

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электропривод и автоматика

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 6;
Часов (всего) по учебному плану:	216 часов
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	2 семестр - 32 часа;
Консультации	2 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	2 семестр - 113,2 часов;
в том числе на КП/КР	2 семестр - 25,7 часа;
Иная контактная работа	2 семестр - 4 часа;
включая:	
Коллоквиум	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсового проекта	2 семестр - 0,30 часа;
Экзамен	2 семестр - 0,50 часа;
	всего - 0,80 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

А.С. Анучин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

А.С. Анучин

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анучин А.С.
	Идентификатор	Rc858e9d6-AnuchinAS-5e15edb3

А.С. Анучин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение систем управления, как составной части электропривода

Задачи дисциплины

- Освоение математических моделей электрических машин, силовых полупроводниковых преобразователей;
- Освоить основные принципы построения современных цифровых систем управления электроприводов;
- Изучить основные структуры применяемых на практике систем управления электроприводов;
- Освоить процесс разработки современных систем управления электроприводов с использованием цифровых сигнальных микроконтроллеров.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен оптимально выбирать существующие серийные и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-1 _{ПК-1} Знает и умеет выбирать критерии оптимальности показателей качества объекта проектирования	знать: - Правила синтеза непрерывных и дискретных регуляторов и принципы их настройки. уметь: - Читать структуры систем управления и анализировать принцип их работы и характеристики.
ПК-2 Способен самостоятельно планировать и выполнять необходимые исследования и разработки в области профессиональной деятельности с использованием современных методов и средств экспериментальной и проектной деятельности и интерпретировать и представлять результаты выполненных исследований и разработок	ИД-3 _{ПК-2} Умеет проводить необходимые исследования с использованием имеющихся средств в области электропривода	знать: - Основные модели и принципы работы электромеханических и электрических преобразователей энергии и их элементов. уметь: - Анализировать объект управления, определять его параметры (в том числе экспериментально).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электропривод и автоматика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания		
				Контактная работа							СР					
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль			
КПР	ГК	ИККП	ТК													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	Электромеханическое преобразование энергии	25	2	5	8	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 15-49		
1.1	Магнитное поле и преобразование энергии	3		1	-	-	-	-	-	-	-	-	2		-	
1.2	Обобщенная машина Уайта и Вудсон	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-	
1.3	Модели типовых двигателей на базе уравнений обобщенной электрической машины	16		2	8	2	-	-	-	-	-	-	4		-	
2	Электрические преобразователи	9		3	-	2	-	-	-	-	-	-	4		-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> <u>Подготовка к контрольной работе:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 51-115
2.1	Модели электрических преобразователей и их элементов	4		1	-	1	-	-	-	-	-	-	2		-	
2.2	Широтно-импульсная модуляция в электрических преобразователях	5		2	-	1	-	-	-	-	-	-	2		-	
3	Современные цифровые системы управления	18		5	-	4	-	-	-	-	-	-	9		-	
3.1	Обобщенная	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> <u>Подготовка курсовой работы:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>		

	структура цифровых систем управления												<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
3.2	Аналоговые датчики и дискретные датчики	5	1	-	2	-	-	-	-	-	2	-	[1], 117-245
3.3	Функционирование цифровой системы управления	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
3.4	Синтез регуляторов цифровой системы управления	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
4	Системы управления на примере электропривода постоянного тока	41	7	16	4	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> <u>Подготовка курсовой работы:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>
4.1	Влияние обратных связей на характеристики ДПТНВ	10	2	4	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 247-296
4.2	Последовательная коррекция и подчиненное регулирование координат	12	2	4	2	-	-	-	-	-	4	-	
4.3	Двухзонное регулирование	9	1	4	-	-	-	-	-	-	4	-	
4.4	Модальное управление	3	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
4.5	Релейное регулирование координат	7	1	4	-	-	-	-	-	-	2	-	
5	Системы управления синхронного электропривода	13	5	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> <u>Подготовка курсового проекта:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u>
5.1	Вентильный режим работы синхронного электропривода	4	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
5.2	Система векторного управления СДПМ	5	2	-	1	-	-	-	-	-	2	-	[1], 298-328
5.3	Система векторного	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	

	бездатчикового управления												
6	Системы управления асинхронного электропривода	28	7	8	2	-	-	-	-	-	11	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 329-369
6.1	Скалярное управление	8	1	4	1	-	-	-	-	-	2	-	
6.2	Векторное управление	11	2	4	1	-	-	-	-	-	4	-	
6.3	Бездатчиковое векторное управление асинхронным двигателем (векторное управление без датчика скорости)	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
6.4	Прямое управление моментом	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2	-	-	0.50	-	33.50	
	Курсовой проект (КП)	46.00	-	-	-	16	-	4	-	0.30	25.7	-	
	Всего за семестр	216.00	32	32	16	16	2	4	-	0.80	79.7	33.50	
	Итого за семестр	216.00	32	32	16	18	4	0.80	113.20				

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Электромеханическое преобразование энергии

1.1. Магнитное поле и преобразование энергии

Энергия в электромагнитной системе. Механическая работа и сила. Магнитная система с двумя обмотками.

1.2. Обобщенная машина Уайта и Вудсон

Положения и допущения. Уравнения обобщенной электрической машины. Координатные преобразования. Фазные преобразования.

1.3. Модели типовых двигателей на базе уравнений обобщенной электрической машины

Модель асинхронного двигателя. Модель неявнополюсного синхронного двигателя. Модель двигателя постоянного тока независимого возбуждения.

2. Электрические преобразователи

2.1. Модели электрических преобразователей и их элементов

Модель дросселя. Модель конденсатора. Модель резистора. Модель стойки. Модель классического электрического преобразователя. Модель высоковольтного каскадного преобразователя.

2.2. Широтно-импульсная модуляция в электрических преобразователях

Широтно-импульсная модуляция в трехфазном инверторе. Широтно-импульсная модуляция в высоковольтных каскадных преобразователях. Широтно-импульсная модуляция в матричных преобразователях. Алгоритмы управления активным выпрямителем.

3. Современные цифровые системы управления

3.1. Обобщенная структура цифровых систем управления

3.2. Аналоговые датчики и дискретные датчики

Датчики тока. Шунтовые датчики. Измерительные трансформаторы тока. Датчики на эффекте Холла. Датчики напряжения.

3.3. Функционирование цифровой системы управления

Машинная арифметика и относительные единицы. Описание процессов в цифровой системе управления.

3.4. Синтез регуляторов цифровой системы управления

Преобразование аналогового регулятора в дискретную область. Синтез регулятора в дискретной области. Особенности систем с цифровыми регуляторами. Пример стабилизации скорости электропривода. Работа ПИ-регулятора в составе цифровой системы управления.

4. Системы управления на примере электропривода постоянного тока

4.1. Влияние обратных связей на характеристики ДПТНВ

Отрицательная обратная связь по току. Положительная обратная связь по току.
Отрицательная обратная связь по скорости. Положительная обратная связь по скорости.

4.2. Последовательная коррекция и подчиненное регулирование координат
Последовательная коррекция. Компенсация ошибки по ускорению. Компенсация ЭДС.
Подчиненное регулирование координат.

4.3. Двухзонное регулирование

4.4. Модальное управление

4.5. Релейное регулирование координат

5. Системы управления синхронного электропривода

5.1. Вентильный режим работы синхронного электропривода
Вентильный режим. Характеристики вентильного электропривода с синусоидальным питанием.

5.2. Система векторного управления СДПМ
Общая структура. Регулирование токов в системе векторного управления СДПМ.
Ослабление поля в системе векторного управления СДПМ.

5.3. Система векторного бездатчикового управления
Общая структура. Наблюдатель положения для машин независимого возбуждения.
Бездатчиковый пуск в разомкнутой системе. Бездатчиковый пуск с неустойчивым наблюдателем.

6. Системы управления асинхронного электропривода

6.1. Скалярное управление
Общая структура. Стабилизация скорости и момента в системах скалярного управления.

6.2. Векторное управление
Общая структура. Модели наблюдателей для датчиковой системы векторного управления. Алгоритм определения параметров АДФР. Подстройка параметров наблюдателя в процессе работы электропривода.

6.3. Бездатчиковое векторное управление асинхронным двигателем (векторное управление без датчика скорости)
Методы построения наблюдателя потокосцепления. Алгоритмы определения параметров машины.

6.4. Прямое управление моментом

Общая структура. Блок коммутации ключей инвертора. Механические и электромеханические характеристики. Наблюдатели в системах прямого управления моментом.

3.3. Темы практических занятий

1. Моделирование систем управления синхронного электропривода с возбуждением от постоянных магнитов для рассматриваемых систем управления;
2. Моделирование процессов в системе подчиненного регулирования;
3. Создание моделей силовых преобразователей и способов ШИМ;
4. Создание моделей ДПТНВ, АД, СДПМ в MATLAB;
5. Расчет параметров схем сопряжения МК с датчиками и исполнительными устройствами;
6. Моделирование систем управления асинхронного электропривода для рассматриваемых систем управления;
7. Синтез регуляторов в цифровых системах управления;
8. Пример реализации цифровой системы управления на примере контура тока ДПТНВ.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение параметров системы ПН – ДПТНВ;
2. Определение параметров АД;
3. Исследование разомкнутой системы «ТП-ДПТНВ» и влияния обратных связей на характеристики ЭП;
4. Исследование системы подчиненного регулирования ДПТНВ;
5. Системы управления с релейными регуляторами;
6. Исследование скалярной системы управления АД;
7. Исследование векторной системы управления АД.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Электромеханическое преобразование энергии"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Электрические преобразователи"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Современные цифровые системы управления"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Системы управления на примере электропривода постоянного тока"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые

консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Системы управления синхронного электропривода"

6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Системы управления асинхронного электропривода"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электромеханическое преобразование энергии"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электрические преобразователи"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Современные цифровые системы управления"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы управления на примере электропривода постоянного тока"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы управления синхронного электропривода"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы управления асинхронного электропривода"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Электромеханическое преобразование энергии"
2. Консультации проводятся по разделу "Электрические преобразователи"
3. Консультации проводятся по разделу "Современные цифровые системы управления"
4. Консультации проводятся по разделу "Системы управления на примере электропривода постоянного тока"
5. Консультации проводятся по разделу "Системы управления синхронного электропривода"
6. Консультации проводятся по разделу "Системы управления асинхронного электропривода"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Электромеханическое преобразование энергии"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Электрические преобразователи"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Современные цифровые системы управления"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Системы управления на примере электропривода постоянного тока"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Системы управления синхронного электропривода"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Системы управления асинхронного электропривода"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Разработка системы управления заданным типом привода с заданной структурой системы управления

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 6	7 - 10	11 - 14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2, 3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	50	30	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	70	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Определение параметров исследуемого двигателя. Оценка мощности двигателя. Реализация модели двигателя в среде Simintech.
2	Разработка структурной схемы заданной системы управления. Описание принципа работы представленной структуры. Синтез регуляторов системы управления. Реализация системы управления в среде Simintech
3	Реализация системы управления программно в среде Code Composer Studio/Vector IDE. Настройка регуляторов и проверка правильности работы системы управления.
4	Снятие статических и динамических характеристик получившейся системы

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
Правила синтеза непрерывных и дискретных регуляторов и принципы их настройки	ИД-1ПК-1			+				Коллоквиум/Защита лабораторных работ 3-5
Основные модели и принципы работы электромеханических и электрических преобразователей энергии и их элементов	ИД-3ПК-2	+	+	+				Контрольная работа/Контрольная работа 1. Анализ основных принципов работы электромеханических и электрических преобразователей энергии и их элементов
Уметь:								
Читать структуры систем управления и анализировать принцип их работы и характеристики	ИД-1ПК-1				+	+	+	Коллоквиум/Защита лабораторных работ 6-7
Анализировать объект управления, определять его параметры (в том числе экспериментально)	ИД-3ПК-2	+						Коллоквиум/Защита лабораторный работ 1-2

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа 1. Анализ основных принципов работы электромеханических и электрических преобразователей энергии и их элементов (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ 1-2 (Коллоквиум)
2. Защита лабораторных работ 3-5 (Коллоквиум)
3. Защита лабораторных работ 6-7 (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Анучин А.С.- "Системы управления электроприводов", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012581.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. SimInTech;
6. Code Composer Studio;
7. Vector IDE.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-214, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, мультимедийный проектор, доска маркерная, техническая аппаратура
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-200/5, Учебная лаборатория «Энергосберегающий электропривод» (МОЭК – МЭИ)	стол, стул, тумба, мультимедийный проектор, доска маркерная, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-100/4, Учебная лаборатория АВВ - МЭИ	стол, стул, лабораторный стенд, оборудование специализированное
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-200/3, Кабинет сотрудников каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-212, Аудитория каф. "АЭП"	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, тумба

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Системы управления электроприводов**

(название дисциплины)

2 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Защита лабораторный работ 1-2 (Коллоквиум)

КМ-2 Контрольная работа 1. Анализ основных принципов работы электромеханических и электрических преобразователей энергии и из элементов (Контрольная работа)

КМ-3 Защита лабораторных работ 3-5 (Коллоквиум)

КМ-4 Защита лабораторных работ 6-7 (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	5	8	12	16
1	Электромеханическое преобразование энергии					
1.1	Магнитное поле и преобразование энергии		+			
1.2	Обобщенная машина Уайта и Вудсон		+			
1.3	Модели типовых двигателей на базе уравнений обобщенной электрической машины			+		
2	Электрические преобразователи					
2.1	Модели электрических преобразователей и их элементов			+		
2.2	Широтно-импульсная модуляция в электрических преобразователях			+		
3	Современные цифровые системы управления					
3.1	Обобщенная структура цифровых систем управления				+	
3.2	Аналоговые датчики и дискретные датчики			+		
3.3	Функционирование цифровой системы управления				+	
3.4	Синтез регуляторов цифровой системы управления				+	
4	Системы управления на примере электропривода постоянного тока					
4.1	Влияние обратных связей на характеристики ДПТНВ					+

4.2	Последовательная коррекция и подчиненное регулирование координат				+
4.3	Двухзонное регулирование				+
4.4	Модальное управление				+
4.5	Релейное регулирование координат				+
5	Системы управления синхронного электропривода				
5.1	Вентильный режим работы синхронного электропривода				+
5.2	Система векторного управления СДПМ				+
5.3	Система векторного бездатчикового управления				+
6	Системы управления асинхронного электропривода				
6.1	Скалярное управление				+
6.2	Векторное управление				+
6.3	Бездатчиковое векторное управление асинхронным двигателем (векторное управление без датчика скорости)				+
6.4	Прямое управление моментом				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Системы управления электроприводов

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Оценка выполнения разделов КП № 1
- КМ-2 Оценка выполнения разделов КП № 2-3
- КМ-3 Оценка выполнения разделов КП № 4

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	6	10	14
1	Определение параметров исследуемого двигателя. Оценка мощности двигателя. Реализация модели двигателя в среде Simintech.		+		
2	Разработка структурной схемы заданной системы управления. Описание принципа работы представленной структуры. Синтез регуляторов системы управления. Реализация системы управления в среде Simintech			+	
3	Реализация системы управления программно в среде Code Composer Studio/Vector IDE. Настройка регуляторов и проверка правильности работы системы управления.			+	
4	Снятие статических и динамических характеристик получившейся системы				+
Вес КМ, %:			20	50	30