

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет мехатроники и автоматизации
Заочный факультет

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМА

профессор, д.т.н. Щуров Николай Иванович

“ ____ ” _____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЗФ

профессор, д.т.н. Темлякова Зоя Савельевна

“ ____ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование электромеханических систем

ООП: специальность 140604.65 Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов

Шифр по учебному плану: ЕН.В.1.1

Факультет: заочный заочная форма обучения

Курс: 3 4, семестр: 6 7

Лекции: 12

Практические работы: - Лабораторные работы: 8

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: -

Самостоятельная работа: 58

Экзамен: - Зачет: 7

Всего: 78

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 654500 Электротехника, электромеханика и электротехнологии.(№ 207 тех/дс от 27.03.2000)

ЕН.В.1.1, дисциплины по выбору студента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электропривод и автоматизация промышленных установок протокол № 3 от 30.05.2011

Программу разработал

доцент, к.т.н.

Глазырин Михаил Владимирович

Заведующий кафедрой

доцент, д.т.н.

Аносов Владимир Николаевич

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, д.т.н.

Аносов Владимир Николаевич

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Шифр дисциплины	Содержание учебной дисциплины	Часы
ЕН.В.1.1	Концептуальная записка по направлению подготовки 140604.65 - Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов Требования ГОС к обязательному минимуму содержания учебной дисциплины Моделирование электромеханических систем: классификация моделей и виды моделирования; примеры моделей систем; основные положения теории подобия; этапы математического моделирования; принципы построения и основные требования к математическим моделям систем; цели и задачи исследования математических моделей систем; общая схема разработки математических моделей; формализация процесса функционирования системы; понятие агрегативной модели; формы представления математических моделей; методы исследования математических моделей систем и процессов, имитационное моделирование; методы упрощения математических моделей; технические и программные средства моделирования. Выпускник должен уметь решать задачи, соответствующие его квалификации. Инженер должен знать: - методы разработки обобщённых вариантов решения проблемы, анализа вариантов, прогнозирование последствий, отыскание компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределённости, планирования реализации проекта; - методы создания и анализа теоретических моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов деятельности; Инженер должен владеть: - современными методами проектирования и автоматизации технологических процессов, разработки систем автоматизации и управления с использованием компьютерной техники.	78

	Инженер должен уметь: - формулировать цели проекта (программы) решения задач, выявлять приоритеты решения задач; - использовать информационные технологии при проектировании и конструировании электротехнического оборудования и систем; - использовать компьютерные технологии моделирования и обработки результатов моделирования.	
--	--	--

2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Квалификационные требования к выпускникам направления 140600 - Электротехника, электромеханика и электротехнологии. Решение Учёного совета ЭМФ, протокол №6 от 26.06.2006 г.
Адресат курса	Студенты специальности: 140604.65 - Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов
Основная цель (цели) дисциплины	Обеспечение базы инженерной подготовки, теоретическая и практическая подготовка в области моделирования электромеханических систем, развитие инженерного мышления, приобретение знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин
Ядро дисциплины	Составление математических моделей типовых электромеханических систем, их структурное моделирование и моделирование численными методами
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	Обеспечение последующих дисциплин: Теория электропривода Системы управления электроприводами Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов Патентование и теория инженерного эксперимента
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Для успешного изучения дисциплины студенту необходимы знания, получаемые из курсов математического анализа, теоретической механики, теоретических основ электротехники, электрических машин, теории автоматического управления. Опыт работы на персональном компьютере, знание программного пакета Mathcad и одного из программных пакетов для структурного моделирования динамических систем (КОМПАС, либо расширения Simulink пакета MatLab)
Особенности организации	Обобщение, анализ, синтез, классификация, абстрагирование,

учебного процесса по дисциплине	моделирование, выделение главного, формулирование проблем
---------------------------------	---

3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	О целях исследования математических моделей систем и процессов в электромеханике
2	Об основных положениях теории подобия, имитационном моделировании, методах упрощения математических моделей
знать	
3	Классификацию моделей и виды моделирования электромеханических систем
4	Этапы математического моделирования, принципы построения и основные допущения в математических моделях электромеханических систем
уметь	
5	Применять законы классической механики и классической электродинамики для составления математических моделей электромеханических систем
6	Осуществлять качественную и количественную проверку результатов моделирования на основании физической картины процессов в электромеханической системе
иметь опыт (владеть)	
7	Создания математических моделей электромеханических систем, в том числе и в виде структурных схем
8	Расчёта переходных процессов электроприводов по механическим и электрическим режимным параметрам

4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 6		
Модуль: Цели и задачи исследования математических моделей электромеханических систем.		
Дидактическая единица: Классификация моделей и виды моделирования.		
Введение. Задачи моделирования технических систем. Классификация моделей и виды моделирования. Основные положения теории подобия. Методы исследования математических	2	1, 2, 3

моделей систем и процессов. Имитационное моделирование. Специфика составления математических моделей электромеханических систем и их исследования. Линеаризация. Методы проверки результатов моделирования электромеханических систем.		
Семестр: 7		
Модуль: Физические основы построения моделей электромеханических систем.		
Дидактическая единица: Основы построения и проверки математических моделей.		
Основы построения и проверки математических моделей электромеханических систем (на примере двигателя постоянного тока с независимым возбуждением). Принцип действия электромеханического преобразователя на примере электрической машины постоянного тока в двигательном и генераторном режимах. Составление электрической схемы замещения электрической машины постоянного тока с независимым возбуждением. Математическое описание динамических процессов в двигателе постоянного тока с независимым возбуждением. Учёт свойств механической передачи и приводимого механизма. Двухмассовые электромеханические системы. Основные допущения моделей. Начальные условия. Решение системы дифференциальных уравнений модели для процесса пуска двигателя аналитическим методом. Проверка результатов компьютерного эксперимента по механическим характеристикам. Интуитивное моделирование. Качественная проверка результатов расчёта переходных процессов. Применение закона сохранения энергии для проверки результатов моделирования.	6	4, 5, 6, 7
Модуль: Моделирование электромеханических систем переменного тока.		
Дидактическая единица: Математические модели электромеханических систем переменного тока.		
Моделирование электромеханических систем переменного тока. Математическое описание обобщённой асинхронной машины. Метод пространственного вектора. Сегрегация фаз. Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в неподвижной системе координат. Математическая модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором во вращающейся системе координат. Переходные процессы пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Проверка результатов моделирования. Выводы. Математическое описание синхронного генератора с магнитоэлектрическим возбуждением.	4	2, 4, 5, 7, 8

Модели синхронного генератора с магнитоэлектрическим возбуждением в неподвижной и вращающейся системах координат. Зависимость напряжения генератора от частоты вращения приводного двигателя в динамических режимах.		
---	--	--

Лабораторная работа

Таблица 4.2

(Модуль), дидактическая единица, тема	Учебная деятельность	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 7			
Модуль: Цели и задачи исследования математических моделей электромеханических систем.			
Дидактическая единица: Основы построения и проверки математических моделей.			
Моделирование процессов пуска, изменения нагрузочного момента и реверса двигателя постоянного тока с независимым возбуждением	Рисуют функциональную схему электропривода, электрическую схему замещения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Составляют систему дифференциальных уравнений в форме Коши. Составляют программу расчёта переходных процессов в пакете Mathcad. Сопоставляют результаты теории и расчётов	2	1, 4, 5, 6, 7, 8
Модуль: Физические основы построения моделей электромеханических систем.			
Дидактическая единица: Основы построения и проверки математических моделей.			
Структурное моделирование процессов пуска, изменения нагрузочного момента и реверса для двигателей постоянного тока с тремя различными способами возбуждения	Рисуют функциональные схемы электроприводов, электрические схемы замещения двигателей. Составляют системы дифференциальных уравнений в форме Коши. Подготавливают	2	1, 4, 5, 6, 7, 8

	детализированные структурные схемы для расчёта переходных процессов. Сопоставляют результаты теории и расчётов		
Модуль: Физические основы проверки результатов моделирования электромеханических систем.			
Дидактическая единица: Основы построения и проверки математических моделей.			
Структурное моделирование переходных процессов в электроприводе регулируемой частоты вращения на базе системы Г-Д	Производят структурное моделирование генератора постоянного тока. Рисуют функциональную схему электропривода с тахогенератором и регулятором скорости. Производят синтез регулятора. Подготавливают детализированные структурные схемы для расчёта переходных процессов. Сопоставляют результаты теории и расчётов	2	1, 4, 5, 6, 7, 8
Модуль: Моделирование электромеханических систем переменного тока.			
Дидактическая единица: Математические модели электромеханических систем переменного тока.			
Моделирование процесса пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	Записывают уравнения идеализированного двухфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в неподвижной системе координат. Подготавливают структурную схему. Осуществляют	2	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8

	моделирование процесса пуска двигателя. Оформляют результаты расчётов в виде синхронизированных во времени диаграмм. Сопоставляют результаты теории и расчётов		
--	--	--	--

5. Самостоятельная работа студентов

Семестр- 6, Подготовка к занятиям

Семестр- 7, Подготовка к зачету

Подготовка к зачёту (8 часов) проводится по конспектам лекций и рекомендованной литературе в соответствии с перечнем вопросов, приведённом в пункте 9.

Семестр- 7, Контрольные работы

Составить детализированную структурную схему модели двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. На основании выданных преподавателем параметров серийного двигателя рассчитать коэффициенты модели. Произвести расчёт тока якоря двигателя в номинальном режиме.

Составить детализированную структурную схему модели системы Г-Д. На основании выданных преподавателем параметров серийных электрических машин постоянного тока рассчитать коэффициенты модели.

На выполнение контрольной работы отводится 32 часов.

Семестр- 7, Подготовка к занятиям

Подготовка к письменным опросам на лекциях (повторение лекционного материала - 6 часов). Это необходимо для более полного освоения теоретического материала и приобретения практических навыков моделирования реальных САУ.

Подготовка к лабораторным работам (4 работы): чтение методических указаний к лабораторной работе и подготовка отчёта; подготовка к защите лабораторных работ, которая заключается в ответах на контрольные вопросы защищаемой лабораторной работы. На подготовку отводится 12 часов самостоятельной работы.

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Проводится в соответствии с планом ООП - зачёт (7 семестр). К зачёту допускаются студенты, выполнившие и защитившие лабораторные работы и контрольную работу. При аттестации используются контролирующие материалы, образцы которых приведены в п.9. Студенту предлагается два теоретических вопроса и задача. Зачёт выставляется в том случае, если студент правильно решит задачу и даст исчерпывающие ответы на более чем один вопрос.

7. Список литературы

7.1 Основная литература

В печатном виде

1. Симаков Г. М. Цифровая схемотехника в автоматизированном электроприводе : учебное пособие / Г. М. Симаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 154, [1] с. : ил.
2. Лыкин А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие [по направлению 140200 - "Электроэнергетика"] / А. В. Лыкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 225, [1] с. : схемы

3. Симаков Г. М. Системы автоматического управления электроприводов металлорежущих станков / Г. М. Симаков. - Новосибирск, 2007. - 299 с. : схемы

В электронном виде

1. Симаков Г. М. Цифровая схемотехника в автоматизированном электроприводе : учебное пособие / Г. М. Симаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 154, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/07_Simakov.rar

2. Лыкин А. В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие [по направлению 140200 - "Электроэнергетика"] / А. В. Лыкин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - 225, [1] с. : схемы. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2009/likin.pdf>

3. Симаков Г. М. Системы автоматического управления электроприводов металлорежущих станков / Г. М. Симаков. - Новосибирск, 2007. - 299 с. : схемы. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2007/simakov.pdf>

7.2 Дополнительная литература

В печатном виде

1. Сырецкий Г. А. Моделирование систем. Ч. 2 : учебное пособие для дневного и заочного отделений МТФ специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" (в машиностроении) / Г. А. Сырецкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 78, [2] с. : ил.

2. Сырецкий Г. А. Интегрированные системы проектирования и управления. Ч. 1 : лабораторный практикум : учебное пособие / Г. А. Сырецкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 56, [5] с. : ил.

В электронном виде

1. Сырецкий Г. А. Моделирование систем. Ч. 2 : учебное пособие для дневного и заочного отделений МТФ специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" (в машиностроении) / Г. А. Сырецкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 78, [2] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/siretski.pdf>

2. Сырецкий Г. А. Интегрированные системы проектирования и управления. Ч. 1 : лабораторный практикум : учебное пособие / Г. А. Сырецкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 56, [5] с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/siretskii.pdf>

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

В печатном виде

1. Сырецкий Г. А. Моделирование систем. Ч. 3 : лабораторный практикум для дневного и заочного отделений МТФ специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)" / Г. А. Сырецкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 36, [1] с. : ил.

В электронном виде

1. Сырецкий Г. А. Моделирование систем. Ч. 3 : лабораторный практикум для дневного и заочного отделений МТФ специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)" / Г. А. Сырецкий ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2011. - 36, [1] с. : ил.

**9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине
ОБРАЗЕЦ
зачётного билета**

Министерство образования РФ

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Зачётный билет № 1

По дисциплине Моделирование электромеханических систем

Факультет Заочный

Курс 4

1. Виды моделирования электромеханических систем. Классификация моделей.
2. Моделирование режимов работы транзисторного ШИП в электроприводе постоянного тока.
3. Задача.

Составил _____ Глазырин М.В.

Дата _____ г.

Утверждаю: Зав. кафедрой _____ Аносов В.Н.

Задача
к зачётному билету № 1

Составить детализированную структурную схему модели трёхмассовой электромеханической системы: двигатель постоянного тока - гибкий вал - редуктор - гибкий вал - рабочий механизм.

Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине
Зачёт (семестр 7).

Вопросы для зачёта

1. Основные положения теории подобия
2. Методы упрощения математических моделей
3. Цели исследования моделей электромеханических систем
4. Численные методы расчёта систем дифференциальных уравнений
5. Виды моделирования электромеханических систем. Классификация моделей
6. Составить уравнения и структурную схему модели двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Перечислить и обосновать основные допущения модели
7. Составить уравнения и структурную схему модели двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Перечислить и обосновать основные допущения модели
8. Составить уравнения и структурную схему модели асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором во вращающейся системе координат. Перечислить и обосновать основные допущения модели

9. Составить уравнения и структурную схему модели синхронного генератора с магнитоэлектрическим возбуждением во вращающейся системе координат. Перечислить и обосновать основные допущения модели
10. Составить уравнения и структурную схему модели системы Г-Д. Перечислить и обосновать основные допущения модели
11. Учёт свойств тиристорного управляемого выпрямителя при синтезе регуляторов и исследовании электроприводов постоянного тока
12. Учёт свойств транзисторного ШИП при синтезе регуляторов и исследовании электроприводов постоянного тока
13. Синтез и моделирование системы подчинённого регулирования электропривода постоянного тока
14. Виды механических передач. Составление математических моделей механической части электропривода
15. Методика проверки результатов моделирования аналитическим методом
16. Применение закона сохранения энергии для проверки результатов моделирования
17. Задача Коши. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты
18. Моделирование переходных режимов работы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением
19. Моделирование переходных режимов работы двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением
20. Моделирование переходных режимов работы двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением
21. Моделирование переходных режимов работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором во вращающейся системе координат
22. Моделирование переходных режимов работы синхронного генератора с магнитоэлектрическим возбуждением во вращающейся системе координат
23. Моделирование переходных режимов работы системы Г-Д
24. Моделирование режимов работы транзисторного ШИП в электроприводе постоянного тока
25. Настройка параметров систем подчинённого регулирования электроприводов постоянного тока