-во ГУП г. Москвы «Окружная газета ЮЗАО», 2011.
5. **Голубев В.И., Могильников П.В., Панферов Р.Ф.** Испытания аппаратуры и гидросистем с пропорциональным управлением – М.: Издательский дом МЭИ, 2013.
6. **Рыбак А.Т.** Моделирование и расчет гидромеханических систем на стадии проектирования, Ростов-на-Дону. Изд. центр ДГТУ, 2006.
7. **Чернавский В.А., Кожухова А.В.** Основы систем автоматизированного проектирования гидропневмосистем, Ростов-на-Дону. Изд. центр ДГТУ, 2009.

Дополнительная литература:

8. **Фомичев В.М.** и др. Электрогидравлические, гидромеханические системы, приводы и агрегаты летательных аппаратов. Типография «Новости», 2006.
9. **Константинов С.В., Редько П.Г., Ермаков С.А.** Электрогидравлические рулевые приводы систем управления полётом маневренных самолётов. Янус-К, ИЦ МГТУ «Станкин», 2006.
10. **Свешников В.К.** Станочные гидроприводы. Справочник. – М.: Машиностроение, 2014.
11. **Гойдо М.Е.** Проектирование объёмных приводов. – М.: Машиностроение, 2009.
12. **Попов Д.Н.** Механика гидро- и пневмоприводов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.
13. **Арзуманов Ю.Л., Халатов Е.М., Чекмазов В.И.** и др. Математические модели систем пневмоавтоматики. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.

14. **Фомичев В.М.** Проектирование электрогидравлических усилителей следящих приводов, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008.
15. **Даршт Я.А., Пузанов А.В., Холкин И.Н.** Комплекс моделирования гидромашин и систем.// САПР и графика, 2003, №5. (ОАО «СКБ ПА»).
16. **Интернет-ресурсы:** www.boschrexroth.ru, www.hydrapac.com,
 www.atos.com, www.hydac.com, www.vickers.spb.ru.