МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента науки и инноваций
_____ В. М. Рулевский
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехнические комплексы и системы

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**
Направление подготовки / специальность: **13.06.01 Электро- и теплотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электротехнические комплексы и системы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **2, 3**
Семестр: **4, 5**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	0	18	часов
2	Практические занятия	18	18	36	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	18	54	часов
4	Самостоятельная работа	36	18	54	часов
5	Всего (без экзамена)	72	36	108	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	0	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	144	часов
		2.0	2.0	4.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 4 семестр
Экзамен: 5 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.06.2015
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 42634

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от « 2 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

зав.кафедрой, профессор каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперты:

Заведующий аспирантурой	_____	Т. Ю. Коротина
Профессор кафедры промышленной электроники (ПрЭ)	_____	Н. С. Легостаев

Согласована на портале № 42634

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

освоение методологии, овладение навыками планирования, разработки и проведения теоретических и экспериментальных исследований электротехнических комплексов и систем, разработка автоматизированных систем управления комплексами;

организация работы по подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине по специальности 05.09.03 - Электротехнические комплексы и системы в соответствии с Номенклатурой специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России № 59 от 25.02.2009 г.

1.2. Задачи дисциплины

– изучить архитектуру электротехнических комплексов и систем (ЭтКиС), а также программно-аппаратных комплексов управления ЭтКиС;

– изучить технологию проектирования, создания и испытаний электротехнических комплексов и систем;

– освоить навыки проектирования программных комплексов управления периферийными устройствами централизованных и распределенных систем;

– получить навыки проведения комплексной отладки и тестирования систем управления ЭтКиС;

– освоить методологию планирования и проведения теоретических и экспериментальных исследований ЭтКиС.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Электротехнические комплексы и системы» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Электротехнические комплексы и системы, Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований, Математическое моделирование технических средств автоматики и управления, Основы организации научных исследований, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная практика), Разработка алгоритмов эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем.

Последующими дисциплинами являются: Электротехнические комплексы и системы, Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена, Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 владение методологией, способность планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования электротехнических комплексов и систем;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** структуру электротехнических комплексов и систем; архитектуру программно-аппаратных комплексов управления ЭтКиС; методологию планирования и проведения теоретических и экспериментальных исследований ЭтКиС.

– **уметь** проектировать, создавать и проводить испытания электротехнических комплексов и систем; разрабатывать программные комплексы управления периферийными устройствами централизованных и распределенных ЭтКиС; проводить комплексную отладку и тестирование систем управления ЭтКиС.

– **владеть** инструментами сквозного проектирования электротехнических комплексов и систем; средствами комплексной отладки и тестирования систем управления ЭтКиС; навыками проведения испытаний ЭтКиС; методологией планирования и проведения теоретических и экспериментальных исследований ЭтКиС.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 42634

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		4 семестр	5 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	36	18
Лекции	18	18	0
Практические занятия	36	18	18
Самостоятельная работа (всего)	54	36	18
Проработка лекционного материала	18	18	0
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	36	18	18
Всего (без экзамена)	108	72	36
Подготовка и сдача экзамена	36	0	36
Общая трудоемкость, ч	144	72	72
Зачетные Единицы	4.0	2.0	2.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Классификация электротехнических комплексов и систем (ЭтКиС), варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования и управления	4	6	12	22	ПК-3
2 Математическое описание компонентов электротехнических комплексов и систем, электропривод	8	6	12	26	ПК-3
3 Микропроцессорные системы управления (МПСУ) электротехническими комплексами и системами	6	6	12	24	ПК-3
Итого за семестр	18	18	36	72	
5 семестр					
4 Технические средства сбора, преобразования и хранения информации измерительных и управляющих систем	0	6	6	12	ПК-3
5 Технические средства передачи данных: классификация, стандартизация, интерфейсы	0	6	6	12	ПК-3
6 Алгоритмы и программные средства управления сосредоточенными и распределенными системами управления электро-	0	6	6	12	ПК-3

Согласована на портале № 42634

технических комплексов и систем					
Итого за семестр	0	18	18	36	
Итого	18	36	54	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Классификация электротехнических комплексов и систем (ЭтКиС), варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования и управления	Развитие теории и комплексные методы повышения эффективности функционирования ЭтКиС. Регулирующие и компенсирующие устройства. Теория и методы оценки энергоэффективности ЭтКиС. Электропривод электромеханических систем с оптимальными режимами работы. Повышение эксплуатационных характеристик ЭтКиС.	2	ПК-3
	Проектирование архитектуры управления электротехническими комплексами и системами. Аппаратная часть. Датчики и исполнительные механизмы. Согласование уровней сигналов. Схемы подключения. Архитектура систем управления ЭтКиС.	2	
	Итого	4	
2 Математическое описание компонентов электротехнических комплексов и систем, электропривод	Характеристика оптимальных по заданным критериям систем. Основные задачи экстремального регулирования, критерии, процедура решения. Решение оптимальной задачи по точности электропривода. Решение оптимальных задач в условиях ограничения координат (скорости, тока якоря). Принцип максимума. Синтез оптимальной по быстродействию системы. Системы электропривода с адаптацией к возмущению. Скользящие режимы. Построение системы управления электроприводом как адаптивной системы с переменной структурой.	4	ПК-3
	Точность в системах с модальным регулятором. Модальный ПИ-регулятор. Измерение переменных состояний в электроприводе. Наблюдающие устройства полного и пониженного порядка в структуре систем управления электроприводом. Оценка нагрузочного момента. Астатическое наблюдающее устройство.	2	
	Аппаратная и программная реализация методов теории автоматического управления сложными системами - переходные	2	

Согласована на портале № 42634

	процессы, установление, устойчивость, бифуркационные явления, основы теории хаоса. Программные и аппаратные средства реализации энергоэффективных способов управления ЭтКиС, мягкая коммутация силовых ключей, минимизация внутренней энергии преобразователя.		
	Итого	8	
3 Микропроцессорные системы управления (МПСУ) электротехническими комплексами и системами	Архитектура систем управления ЭтКиС. Методы сбора, обработки и передачи информации. Аналого-цифровые преобразователи. Дискретность сигнала, частота дискретизации, Теорема Котельникова. Типы и архитектура АЦП. Встроенные АЦП и периферийные модули АЦП. Тактирование микросхем. Время преобразования. Реализация цифрового интерфейса передачи данных в микропроцессорной системе. Вопросы электромагнитной совместимости силовой части и МПСУ.	2	ПК-3
	Протоколы и стандарты. Пакеты. Адресация в распределенных сетях. Программные средства реализации каналов связи и управления. Средства проектирования и методы автономной отладки программных средств аппаратных комплексов и систем.	2	
	Архитектура автоматизированной системы управления ЭтКиС. Программно-аппаратный комплекс сосредоточенного управления. Методы управления распределенными системами. Управление в системах со случайным доступом. Управление в системах с передаваемым приоритетом. Алгоритмы "выбора старшего", приоритеты.	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
	1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины						

Согласована на портале № 42634

1 Электротехнические комплексы и системы	+	+	+	+	+	+
2 Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований	+		+	+	+	+
3 Математическое моделирование технических средств автоматики и управления		+	+	+		
4 Основы организации научных исследований	+	+	+	+	+	+
5 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная практика)	+	+	+	+	+	+
6 Разработка алгоритмов эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем	+	+	+			+
Последующие дисциплины						
1 Электротехнические комплексы и системы	+	+	+	+	+	+
2 Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена	+	+	+	+	+	+
3 Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест, Отчет по практическому занятию

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 42634

4 семестр			
1 Классификация электротехнических комплексов и систем (ЭтКиС), варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования и управления	1. Научный руководитель формулирует индивидуальное задание в соответствии с тематикой разрабатываемой научно-квалификационной работы. Провести работу по проектированию ЭтКиС по индивидуальному заданию.2. Разработать структурную схему аппаратной части ЭтКиС, включающую МПСУ. 3. Выбрать датчики и исполнительные механизмы. 4. Предусмотреть приборы (адаптеры и драйвера) для согласование уровней и типов сигналов. 5. Разработать схему подключения периферийного оборудования.6. Спроектировать структуру программного обеспечения МПСУ комплекса.7. Разработать дерево вызова процедур ПО, включающее списки формальных параметров (аргументов) подпрограмм и выходных данных этих подпрограмм.8. При необходимости спроектировать структурные типы данных.	6	ПК-3
	Итого	6	
2 Математическое описание компонентов электротехнических комплексов и систем, электропривод	1. В соответствии с индивидуальным заданием проработать технологические требования к движению рабочих инструментов ЭтКиС, разработать требования к механической части электроприводов. Сформулировать целевые функции оптимума электропривода.2. Провести работу по моделированию электромеханической части ЭтКиС.3. С учетом заданной точности позиционирования рабочих инструментов электропривода ЭтКиС разработать СУ электроприводом. 4. Рассчитать статические и динамические характеристики электропривода.5. Спроектировать регулятор, настроенный на тот или иной оптимум, в зависимости от требуемого характера движения рабочего тела: рассчитать корректирующее звено.6. Спроектировать наблюдающие устройства полного (или пониженного) порядка в структуре систем управления электроприводом.7. Построить динамические характеристики скорости и нагрузочного момента при сбросе-набросе-реверсе нагрузки.8. Выбрать датчики и исполнительные механизмы.9. Предусмотреть приборы (адаптеры) для согласование уровней и типов сигналов. 10. Разработать схему подключения ЭП.	6	ПК-3
	Итого	6	

Согласована на портале № 42634

3 Микропроцессорные системы управления (МПСУ) электротехническими комплексами и системами	1. В соответствии с индивидуальным заданием провести работу по проектированию каналов сбора, предварительной обработки и передачи данных МПСУ ЭтКиС - разработать функциональную схему и схему подключения компонентов ЭтКиС.2. Разработать схему электрическую принципиальную МПСУ ЭтКиС.3. Разработать схему электрическую принципиальную МПСУ ЭтКиС, создать перечень элементной базы и схемы моточных изделий.4. Разработать печатную плату МПСУ, разработать схему электрического и планарного монтажа.5. Проработать структуру программного обеспечения МПСУ комплекса.6. Выбрать средства проектирования и методы автономной отладки программных средств аппаратных комплексов и систем. 7. Определиться с алгоритмами (верхнего уровня АСУ) управления сосредоточенных и распределенных систем.8. Разработать дерево вызова подпрограмм.	6	ПК-3
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
5 семестр			
4 Технические средства сбора, преобразования и хранения информации измерительных и управляющих систем	1. В соответствии с индивидуальным заданием провести работу по проектированию каналов сбора, предварительной обработки и передачи данных МПСУ ЭтКиС - разработать функциональную схему и схему подключения компонентов ЭтКиС.2. Рассчитать и выбрать аналого-цифровые преобразователи МПСУ, в зависимоти от заданной точности измерения и представления сигнала в системе управления, рассчитать необходимую дискретность сигнала, а в зависимости от быстродействия системы - частоту дискретизации.3. Выбрать из предлагаемого на рынке ряда типы и архитектуру АЦП, определиться с необходимостью реализации встроенных АЦП в МП или рассчитать периферийные модули АЦП.4. Рассчитать необходимое время преобразования. Определиться с тактовой частотой МП и реализовать канал тактирования микросхем МПСУ. 5. Реализовать необходимые цифровые интерфейсы передачи данных в МПСУ, согласовать технологии и уровни сигналов. Разработать схему принципиальную МПСУ.6. Рассмотреть вопросы защиты МПСУ от воздействия помех. 7. Проработать задачи элек-	6	ПК-3

Согласована на портале № 42634

	тромагнитной совместимости МПСУ и силовой части ЭтКиС, учесть расположение силовых цепей.8. При необходимости разработать механизмы фильтрации в аналоговых и цифровых каналах передачи данных. Возможно, применить программные фильтры в ПО МПСУ ЭтКиС.9. Обосновать выбор датчиков и адаптеров.		
	Итого	6	
5 Технические средства передачи данных: классификация, стандартизация, интерфейсы	1. Спроектировать каналы передачи данных, обеспечивающих работу электротехнического комплекса в составе АСУ верхнего уровня. Выбрать адаптеры интерфейсов, доработать принципиальную схему МПСУ.2. Запрограммировать МПСУ на работу с одной из известных технологий управления/связи верхнего уровня АСУ в зависимости от индивидуального задания.3. Обосновать выбор необходимых протоколов в соответствии со стандартами. Разработать алгоритм формирования пакетов если реализация его не решается аппаратно. Продумать и реализовать технологию адресации в распределенных сетях.4. Разработать схему электрическую принципиальную МПСУ ЭтКиС, создать перечень элементной базы и схемы моточных изделий.5. Разработать печатную плату МПСУ, разработать схему электрического и планарного монтажа.6. Запрограммировать средства реализации каналов связи и управления. Произвести отладку и тестирование каналов передачи данных МПСУ ЭтКиС.7. Написать программный код МПСУ, используя типовые конфигурации программной части систем управления.8. Произвести отладку и тестирование МПСУ ЭтКиС.9. Произвести испытания или тестирование на эмуляторах.10. Подготовить протокол испытаний (или эксперимента на эмуляторах).	6	ПК-3
	Итого	6	
6 Алгоритмы и программные средства управления сосредоточенными и распределенными системами управления электротехнических комплексов и систем	1. Доработать структуру программного обеспечения МПСУ ЭтКиС в соответствии с индивидуальным заданием.2. Дописать программный код МПСУ, используя типовые конфигурации программной части систем управления. 3. Реализовать алгоритмы (верхнего уровня АСУ) управления сосредоточенных и распределенных систем в соответствии с индивидуальным заданием.4. Произвести испытания (или макети-	6	ПК-3

Согласована на портале № 42634

	рование на эмуляторах) силовой части ЭтКиС на холостом ходу и под нагрузкой. Подготовить протокол испытаний.5. Произвести оценку эффективности алгоритмов управления электроприводом.6. Написать программный код МПСУ, реализующий диалог с верхним уровнем АСУ.7. Провести испытания (или макетирование на эмуляторах), подтверждающие адекватность исполнения рабочим инструментом ЭтКиС команд АСУ верхнего уровня. Подготовить протокол испытаний.8. Произвести оценку эффективности алгоритмов управления. 9. Проверить устойчивость алгоритмов работы МПСУ ЭтКиС.10. Подготовить завершающий отчет по индивидуальному заданию, включающий расчеты, схемы, протоколы испытаний и анализ работы ЭтКиС.		
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Классификация электротехнических комплексов и систем (ЭтКиС), варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования и управления	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	12		
2 Математическое описание компонентов электротехнических комплексов и систем, электропривод	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Итого	12		
3 Микропроцессорные системы управления	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционно-	6		

Согласована на портале № 42634

(МПСУ) электротехническими комплексами и системами	го материала			
	Итого	12		
Итого за семестр		36		
5 семестр				
4 Технические средства сбора, преобразования и хранения информации измерительных и управляющих систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	6		
5 Технические средства передачи данных: классификация, стандартизация, интерфейсы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	6		
6 Алгоритмы и программные средства управления сосредоточенными и распределенными системами управления электротехнических комплексов и систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	6		
Итого за семестр		18		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		90		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Москаленко, В.В. Электрический привод [Электронный ресурс]: Учебник / В.В. Москаленко. − М. ИНФРА-М, 2015. – 364 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=443646 (дата обращения: 11.08.2018).

2. Теоретические основы автоматизированного управления [Электронный ресурс]: Учебник / Ехлаков Ю. П. - 2001. 338 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/668 (дата обращения: 11.08.2018).

3. Морозов Виктор Михайлович, Системное моделирование и методы исследования мате-

Согласована на портале № 42634

матических моделей / Морозов В.М. - М. [Электронный ресурс]: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 243 с. 60х90 1/16 ISBN 978-5-906818-32-4. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=544536 (дата обращения: 11.08.2018).

4. Иванчура, В. И. Быстродействующие импульсные стабилизаторы напряжения [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: монография / В. И. Иванчура, Д. В. Капулин, Ю. В. Краснобаев. - Красноярск Сиб. федер. ун-т, 2011. - 172 с. - ISBN 978-5-7638-2317-2. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=441448 (дата обращения: 11.08.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс]: Учебник / Важов В.Ф., Лавринович В.А. - М.НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 256 с. 60х90 1/16. ISBN 978-5-16-010565-9. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=561018 (дата обращения: 11.08.2018).

2. Онищенко, Г.Б. Теория электропривода [Электронный ресурс]: Учебник / Г.Б. Онищенко. – М. ИНФРА-М, 2015. – 294 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=452841 (дата обращения: 11.08.2018).

3. Системы реального времени [Электронный ресурс]: технические и программные средства Учебное пособие / Древс Ю.Г. - М.НИЯУ "МИФИ", 2010. - 230 с. ISBN 978-5-7262-1310-1. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=560589 (дата обращения: 11.08.2018).

4. Цифровые устройства и микропроцессоры [Электронный ресурс]: учеб. пособие Учебное пособие / Микушин А.В., Сажнев А.М., Сединин В.И. - СПбБХВ-Петербург, 2010. - 832 с. ISBN 978-5-9775-0417-1. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=350706 (дата обращения: 11.08.2018).

5. Кобелев, Н. Б. Качественная теория больших систем и их имитационное моделирование [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: пособие для разработчиков имитационных моделей и пользователей / Н. Б. Кобелев. - М. Принт Сервис, 2009. - 85 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=414753 (дата обращения: 11.08.2018).

6. Электронная техника [Электронный ресурс]: Учебник / М.В. Гальперин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. ИД ФОРУМ НИЦ Инфра-М, 2013. - 352 с. ил.; 60х90 1/16. ISBN 978-5-8199-0176-2. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=375623 (дата обращения: 11.08.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Михальченко С.Г. Разработка эффективного управления компонентами электротехнических комплексов и систем [Электронный ресурс]: Методические указания для проведения практических работ // С. Г. Михальченко; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники – Томск ТУСУР, 2018. – 20 с. прил. – Библиогр. с. 17. - Режим доступа: http://ie.tusur.ru/docs/msg/reukeks_mu.pdf (дата обращения: 11.08.2018).

2. Моделирование процессов управления в интеллектуальных измерительных системах / Капля Е.В., Кузеванов В.С., Шевчук В.П. - М. [Электронный ресурс]: Физматлит, 2009. - 512 с. ISBN 978-5-9221-1131-7. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=544737 (дата обращения: 11.08.2018).

3. Физические основы электроники. Сборник задач и примеры их решения [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие / Аристов А.В., Петрович В.П. - Томск Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 100 с. - Режим доступа: http://znanium.com/bookread2.php?book=672993 (дата обращения: 11.08.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

Согласована на портале № 42634

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы ТУСУР: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU https://elibrary.ru
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования: http://fgosvo.ru
4. Институт инженеров электротехники и электроники (Institute of Electrical and Electronics Engineers), Xplore Digital Library: https://ieeexplore.ieee.org

12.5. Периодические издания

1. Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. [Электронный ресурс]: - Режим доступа: https://journal.tusur.ru/ (дата обращения: 11.08.2018).
2. IEEE Transactions on Power Electronics / ISSN [Электронный ресурс]: 0885-8993 / Published by IEEE Power Electronics Society - Режим доступа: https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=63 (дата обращения: 11.08.2018).
3. IEEE Transactions on Industrial Electronics / ISSN [Электронный ресурс]: 0278-0046 / Published by IEEE Industrial Electronics Society - Режим доступа: https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=41 (дата обращения: 11.08.2018).

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория робототехники и ЧПУ технологическим оборудованием

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (5 шт.);
- Робот учебный УР7/3;
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (4 шт.);
- Учебный лабораторный комплекс «Силовые цепи энергетической электроники» включает лабораторные стенды: "Для исследования асинхронных электроприводов" (2шт.), "Для исследования вентильных электроприводов" (2шт.), "Для исследования электроприводов постоянного тока";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Adobe Acrobat Reader
– Far Manager

Согласована на портале № 42634

- Google Chrome
- LTspice 4
- LibreOffice
- Mathworks Matlab
- Mathworks Simulink 6.5
- Microsoft Visio 2013
- Microsoft Visual Studio
- Microsoft Windows XP
- PTC Mathcad13, 14
- STDU viewer 1.6.375
- WinDjView

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

Согласована на портале № 42634

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. К достоинствам модального управления ЭП можно отнести:
- возможность получить любое быстродействие «в большом»;
- возможность получить любое быстродействие «в малом»;
- возможность получить любое быстродействие при средних перемещениях.

2. Астатическое наблюдающее устройство для системы электропривода позволяет точно оценить:
- все переменные и возмущение только в динамическом режиме;
- все переменные и возмущение как в динамическом, так и в статическом режиме;
- все переменные и возмущение только в установившемся режиме.

3. В каком режиме работают измерительные трансформаторы тока (ТТ) и трансформаторы напряжения (ТН)? Указать неправильный ответ.
- ТТ в режиме короткого замыкания;
- ТН в режиме холостого хода;
- ТТ в режиме холостого хода.

4. Недостатком введения в систему электропривода прямой связи по возмущающему воздействию является:
- значительное влияние на динамику системы;
- невозможность в ряде случаев измерить или оценить возмущающее воздействие;
- значительное ухудшение реакции на возмущающее воздействие.

5. Адаптивные принципы построения системы электропривода применяются, когда:
- требуемые показатели качества невозможно обеспечить жесткими настройками;
- система многомерная;
- параметры системы в процессе работы незначительно изменяются.

6. Система электропривода с моделью-эталоном в скользящем режиме становится нечувствительной к изменению:
- параметров электропривода;
- нагрузочного момента;
- ошибок измерения.

7. Градиентные методы поиска экстремума основаны на
- интегрировании ошибки вычислений;
- свойствах дифференциала системы уравнений;
- суммировании ошибки по каждому направлению.

8. Отрицательная обратная связь в усилителях используется с целью…
- повышения стабильности усилителя;
- повышения коэффициента усилителя;
- повышения размеров усилителя;
- снижения напряжения питания.

9. Широтно-импульсная модуляция, это…
- изменение фазы сигнала с помощью модулируемого сигнала;
- изменение амплитуды сигнала с помощью модулируемого сигнала;
- изменение ширины импульса с помощью обратной связи;
- изменение частоты с помощью амплитуды сигнала.

10. Крутизна вольт-амперной характеристики является основным параметром:
- биполярного транзистора;
- диода;
- полевого транзистора;
- катушки индуктивности.

11. Англоязычная аббревиатура ZCS обозначает

Согласована на портале № 42634

- Мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевом токе
- Мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевом напряжении
- Мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевой мощности.

12. Цифровые и аналоговые инверторы - это устройства, изменяющие фазу напряжения на:
- 90 градусов;
- 180 градусов;
- 270 градусов;
- 45 градусов.

13. Среднеквадратическое значение выпрямленного напряжения двухполупириодным выпрямителем равно:
- среднеквадратическому значению входного переменного напряжения;
- половине среднеквадратического значения входного переменного напряжения;
- удвоенному среднеквадратическому значению входного переменного напряжения;
- половине среднеквадратического значения выходного напряжения.

14. Скважностью называют:
- отношение периода импульса к длительности импульса;
- отношение длительности импульса к периоду;
- отношение периода импульса к длительности паузы;
- отношение длительности импульса к длительности паузы.

15. Устройства, осуществляющие измерение текущих значений наблюдаемых переменных, называются
- измерительные устройства;
- исполнительные устройства;
- управляющие устройства;
- возмущающие устройства.

16. Цель линеаризации математической модели состоит в
- сведении системы к первому порядку;
- получении точного решения системы;
- размыкании обратных связей замкнутой системы;
- методе линейного программирования.

17. Бифуркационным называется явление, при изменении параметров системы происходит
- количественное изменение выходных значений сигнала по амплитуде;
- количественное изменение выходных значений сигнала по фазе;
- качественное изменение выходного сигнала по форме (топологии);
- изменение будущего состояния сигнала в зависимости от изменения его в прошлом.

18. Коэффициент гармоник это:
- отношение действующего значения высших гармоник к действующему значению основной гармоники;
- отношение максимального к действующему значению;
- отношение действующего значения основной гармоники к действующему значению всей кривой;
- отношение действующего к среднему по модулю значению.

19. Точное решение математической модели, описывающей динамику нелинейной системы при фиксированных параметрах
- всегда устойчиво;
- единственное;
- никогда не устойчиво;
- система может обладать как устойчивыми, так и неустойчивыми решениями.

20. Ослабление сигнала на не резонансных частотах резонансного усилителя зависит от:
- коэффициента усиления;
- добротности резонансного контура;
- выходного сопротивления;
- входного сопротивления.

Согласована на портале № 42634

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Функции, выполняемые общепромышленным электроприводом и его обобщенные функциональные схемы.

2. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах.

3. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода.

4. Электромеханические свойства электродвигателей: постоянного тока, асинхронных, синхронных, гистерезисных, шаговых.

5. Механические устройства. Нагрузка двигателя.

6. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.

7. Установившиеся режимы работы электропривода.

8. Построение моделей с использованием компьютерных технологий.

9. Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные функции и переходные характеристики электропривода.

10. Регулирование координат электропривода.

11. Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель.

12. Следящие электроприводы.

13. Многодвигательные электромеханические системы.

14. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя.

15. Основные функциональные и структурные схемы автоматического управления электроприводом.

16. Типовые функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и останов электродвигателей.

17. Системы с контактными и бесконтактными элементами. Принципы выбора элементной базы.

18. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ).

19. Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ.

20. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока.

21. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями.

22. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями.

23. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями.

24. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом.

25. Цифровые САУ. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах.

26. Применение микропроцессоров и микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.

27. Надежность и техническая диагностика электроприводов

28. Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования.

29. Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи.

30. Управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный.

31. Инверторы и непосредственные преобразователи частоты.

32. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного

Согласована на портале № 42634

электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов.

33. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электроприводами и их особенности.

34. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).

14.1.3. Темы опросов на занятиях

1. Классификация электротехнических комплексов и систем, варианты архитектуры, общая структура и принципы функционирования и управления;

2. Математическое описание компонентов электротехнических комплексов и систем, электропривод;

3. Микропроцессорные системы управления электротехническими комплексами и системами;

4. Технические средства сбора, преобразования и хранения информации измерительных и управляющих систем;

5. Технические средства передачи данных: классификация, стандартизация, интерфейсы;

6. Алгоритмы и программные средства управления сосредоточенными и распределенными системами управления электротехнических комплексов и систем.

1. Развитие теории и комплексные методы повышения эффективности функционирования ЭтКиС.

2. Регулирующие и компенсирующие устройства.

3. Теория и методы оценки энергоэффективности ЭтКиС.

4. Электропривод электромеханических систем с оптимальными режимами работы.

5. Повышение эксплуатационных характеристик ЭтКиС.

6. Проектирование архитектуры управления электротехническими комплексами и системами.

7. Датчики и исполнительные механизмы. Согласование уровней сигналов. Схемы подключения.

8. Архитектура систем управления ЭтКиС.

9. Характеристика оптимальных по заданным критериям систем.

10. Основные задачи экстремального регулирования, критерии, процедура решения.

11. Решение оптимальной задачи по точности электропривода.

12. Решение оптимальных задач в условиях ограничения координат (скорости, тока якоря).

13. Принцип максимума. Синтез оптимальной по быстродействию системы.

14. Системы электропривода с адаптацией к возмущению.

15. Скользящие режимы.

16. Построение системы управления электроприводом как адаптивной системы с переменной структурой.

17. Точность в системах с модальным регулятором. Модальный ПИ-регулятор.

18. Измерение переменных состояний в электроприводе.

19. Наблюдающие устройства полного и пониженного порядка в структуре систем управления электроприводом.

20. Астатическое наблюдающее устройство.

21. Аппаратная и программная реализация методов теории автоматического управления сложными системами

22. Переходные процессы, установление

23. Устойчивость динамической системы, бифуркационные явления, основы теории хаоса.

14.1.4. Темы индивидуальных заданий

• Энергосберегающие технологии на железнодорожном транспорте и метрополитенах, реализуемые с использованием накопителей энергии

• Автоматизированный электропривод совмещенного прокатно-волочильного проволочного стана

• Энерго-ресурсосберегающие технологии в топливно-энергетическом хозяйстве города на основе современного электропривода

• Переходные процессы при замыканиях на землю, разработка методов и средств повыше-

Согласована на портале № 42634

ния надежности работы электрических сетей с изолированной и компенсированной нейтралью

• Управление динамическим состоянием асинхронных электроприводов горных машин

• Методы и средства повышения эффективности систем тягового электропривода автономных транспортных средств

• Повышение эффективности функционирования электрооборудования горных предприятий

• Обеспечение качества и надежности системы электрооборудования электромобилей

• Повышение эффективности электротехнических комплексов предприятий чёрной металлургии за счёт регулируемых компенсирующих устройств

• Оборудование для бурения в грунте горизонтальных скважин с пневмотранспортом разрушенного материала по вращающемуся трубопроводу

• Электротехнические системы карьерных экскаваторов

• Асинхронный электропривод электромеханических систем с оптимальными режимами работы по критерию энергосбережения

• Многосвязная система электромагнитных подшипников с повышенными жесткостными характеристиками энергетических объектов

• Методы и технические испытаний электротехнического и технологического оборудования нефтегазодобывающих предприятий

• Энергоэффективность электротехнических комплексов государственных учреждений

• Повышение эксплуатационных характеристик электромобилей и автомобилей с комбинированной энергоустановкой

• Повышение энерго- и ресурсоэффективности горных машин средствами регулируемого электропривода

• Повышение эффективности технической эксплуатации судовых электроприводов

• Средства регулирования напряжения и мощности в системах электроснабжения с автономными источниками энергии

• Расчета режимов судовых электроэнергетических систем

• Энергоэффективность однодвигательных тяговых электроприводов автотранспортных средств

• Векторный электропривод переменного тока с микропроцессорным управлением

• Математическое моделирование эффективного управления электротехническими комплексами нефтяной отрасли

• Автоматизированный электропривод по системе пч-ад для волочильных станов и намоточных устройств стальной проволоки

• Разработка и реализация на плис энергоэффективных способов импульсного управления системами «усилитель мощности -электродвигатель» на основе методов автоматизированного проектирования

• Расчет оптимальных технологических режимов силового привода подвижного состава по критерию минимума электропотребления

• Синхронный реактивный электропривод с независимым управлением по каналу возбуждения и предельными характеристиками по быстродействию и перегрузочным способностям

• Силовые полупроводниковые выпрямители на базе многофазных трансформаторов с вращающимся магнитным полем

• Электромеханические силокомпенсирующие тренажёры для подготовки космонавтов

• Энергосберегающий электропривод на основе асинхронного двигателя с индивидуальной компенсацией реактивной мощности

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

1. Примеры применения МК в промышленности и быту, выдача вариантов индивидуальных заданий.
2. Изучение стандартного интерфейсного протокола UART.
3. Изучение стандартного интерфейсного протокола RS-485.
4. Изучение стандартных интерфейсных протоколов I2C, SPI.
5. Знакогенерирующие дисплеи.
6. Сопряжение микроконтроллера с семисегментными светодиодными индикаторами.
7. Сопряжение микроконтроллера с алфавитно-цифровым жидкокристаллическим дис-пле-

Согласована на портале № 42634

ем.

8. Вариант программной реализации матричной клавиатуры 4х4 клавиши.

9. Вариант сопряжения микроконтроллера с персональным компьютером по последовательному порту.

10. Вариант сопряжения микроконтроллера с микросхемой Flash-памяти по протоколу I2C.

11. Синтез и исследование системы электропривода с модальным регулятором.

12. Синтез и исследование системы электропривода с модальным ПИ-регулятором.

13. Синтез и исследование системы электропривода с наблюдающим устройством полного порядка.

14. Синтез и исследование системы электропривода с наблюдателем пониженного порядка.

15. Синтез и исследование оптимальной по точности системы электропривода.

1. Программные и аппаратные средства реализации энергоэффективных способов управления ЭтКиС

2. Мягкая коммутация силовых ключей, минимизация внутренней энергии преобразователя.

3. Методы сбора, обработки и передачи информации.

4. Аналого-цифровые преобразователи. Дискретность сигнала, частота дискретизации, Теорема Котельникова.

5. Типы и архитектура АЦП. Встроенные АЦП и периферийные модули АЦП.

6. Тактирование микросхем. Время преобразования. Реализация цифрового интерфейса передачи данных в микропроцессорной системе.

7. Вопросы электромагнитной совместимости силовой части и МПСУ.

8. Протоколы и стандарты. Пакеты. Адресация в распределенных сетях.

9. Программные средства реализации каналов связи и управления.

10. Средства проектирования и методы автономной отладки программных средств аппаратных комплексов и систем.

11. Архитектура автоматизированной системы управления ЭтКиС.

12. Программно-аппаратный комплекс сосредоточенного управления.

13. Методы управления распределенными системами.

14. Управление в системах со случайным доступом.

15. Развитие теории и комплексные методы повышения эффективности функционирования ЭтКиС.

16. Регулирующие и компенсирующие устройства.

17. Теория и методы оценки энергоэффективности ЭтКиС.

18. Электропривод электромеханических систем с оптимальными режимами работы.

19. Повышение эксплуатационных характеристик ЭтКиС.

20. Проектирование архитектуры управления электротехническими комплексами и системами.

21. Датчики и исполнительные механизмы. Согласование уровней сигналов. Схемы подключения.

22. Архитектура систем управления ЭтКиС.

23. Управление в системах с передаваемым приоритетом.

14.1.6. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

Технология проектирования ЭтКиС;

Структурная схема аппаратной части ЭтКиС, включающая МПСУ;

Выбор датчиков и исполнительных механизмов;

Приборы для согласование уровней и типов сигналов (адаптеры и драйвера);

Схема подключения периферийного оборудования

Структура программного обеспечения МПСУ ЭтКиС;

Дерево вызова процедур ПО, включающее списки формальных параметров (аргументов) подпрограмм и выходных данных этих подпрограмм.

Технологические требования к движению рабочих инструментов ЭтКиС, требования к механической части электроприводов;

Целевые функции задач оптимизации электропривода;

Моделирование электромеханической части ЭтКиС;

Согласована на портале № 42634

МПСУ электропривода с точки зрения заданной точности позиционирования рабочих инструментов электропривода ЭтКиС;

Статические и динамические характеристики электропривода;

Расчет, настройка регулятора на тот или иной оптимум, в зависимости от требуемого характера движения рабочего тела: рассчитать корректирующее звено;

Наблюдающие устройства полного (или пониженного) порядка в структуре систем управления;

Динамические характеристики скорости и нагрузочного момента при сбросе-набросе-реверсе нагрузки;

Датчики и исполнительные механизмы ЭтКиС.

Каналы сбора, предварительной обработки и передачи данных МПСУ ЭтКиС;

Схема электрическая принципиальная МПСУ ЭтКиС;

Перечень элементной базы и схемы моточных изделий;

Разработка печатной платы силовых цепей ЭтКиС и МПСУ;

Схема электрического и планарного монтажа;

Программное обеспечение МПСУ ЭтКиС;

Средства проектирования и методы автономной отладки программных средств аппаратных комплексов и систем;

Алгоритмы верхнего уровня АСУ;

Управление в сосредоточенных и распределенных системах;

Дерево вызова подпрограмм.

Каналы сбора, предварительной обработки и передачи данных МПСУ ЭтКиС;

Функциональная схема и схема подключения компонентов ЭтКиС;

Аналого-цифровые преобразователи МПСУ;

Точность измерения и представления сигнала в системе управления, дискретность АЦП, теорема Котельникова;

Быстродействия системы, тактовая частота, частота дискретизации;

Встроенные АЦП и периферийные для МК модули АЦП;

Время преобразования;

Цифровые интерфейсы передачи данных в МПСУ, согласование технологий и уровней сигналов;

Принципиальная схема МПСУ;

Защита МПСУ от воздействия помех и наводок силового канала ЭтКиС;

Электромагнитная совместимость МПСУ и силовой части ЭтКиС, расположение силовых цепей;

Механизмы фильтрации в аналоговых и цифровых каналах передачи данных;

Программные фильтры МПСУ ЭтКиС.

Каналы передачи данных, обеспечивающие работу электротехнического комплекса в составе АСУ верхнего уровня;

Выбор адаптеров стандартных интерфейсов;

Технологии управления/связи верхнего уровня АСУ;

Алгоритм формирования пакетов в протоколах СУ ЭтКиС;

Технологии адресации в распределенных сетях;

Разработка печатной платы МПСУ, схемы электрического и планарного монтажа;

Программные средства реализации каналов связи и управления;

Отладка и тестирование каналов передачи данных МПСУ ЭтКиС;

Процесс испытаний ЭтКиС. Протокол испытаний.

Типовые конфигурации программной части систем управления ЭтКиС;

Алгоритмы верхнего уровня АСУ для сосредоточенных и распределенных систем;

Оценка эффективности алгоритмов управления электроприводом;

Программа, реализующая диалог с верхним уровнем АСУ;

Испытания, подтверждающие адекватность исполнения рабочим инструментом ЭтКиС команд АСУ верхнего Устойчивость алгоритмов работы МПСУ ЭтКиС.

Согласована на портале № 42634

14.1.7. Вопросы дифференцированного зачета

1. Основные схемы одно- и трехфазных выпрямителей. Работа однофазных выпрямителей на активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузки, на нагрузку, содержащую противо-ЭДС и индуктивность.

2. Несимметричный (полууправляемый) выпрямитель, его регулировочная характеристика.

3. Многофазные схемы выпрямления на основе последовательного или параллельного соединения выпрямителей.

4. Коэффициент мощности источника переменного тока при управляемом и неуправляемом режимах работы выпрямителя. Способы повышения коэффициента мощности.

5. Инверторы, ведомые сетью, и преобразователи частоты. Переход от выпрямительного режима к инверторному. Электрические процессы в инверторе, ведомом сетью, его регулировочная характеристика.

6. Реверсивный преобразователь переменно-постоянного тока. Перекрестная и встречно-параллельная схемы преобразователя. Совместное и раздельное управление преобразователем. Особенности работы преобразователя на индуктивную нагрузку и индуктивную нагрузку с противо-ЭДС.

7. Непосредственный преобразователь частоты. Одно- и многофазная схемы непосредственного преобразователя частоты, особенности его работы на активноиндуктивную нагрузку.

8. Импульсные методы регулирования напряжения (тока) – широтно- и частотноимпульсное регулирование, метод позиционного слежения. Импульсные регуляторы I, II и III родов, их регулировочные характеристики.

9. Транзисторные преобразователи напряжения с передачей энергии через трансформатор на интервале формирования импульса и во время паузы. Импульсные преобразователи постоянного напряжения на тиристорах с параллельной и последовательной двухступенчатой коммутацией. Высокочастотные транзисторные квазирезонансные преобразователи.

10. Автономные инверторы тока и напряжения, их сравнительная оценка. Автономный параллельный инвертор как пример инвертора тока, его внешняя характеристика.

11. Преобразователи частоты на основе инверторов напряжения и инверторов тока для частотно-управляемого электропривода и их применение в энергосбережении. Параллельный и последовательный резонансные инверторы, токи и напряжения в инверторах при граничном режиме работы и в режиме с паузой.

12. Резонансные инверторы с обратными диодами. Особенности работы тиристоров при принудительной коммутации – отпирание, запирание, коммутационные потери мощности, эффекты, связанные с изменением производных тока и напряжения в период коммутации.

13. Преобразователи напряжения с звеном повышенной частоты. Транзисторные инверторы на ключах переменного тока области применения, алгоритмы управления, характеристики, применение метода коммутационных разрывных функций к их анализу.

14. Методы снижения коммутационных потерь в инверторах повышенной частоты – демпфирующие цепи, резонансная и квазирезонансная коммутация.

15. Методы улучшения спектрального состава выходного напряжения инверторов. Многофазные преобразователи со ступенчатой формой напряжения. Преобразователи с многозонной импульсной модуляцией.

16. Обработка информации. Количественная оценка информации. Виды сигналов. Характеристика аналоговых сигналов – спектры и функции распределения. Передача информации модулированными сигналами с гармоническим и импульсным носителями. Кодирование цифровых сигналов, виды цифровых кодов.

17. Понятие о системах счисления, обратном и дополнительном кодах. Кодовые расстояния, избыточное кодирование, коды с обнаружением и исправлением ошибок. Способы цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразований.

18. Преобразователи, основанные на последовательном счете, поразрядном уравновешивании и считывании. Преобразователи временных интервалов: аналоговый сигнал – интервал, аналоговый сигнал – частота, интервал–код, частота–код.

19. Основы проектирования цифровых узлов и устройств. Коммутационные логические устройства. Логические функции, способы их описания, их реализации с использованием типовых

Согласована на портале № 42634

логических элементов И, ИЛИ, И–НЕ, ИЛИ–НЕ.

20. Дешифраторы, мультиплексоры, арифметические логические устройства – принцип их действия и особенности использования. Основные виды триггеров, построение счетчиков и регистров. Реверсивные счетчики. Емкость счетчика и управление ею.

21. Регистры с последовательным и параллельным вводом и выводом информации. Автоматы на основе интегральных микросхем. Способы описания состояния автоматов,

22. таблицы переходов и выходов. Кодирование входов, выходов и внутренних состояний автоматов. Противогоночное кодирование. Синтез узлов на основе типовых логических элементов.

23. Виды полупроводниковых запоминающих устройств. Способы расширения адресного пространства и разрядности данных запоминающего устройства. Полупроводниковое запоминающее устройство как многофункциональный логический элемент. Построение автоматов на основе программируемых ПЗУ с обратными связями.

24. Микропроцессорная техника систем управления. Программная реализация процедур сбора, вычислительных операций над информацией и управления. Структура микропроцессорной системы, ее составные части

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Согласована на портале № 42634

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 42634