



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Электротехнический факультет
Кафедра микропроцессорных средств автоматизации



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
по техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

Н. В. Лобов
2015 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа бакалавриата:	академическая
Направление:	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Профиль программы бакалавриата:	Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике
Квалификация выпускника:	бакалавр
Выпускающая кафедра:	микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения:	очная
Курс: 3	Семестр (-ы): 6
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
Виды контроля:	
Экзамен: 6 семестр	Курсовой проект: 6 семестр
Зачёт: -	Курсовая работа: -

Пермь
2015

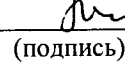
Рабочая программа дисциплины «Электрический привод» разработана на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «12» марта 2015 г. номер приказа «200» по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата);
- компетентностной модели выпускника по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), профилю программы бакалавриата «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике», утверждённой «28» 05 2015 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), профилю программы бакалавриата «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике», утверждённого «28» 05 2015 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: Электротехника и электроника 1, 2, 3; Электрические и компьютерные измерения; Планирование научного эксперимента; Управление качеством; Теория автоматического управления 1, 2; Базы данных; Информационное обеспечение систем управления; Теоретическая механика; Математические методы в автоматизации; Прикладная механика; Технологические процессы автоматизированных производств; Моделирование систем и процессов; Автоматизация технологических процессов и производств; Материаловедение; Метрология, стандартизация и сертификация; Интегрированные системы проектирования и управления; Производственная практика; Преддипломная практика; Преобразовательные устройства; Электрические машины, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

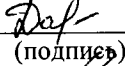
Разработчики

канд. техн. наук, доц.
(учёная степень, звание)


(подпись)

М. И. Кузнецов
(инициалы, фамилия)

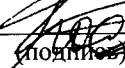
ст. преподаватель
(учёная степень, звание)


(подпись)

Д. А. Даденков
(инициалы, фамилия)

Рецензент

канд. техн. наук, проф.
(учёная степень, звание)


(подпись)

А. М. Костыгов
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микро-
процессорных средств автоматизации «27» июня 2015 г., протокол № 36
Заведующий кафедрой,
ведущей дисциплину:

канд. техн. наук, доц.
(учёная степень, звание)

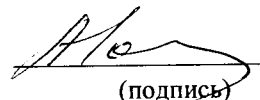

(подпись)

А. Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического факультета «18» 06 2015 г., протокол № 37.

Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

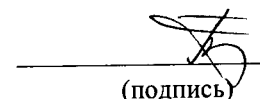
канд. техн. наук, доц.
(учёная степень, звание)


(подпись)

А. Л. Гольдштейн
(инициалы, фамилия)

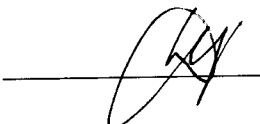
СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой МСА,
канд. техн. наук, доцент
(учёная степень, звание)


(подпись)

А. Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных
программ, канд. техн. наук, доцент


(подпись)

Д. С. Репецкий

1 Общие положения

1.1 Цель дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций по осуществлению анализа, расчета выбора систем электрического привода производственных механизмов, используемых в автоматизированных системах управления технологическими процессами в энергетике и промышленности, и на основе этого обеспечение подготовки бакалавров, способных самостоятельно и творчески решать задачи проектирования, исследования, наладки и эксплуатации современных электромеханических систем промышленных установок в любых отраслях народного хозяйства.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет части следующих компетенций:

- способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования (ПК-1);

- способность выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий (ПК-2);

1.2 Задачи дисциплины:

- изучение общих физических закономерностей, свойственных системам электрического привода любого назначения и способов регулирования координат электроприводов;

- изучение информации о назначении, классификации, принципах устройства систем электрического привода и особенностях их работы;

- изучение электромеханических элементов и преобразовательных устройств систем электрического привода, используемых в автоматических системах управления;

- формирование умений обоснованного выбора электромеханических устройств и преобразователей для применения в автоматических системах управления;

- формирование навыков расчета параметров и характеристик электромеханических систем и выбора силовых элементов электроприводов при проектировании электромеханических систем управления.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- электромеханические свойства двигателей;
- переходные режимы электроприводов;
- регулирование координат электроприводов;
- основы теории нагрева и выбора мощности двигателей для производственных механизмов;
- энергетика электроприводов.

1.4 Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников

Дисциплина «Электрический привод» относится к вариативной части цикла профессиональных дисциплин и является обязательной при освоении ОПОП по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), профиль «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

• **знать:**

- устройство, основные понятия, принципы, закономерности, электромеханические свойства и электрические схемы присущие системам электропривода для осуществления сравнительного анализа и выбора электромеханических и преобразовательных устройств;
- схемотехнические решения электроприводов различного назначения и математическое описание электромеханических процессов, протекающих в них;
- состав и требования, предъявляемые к конструкторской документации на различных этапах проектирования систем электропривода;
- основные способы регулирования координат электроприводов с электродвигателями постоянного и переменного тока;
- основные методы и принципы расчёта потерь энергии и энергетических показателей систем электропривода;
- основные методики синтеза и расчета параметров корректирующих элементов систем управления электропривода.

• **уметь:**

- применять инженерные методы расчета и выбора элементов, входящих в состав разрабатываемой системы электропривода;
- производить анализ технических требований, предъявляемых к проектируемому электроприводу, и на основании проведенного анализа принимать рациональные схемотехнические решения по его созданию.
- осуществлять синтез системы управления электропривода и производить расчет корректирующих элементов, обеспечивающих требуемые динамические характеристики.
- производить разработку электрических схем (функциональная схема, принципиальная схема, схема внешних подключений) проектируемого электропривода на основе выбранной элементной базы;

• **владеть:**

- навыками расчета потерь энергии и энергетических показателей при проектировании систем электропривода;
- навыками обработки и анализа результатов экспериментальных исследований электромеханических процессов, протекающих в электроприводах;
- навыками нахождения и устранения неисправностей в несложных электрических схемах электромеханических систем;
- навыками расчёта статических характеристик, переходных процессов, нагрузочных диаграмм и энергетических показателей электроприводов;
- навыками осуществления выбора мощности и типа электродвигателя и управляемого преобразователя для системы электропривода;

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Профессиональные компетенции			
ПК - 1	Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования	Электротехника и электроника 1, 2, 3 Электрические и компьютерные измерения Планирование научного эксперимента Электрические машины Теория автоматического управления 1 Метрология, стандартизация и сертификация Преобразовательные устройства	Управление качеством Интегрированные системы проектирования и управления Преддипломная практика
ПК - 2	Способность выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий	Теоретическая механика Математические методы в автоматизации Электрические машины Материаловедение	Прикладная механика Моделирование систем и процессов Автоматизация технологических процессов и производств

2 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-1, ПК-2.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код	Формулировка компетенции
ПК-1	Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции, средств и систем автоматизации, контроля, технологического оснащения, диагностики, испытаний, управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством; участвовать в работах по расчету и проектированию процессов изготовления продукции и указанных средств и систем с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-1-Б1.В.12	Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования систем электрического привода промышленных механизмов с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
1	2	3
Знает: – схемотехнические решения электроприводов различного назначения и математическое описание электромеханических процессов, протекающих в них; – состав и требования, предъявляемые к конструкторской документации на различных этапах проектирования систем электропривода; – основные методы и принципы расчёта потерь энергии и энергетических показателей систем электропривода; – основные методики синтеза и расчета параметров корректирующих элементов систем управления электропривода.	Лекции. СРС.	Вопросы к экзамену Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля.
Умеет: – производить анализ технических требований, предъявляемых к проектируемому электроприводу, и на основании проведенного анализа принимать рациональные схемотехнические решения по его созданию. – осуществлять синтез системы управления электропривода и производить расчет корректирующих элементов, обеспечивающих требуемые динамические характеристики.	Практические занятия СРС.	Индивидуальное задание по тематике практических занятий. Индивидуальное задание к курсовому проекту

1	2	3
Владеет: – навыками расчета потерь энергии и энергетических показателей при проектировании систем электропривода; – навыками нахождения и устранения неисправностей в несложных электрических схемах электромеханических систем.	Лабораторные работы. СРС.	Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ. Индивидуальное задание по модулю. Индивидуальное задание к курсовому проекту

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код	Формулировка компетенции
ПК-2	Способность выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-2-Б1.В.12	Способность выбирать электромеханические и силовые преобразовательные устройства и использовать методы стандартных испытаний по определению электромеханических свойств, параметров и характеристик электрического привода технологических процессов и производств.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
1	2	3
Знает: – устройство, основные понятия, принципы, закономерности, электромеханические свойства и электрические схемы присущие системам электропривода, для осуществления сравнительного анализа и выбора электромеханических и силовых преобразовательных устройств; – основные способы регулирования координат электроприводов с электродвигателями постоянного и переменного тока	Лекции. СРС.	Вопросы к экзамену Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля.
Умеет: – применять инженерные методы расчета и выбора элементов, входящих в состав разрабатываемой системы электропривода; – производить разработку электрических схем (функциональная схема, принципиальная схема, схема внешних подключений) проектируемого электропривода на основе выбранной элементной базы;	Практические занятия СРС.	Индивидуальное задание по тематике практических занятий. Индивидуальное задание к курсовому проекту

1	2	3
Владеет: – навыками расчёта статических характеристик, переходных процессов, нагрузочных диаграмм и энергетических показателей электроприводов; – навыками обработки и анализа результатов экспериментальных исследований электромеханических процессов, протекающих в электроприводах; – навыками выбора мощности и типа электродвигателя и управляемого преобразователя для системы электропривода.	Практические занятия. Лабораторные работы. СРС.	Индивидуальное задание по модулю. Индивидуальное задание по тематике практических и лабораторных работ. Индивидуальное задание к курсовому проекту

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 3.1 Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		семестр 6	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная работа / в том числе в интерактивной форме	40/8	40/8
	Лекции (Л)	16	16
	в том числе в интерактивной форме	2	2
	Практические занятия (ПЗ)	6	6
	в том числе в интерактивной форме	4	4
	Лабораторные работы (ЛР)	16	16
	в том числе в интерактивной форме	2	2
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	68	68
	Изучение теоретического материала (ИТМ)	12	12
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных занятий (ИЗЛР)	12	12
	Индивидуальное задание к курсовому проекту (КП)	36	36
	Индивидуальные задания по модулю (ИЗМ)	8	8
4	Итоговая аттестация по дисциплине: экзамен	36	36
5	Трудоёмкость дисциплины		
	Всего:		
	в часах (ч)	144	144
	в зачётных единицах (ЗЕ)	4	4

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- пли- ны	Номер темы дисцип- лины	Количество часов (очная форма обучения)							Трудо- ёмкость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа					Ито- говая атте- ста- ция	самостоя тельная работа		
			всего	Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение	0,5	0,5						-	0,5
		1	1	1						-	1
		2	1	1						-	1
		3	5	1		4			7	12	
		4	5	1		4			4	9	
		5	2	1	1				1	3	
		6	7	2	1	4			4	11	
							1		-	1	
	Всего по модулю:		22,5	7,5	2	12	1	-	16	38,5 / 1,1	
2	2	7	3	1	1	1			2	5	
		8	4	1	1	2			4	8	
		9	1			1			1	2	
	3	10	1	1						1	
		11	1	1					1	2	
		12							1	1	
	Всего по модулю:		10	4	2	4	-	-	9	19 / 0,5	
3	4	13	1	1					1	2	
		14	2	1	1				1	3	
		15	2	1	1				1	3	
	5	16	1	1					-	1	
		17							4	4	
		Заключе- ние	0,5	0,5					-	0,5	
							1		-	1	
Всего по модулю:		7,5	4,5	2	-	1	-	7	14,5 / 0,4		
	Курсовой проект								36	36 / 1	
Итоговая аттестация								36		36 / 1	
Итого:			40	16	6	16	2	36	68	144 / 4	

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1 Регулирование координат электропривода

Л 7,5 часов, ПЗ 2 часа, ЛР 12 часов, СРС 16 часов, КСР 1 час

Введение

Понятие об электроприводе, как электромеханической системе, его назначение и функции. Типы электроприводов, структура и основные элементы современного электропривода. Особенности развития электропривода.

Раздел 1. Регулирование координат электропривода

Тема 1. Понятие об управлении электроприводом и регулировании его координат.

Цели и задачи регулирования координат (переменных). Основные способы регулирования координат, их показатели и характеристики. Инженерные методы оценки точности и качества регулирования координат. Понятие о системах “Управляемый преобразователь – двигатель” (УП-Д).

Тема 2. Система “Генератор-Двигатель” (Г-Д).

Принципиальная схема системы Г-Д, ее основные элементы. Уравнения, структурные схемы, статические механические характеристики, режимы работы. Регулирование скорости и торможение. Основные технико-экономические показатели. Расчет статических механических характеристик.

Тема 3. Система “Тиристорный преобразователь - двигатель” (ТП-Д).

Принципиальная схема системы ТП-Д. Уравнения, структурные схемы, статические механические характеристики с одним и двумя комплектами вентиля, режимы работы. Причины возникновения прерывистых и уравнивающих токов, их ограничение. Регулирование скорости, торможение. Расчет статических механических характеристик, коэффициент мощности и основные технико-экономические показатели вентильного электропривода постоянного тока.

Тема 4. Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода.

Законы частотного регулирования. Законы, обеспечивающие компенсацию падений напряжения на сопротивлениях обмоток статора и ротора. Статические механические характеристики при частотном управлении. Системы частотного регулирования с электромашиным и статическим преобразователем частоты. Система тиристорный (транзисторный) преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ТПЧ-АД).

Тема 5. Регулирование момента (тока) электроприводов.

Задачи регулирования момента (тока) электроприводов. Реостатное регулирование момента (тока) электродвигателей. Регулирование тока и момента асинхронного двигателя изменением импульсным методом сопротивления в цепи выпрямленного тока ротора. Регулирование момента АД при частотном

управлении. Регулирование момента в системе ИТ-Д.

Тема 6. Регулирование скорости электроприводов.

Задачи и принципы регулирования скорости. Реостатное регулирование скорости. Регулирование скорости ДНВ изменением магнитного потока. Регулирование скорости АД при питании от тиристорного регулятора напряжения. Импульсное регулирование скорости электроприводов с двигателями постоянного тока. Регулируемый электропривод переменного тока с вентильным двигателем. Принцип регулирования скорости АД в каскадных схемах и понятие об электрическом и электромеханическом каскадах. Асинхронный вентильный каскад.

Самостоятельная работа студентов

Темы для самостоятельного изучения теоретического материала (ИТМ): 3, 4, 5, 6 (пункт 4.5.1, модуль 1).

Индивидуальные задания на выполнение ИТМ включают:

ЗИТМ-3 (темы 3, 4);

ЗИТМ-4 (темы 5, 6).

Темы для выполнения индивидуальных заданий по тематике лабораторных работ: ИЗЛР-1 (пункт 4.5.3, 1); ИЗЛР-2 (пункт 4.5.3, 2); ИЗЛР-3 (пункт 4.5.3, 3).

Тема индивидуального задания по модулю 1: ИЗМ-1 (пункт 4.5.4, 1)

Модуль 2 Переходные процессы и автоматизация управления в электроприводах

Л 4 часов, ПЗ 2 часа, ЛР 4 часа, СРС 9 часов

Раздел 2. Электромеханические переходные процессы.

Тема 7. Общие сведения о переходных режимах электроприводов, уравнение электромеханического переходного процесса.

Понятие о переходных процессах электроприводов, факторы, влияющие на характер переходного процесса, классификация переходных процессов, методы анализа. Оптимальные переходные процессы. Уравнения электромеханического переходного процесса электропривода с линейной механической характеристикой $\omega_0 = \text{const}$ и $M_C = \text{const}$.

Тема 8. Переходные процессы электроприводов с линейной механической характеристикой при различных значениях ω_0 и M_C и различных режимах работы.

Переходные процессы с линейной механической характеристикой при одно и много- ступенчатом пуске и в тормозных режимах в случае $\omega_0 = \text{const}$ и $M_C = \text{const}$. Переходные процессы при $\omega_0 = \text{const}$ и $M_C = f(\omega)$, методы расчета. Уравнения переходных процессов электропривода с линейной механической характеристикой при $\omega_0 = f(t)$ и $M_C = \text{const}$.

Тема 9. Переходные процессы электропривода с двигателем независимого возбуждения при изменении магнитного потока и в системах “преобразователь-двигатель” при $\omega_0=f(t)$.

Переходные процессы электропривода с ДНВ при изменении магнитного потока. Получение математических соотношений для расчета приращений скорости в относительных единицах. Переходные процессы при пуске двигателя в системе “преобразователь-двигатель”.

Раздел 3. Автоматизация управления электроприводом в разомкнутых и замкнутых системах

Тема 10. Принципы автоматизации режимов работы электроприводов в разомкнутых системах

Принципы автоматизации процессов пуска, торможения, реверса электродвигателей в разомкнутых системах. Типовые узлы систем автоматического управления пуском, торможением и реверсированием двигателей постоянного и переменного тока.

Тема 11. Замкнутые системы «Управляемый преобразователь двигатель» с различными обратными связями.

Принципы построения и структурные схемы замкнутых систем. Система Г-Д и система ТП-Д с обратными связями по скорости, току и ЭДС. Принципиальные схемы и статические механические характеристики.

Тема 12. Элементы проектирования автоматизированных электроприводов.

Выбор системы электропривода. Унифицированные системы электроприводов (комплектный электропривод). Технические требования, технические условия, техническое задание. Номинальные параметры типового электрооборудования. Климатическое исполнение.

Самостоятельная работа студентов

Темы для самостоятельного изучения теоретического материала (ИТМ): 8, 9, 11, 12 (пункт 4.5.1, модуль 2).

Индивидуальные задания на выполнение ИТМ включают:

ЗИТМ-3 (темы 8, 9);

ЗИТМ-4 (темы 11, 12).

Темы для выполнения индивидуальных заданий по тематике лабораторных работ: ИЗЛР-4 (пункт 4.5.3, 4)

Тема индивидуального задания по модулю 2: ИЗМ-2 (пункт 4.5.4, 2)

Модуль 3 Нагрев и охлаждение электродвигателей, энергетика электроприводов

Л 4,5 часов, ПЗ 2 часа, СРС 7 часов, КСР 1 час

Раздел 4. Нагрев и охлаждение электродвигателей и выбор их по мощности.

Тема 13. Нагревание и охлаждение двигателей при длительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.

Понятие о нагрузочных диаграммах механизмов и двигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей (S1÷S8). Нагревание и охлаждение электродвигателей при длительном (S1), кратковременном (S2) и повторно-кратковременном (S3) режимах работы.

Тема 14. Методы проверки допустимой нагрузки электродвигателей.

Расчёты и выбор двигателей и иного электрооборудования при проектировании электрических приводов. Предварительный выбор электродвигателей по мощности. Проверка допустимой нагрузки двигателей по методу средних потерь. Определение потерь и КПД в электродвигателе при номинальной и не-номинальной нагрузке. Проверка допустимой нагрузки по методам эквивалентных величин (тока, момента, мощности).

Тема 15. Выбор электродвигателей по мощности.

Выбор электродвигателей по мощности для работы в режимах S1,S2,S3. Определение допустимого числа включений в час коротко-замкнутого асинхронного электродвигателя при повторно- кратковременном режиме работы. Выбор двигателей для работы в режимах S4-S8 и выбор преобразователей.

Раздел 5. Энергетика электроприводов

Тема 16. Потери энергии в установившихся режимах работы электроприводов.

Понятие об энергетике электроприводов. Потери энергии в установившемся режиме работы нерегулируемого и регулируемого электропривода. Основные математические соотношения, характеризующие потери энергии в электроприводах с двигателями постоянного и переменного тока.

Тема 17. Потери энергии при переходных режимах электроприводов и способы уменьшения потерь энергии.

Потери энергии при переходных режимах в нерегулируемом электроприводе. Потери энергии при переходных режимах в регулируемом электроприводе. Способы уменьшения потерь энергии.

Заключение.

Самостоятельная работа студентов

Темы для самостоятельного изучения теоретического материала (ИТМ): 13, 14, 15, 17 (пункт 4.5.1, модуль 3).

Индивидуальные задания на выполнение ИТМ включают:

ЗИТМ-5 (темы 13, 14, 15);

ЗИТМ-6 (темы 17).

Тема индивидуального задания по модулю 3: ИЗМ-3 (пункт 4.5.4, 3)

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	5, 6	Расчет параметров и характеристик электроприводов с двигателями постоянного тока
2	5, 6	Расчет параметров и характеристик электроприводов с двигателями переменного тока
3	7, 8	Расчёт электромеханических переходных процессов в электроприводах постоянного и переменного тока
4	13, 14	Нагревание и охлаждение электродвигателей и выбор их по мощности

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	3	Исследование статических характеристик системы «Тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока»
2	4	Исследование статических характеристик системы «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором»
3	6	Исследование статических характеристик системы «Тиристоры регулятор напряжения – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором»
4	7, 8, 9	Исследование электромеханических переходных процессов в электроприводе постоянного тока с двигателем независимого возбуждения

4.5 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.4 Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
3	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	3
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальное задание по модулю.	3
4	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ.	3
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
5	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
6	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	3
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
7	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	2
8	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	1
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальное задание по модулю.	2
9	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
11	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
12	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
13	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
14	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
15	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
17	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Индивидуальное задание по модулю.	3
	Типовое задание к курсовому проекту	36
	Итого: в ч / в 3Е	68 / 2

4.5.1 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема №3. Расчет статических механических характеристик, коэффициент мощности и основные технико-экономические показатели вентильного электропривода постоянного тока.

Тема №4. Законы, обеспечивающие компенсацию падений напряжения на сопротивлениях обмоток статора и ротора. Статические механические характеристики при частотном управлении.

Тема №5. Регулирование момента в системе ИТ-Д.

Тема №6. Импульсное регулирование скорости электроприводов с двигателями постоянного тока. Принцип регулирования скорости АД в каскадных схемах и понятие об электрическом и электромеханическом каскадах. Асинхронный вентильный каскад.

Тема №8 Переходные процессы при $\omega_0 = \text{const}$ и $M_c = f(\omega)$, методы расчета. Уравнения переходных процессов электропривода с линейной механической характеристикой при $\omega_0 = f(t)$ и $M_c = \text{const}$.

Тема №9 Переходные процессы электропривода с ДНВ при изменении магнитного потока. Получение математических соотношений для расчета приращений

скорости в относительных единицах. Переходные процессы при пуске двигателя в системе “преобразователь-двигатель”.

Тема №11 Система Г-Д и система ТП-Д с обратными связями по скорости, току и ЭДС. Принципиальные схемы и статические механические характеристики.

Тема №12 Выбор системы электропривода. Унифицированные системы электроприводов (комплектный электропривод). Технические требования, технические условия, техническое задание. Номинальные параметры типового электрооборудования. Климатическое исполнение.

Тема №13 Нагревание и охлаждение электродвигателей при длительном (S1), кратковременном (S2) и повторно-кратковременном (S3) режимах работы.

Тема №14 Определение потерь и КПД в электродвигателе при номинальной и ненормальной нагрузке. Проверка допустимой нагрузки по методам эквивалентных величин (тока, момента, мощности).

Тема №15 Определение допустимого числа включений в час короткозамкнутого асинхронного электродвигателя при повторно-кратковременном режиме работы. Выбор двигателей для работы в режимах S4-S8 и выбор преобразователей.

Тема №17 Потери энергии при переходных режимах в нерегулируемом электроприводе. Потери энергии при переходных режимах в регулируемом электроприводе. Способы уменьшения потерь энергии.

4.5.2 Темы расчётно-графических работ по тематике практических занятий

Не предусмотрены.

4.5.3 Темы индивидуальных заданий по тематике лабораторных работ

1) ИЗЛР-1. Расчёт и построение статических электромеханических и механических характеристик регулируемого по скорости вращения электропривода постоянного тока, выполненного по системе генератор-двигатель. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

2) ИЗЛР-2. Расчёт и построение статических электромеханических и механических характеристик регулируемого по скорости вращения электропривода постоянного тока, выполненного по системе тиристорный преобразователь - двигатель. Анализ регулировочных свойств и энергетики установившихся режимов двигателя постоянного тока независимого возбуждения при питании от тиристорного преобразователя. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

3) ИЗЛР-3. Анализ регулировочных свойств, расчёт и построение механических характеристик частотно-управляемого короткозамкнутого асинхронного двигателя. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

4) ИЗЛР-4. Расчёт электромеханических переходных процессов в электроприводе постоянного тока с двигателем независимо возбуждения при различных режимах его работы. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

4.5.4 Типовые темы индивидуальных заданий по модулям дисциплины:

1) Модуль 1.

ИЗМ-1. Расчёт параметров и характеристик системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока» (3 ч).

2) Модуль 2.

ИЗМ-2. Расчёт и построение переходного процесса пуска и торможения электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. (2 ч)

3) Модуль 3.

ИЗМ-3. Расчёт потерь электроэнергии в установившихся и переходных режимах работы электропривода. (3 ч)

4.5.5 Курсовой проект

Тема курсового проекта «Проектирование и расчёт регулируемого электропривода производственной установки по заданному технологическому циклу».

Целью курсового проекта является закрепление и углубление знаний по теории электрического привода, а также развитие творческой инженерной инициативы, приобретение или закрепление навыков использования средств вычислительной техники, справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Предполагается, что при его выполнении студент должен обладать определенными навыками анализа исходных данных о режимах нагрузки, построение нагрузочных диаграмм механизма и электропривода, научиться правильно выбирать электрические машины и преобразовательные устройства с учетом требований технологического процесса и современных тенденций развития автоматизированного электропривода, обосновывать целесообразность применения разомкнутой или замкнутой систем исходя из заданных условий, рассчитывать параметры и выбирать элементы принятой системы, оценивать энергетические показатели спроектированной системы электропривода.

Проект включает такие разделы, как:

- а) расчет и построение нагрузочной диаграммы механизма;
- б) предварительный выбор типа и мощности электродвигателя;
- в) выбор редуктора;
- г) выбор преобразователя;
- д) расчет статических механических характеристик, на которых двигатель будет работать по заданной тахограмме работы механизма;
- е) расчет переходных процессов за цикл работы и построение нагрузочной диаграммы электропривода;
- ж) проверка предварительно выбранного двигателя по условиям нагрева;
- з) анализ динамических показателей разомкнутой системы электропривода и их оценка;
- и) синтез замкнутой системы электропривода и расчет параметров регуляторов и статических характеристик замкнутой системы;
- к) анализ динамических качеств замкнутой системы;
- л) расчет энергетических показателей спроектированной разомкнутой системы;
- м) заключение о рациональности спроектированной системы электропривода для заданной рабочей машины и заданных условий ее работы;

5 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются и ставятся проблемные задачи, формируются команды, заслушиваются варианты решения. При проведении практических и лабораторных занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области проектирования электромеханических систем, развитие творческой инженерной инициативы, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

6 Управление и контроль освоения компетенций

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- тестовый опрос для анализа усвоения материала лекций;

6.2 Промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения заданных частей компетенций проводится по результатам выполнения различных индивидуальных заданий по видам самостоятельной работы по дисциплине. Средствами контроля являются индивидуальные задания на выполнение запланированных видов самостоятельной работы и формы представления результатов выполненной работы.

Объектами промежуточного контроля являются компоненты заявленных дисциплинарных частей компетенций. Промежуточный контроль освоения дисциплинарных компетенций проводится в течении и по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- Контрольные, тестовые работы (модуль 1, 2, 3);

- Проверка выполнения и защита индивидуальных заданий по лабораторным работам (модуль 1, 2, 3);
- Проверка выполнения и защита индивидуальных заданий по модулю (модуль 1, 2, 3);
- Защита курсового проекта (модуль 1, 2);

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

6.3.1 Зачёт

Не предусмотрен.

6.3.2 Экзамен

6.3.2.1 Порядок проведения экзамена

Экзамен по дисциплине «Электрический привод» проводится в устной форме по билетам. Билет содержит три теоретических вопроса, охватывающие разные разделы дисциплины.

К сдаче экзамена допускаются студенты, сдавшие и защитившие отчёты по лабораторным работам и индивидуальным заданиям по модулям и получившие удовлетворительные оценки по результатам промежуточной аттестации.

Экзаменационная оценка проставляется при удовлетворительном устном ответе на вопросы, указанные в экзаменационном билете.

6.3.2.2 Программа экзамена

Регулирование координат электропривода.

Понятие об управлении электроприводом и регулировании его координат.

Цели и задачи регулирования координат (переменных). Основные способы регулирования координат, их показатели и характеристики. Инженерные методы оценки точности и качества регулирования координат. Понятие о системах «Управляемый преобразователь – двигатель» (УП-Д).

Система «Генератор-Двигатель» (Г-Д).

Принципиальная схема системы Г-Д, ее основные элементы. Уравнения, структурные схемы, статические механические характеристики, режимы работы. Регулирование скорости и торможение. Основные технико-экономические показатели. Расчет статических механических характеристик.

Система «Тиристорный преобразователь - двигатель» (ТП-Д).

Принципиальная схема системы ТП-Д. Уравнения, структурные схемы, статические механические характеристики с одним и двумя комплектами вентиля, режимы работы. Причины возникновения прерывистых и уравнивающих токов, их ограничение. Регулирование скорости, торможение. Расчет статических механических характеристик, коэффициент мощности и основные технико-экономические показатели вентильного электропривода постоянного тока.

Частотное регулирование скорости асинхронного электропривода.

Законы частотного регулирования. Законы, обеспечивающие компенсацию падений напряжения на сопротивлениях обмоток статора и ротора. Статические механические характеристики при частотном управлении. Системы частотного регулирования с электромашинным и статическим преобразователем частоты. Система тиристорный (транзисторный) преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ТПЧ-АД).

Регулирование момента (тока) электроприводов.

Задачи регулирования момента (тока) электроприводов. Реостатное регулирование момента (тока) электродвигателей. Регулирование тока и момента асинхронного двигателя изменением импульсным методом сопротивления в цепи выпрямленного тока ротора. Регулирование момента АД при частотном управлении. Регулирование момента в системе ИТ-Д.

Регулирование скорости электроприводов.

Задачи и принципы регулирования скорости. Реостатное регулирование скорости. Регулирование скорости ДНВ изменением магнитного потока. Регулирование скорости АД при питании от тиристорного регулятора напряжения. Импульсное регулирование скорости электроприводов с двигателями постоянного тока. Регулируемый электропривод переменного тока с вентильным двигателем. Принцип регулирования скорости АД в каскадных схемах и понятие об электрическом и электромеханическом каскадах. Асинхронный вентильный каскад.

Электромеханические переходные процессы.

Общие сведения о переходных режимах электроприводов, уравнение электромеханического переходного процесса.

Понятие о переходных процессах электроприводов, факторы, влияющие на характер переходного процесса, классификация переходных процессов, методы анализа. Оптимальные переходные процессы. Уравнения электромеханического переходного процесса электропривода с линейной механической характеристикой $\omega_0 = \text{const}$ и $M_C = \text{const}$.

Переходные процессы электроприводов с линейной механической характеристикой при различных значениях ω_0 и M_C и различных режимах работы.

Переходные процессы с линейной механической характеристикой при одно и много- ступенчатом пуске и в тормозных режимах в случае $\omega_0 = \text{const}$ и $M_C = \text{const}$. Переходные процессы при $\omega_0 = \text{const}$ и $M_C = f(\omega)$, методы расчета. Уравнения переходных процессов электропривода с линейной механической характеристикой при $\omega_0 = f(t)$ и $M_C = \text{const}$.

Переходные процессы электропривода с двигателем независимого возбуждения при изменении магнитного потока и в системах “преобразователь-двигатель” при $\omega_0 = f(t)$.

Переходные процессы электропривода с ДНВ при изменении магнитного потока. Получение математических соотношений для расчета приращений скорости в относительных единицах. Переходные процессы при пуске двигателя в системе “преобразователь-двигатель”.

Автоматизация управления электроприводом в разомкнутых и замкнутых системах.

Принципы автоматизации режимов работы электроприводов в разомкнутых системах

Принципы автоматизации процессов пуска, торможения, реверса электродвигателей в разомкнутых системах. Типовые узлы систем автоматического управления пуском, торможением и реверсированием двигателей постоянного и переменного тока.

Замкнутые системы «Управляемый преобразователь двигатель» с различными обратными связями.

Принципы построения и структурные схемы замкнутых систем электропривода. Система Г-Д и система ТП-Д с обратными связями по скорости, току и ЭДС. Принципиальные схемы и статические механические характеристики.

Элементы проектирования автоматизированных электроприводов.

Выбор системы электропривода. Унифицированные системы электроприводов (комплектный электропривод). Технические требования, технические условия, техническое задание. Номинальные параметры типового электрооборудования. Климатическое исполнение.

Нагрев и охлаждение электродвигателей и выбор их по мощности.

Нагревание и охлаждение двигателей при длительном, кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы.

Понятие о нагрузочных диаграммах механизмов и двигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей (S1÷S8). Нагревание и охлаждение электродвигателей при длительном (S1), кратковременном (S2) и повторно-кратковременном (S3) режимах работы.

Методы проверки допустимой нагрузки электродвигателей.

Расчёты и выбор двигателей и иного электрооборудования при проектировании электрических приводов. Предварительный выбор электродвигателей по мощности. Проверка допустимой нагрузки двигателей по методу средних потерь. Определение потерь и КПД в электродвигателе при номинальной и не-номинальной нагрузке. Проверка допустимой нагрузки по методам эквивалентных величин (тока, момента, мощности).

Выбор электродвигателей по мощности.

Выбор электродвигателей по мощности для работы в режимах S1, S2, S3. Определение допустимого числа включений в час коротко-замкнутого асинхронного электродвигателя при повторно-кратковременном режиме работы. Выбор двигателей для работы в режимах S4-S8 и выбор преобразователей.

Энергетика электроприводов.

Потери энергии в установившихся режимах работы электроприводов.

Понятие об энергетике электроприводов. Потери энергии в установившемся режиме работы нерегулируемого и регулируемого электропривода. Основные математические соотношения, характеризующие потери энергии в электроприводах с двигателями постоянного и переменного тока.

Потери энергии при переходных режимах электроприводов и способы уменьшения потерь энергии.

Потери энергии при переходных режимах в нерегулируемом электроприводе. Потери энергии при переходных режимах в регулируемом электроприводе. Способы уменьшения потерь энергии.

6.3.2.3 Контрольно-измерительные материалы

Вопросы к экзамену:

1. Цели и задачи регулирования координат электропривода. Основные показатели и характеристики способов регулирования координат.
2. Система «генератор-двигатель» (Г-Д). Статические механические характеристики, режимы работы, регулирование скорости, торможение. Основные технико-экономические показатели системы.
3. Система «тиристорный преобразователь-двигатель» (ТП-Д). Статические и механические характеристики, режимы работы, регулирование скорости, реверсирование и торможение. Основные технико-экономические показатели системы.
4. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя. Законы частотного регулирования в разомкнутых и замкнутых системах электропривода.
5. Регулирование скорости асинхронного двигателя в схемах с электромашинным и статическим преобразователями частоты. Система «транзисторный преобразователь частоты - асинхронный двигатель»
6. Задачи и способы регулирования момента (тока) электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока.
7. Задачи и способы регулирования скорости электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока.
8. Регулируемый электропривод переменного тока с вентильным двигателем.
9. Принцип регулирования скорости АД в каскадных схемах и понятие об электрическом и электромеханическом каскадах.
10. Понятие о переходных процессах электроприводов, их классификация. Оптимальные переходные процессы.
11. Уравнения электромеханического переходного процесса электропривода с линейной механической характеристикой при $\omega_0 = const$ и $M_c = const$.
12. Переходный процесс электропривода с линейной характеристикой при одно- и многоступенчатом пуске при $\omega_0 = const$ и $M_c = const$.
13. Переходные процессы электропривода с линейной характеристикой при $\omega_0 = const$ и $M_c = const$ в тормозных режимах.
14. Переходные процессы электропривода с линейной и нелинейной характери-

стикой при $\omega_0 = \text{const}$ и $M_c = f(\omega)$.

15. Переходные процессы электропривода с линейной характеристикой при $\omega_0 = f(t)$ и $M_c = \text{const}$.

16. Переходный процесс электропривода привода с двигателем независимого возбуждения при изменении магнитного потока.

17. Принципы автоматизации режимов работы электроприводов в разомкнутых системах. Типовые схемы автоматического управления пуском, торможением и реверсированием двигателей постоянного и переменного тока.

18. Принципы построения и структурные схемы замкнутых систем автоматического управления электроприводом.

19. Проектирование систем электропривода. Технические требования, технические условия, техническое задание.

20. Понятие о нагрузочных диаграммах механизмов и двигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей (S1÷S8).

21. Нагревание и охлаждение двигателей при длительном (S1) режиме работы.

22. Нагревание двигателей при кратковременном (S2) режиме работы.

24. Нагревание двигателей при повторно-кратковременном (S3) режиме работы.

25. Предварительный выбор двигателей по мощности и проверка допустимой нагрузки по методу средних потерь.

26. Проверка допустимой нагрузки двигателей по методам эквивалентного тока, момента, мощности.

27. Выбор двигателей по мощности при длительном (S1) режиме работы.

28. Выбор двигателей по мощности при кратковременном (S2) режиме работы.

29. Выбор двигателей по мощности при повторно-кратковременном (S3) режиме работы.

30. Выбор двигателей для работы в режимах S4-S8 и выбор преобразователей.

31. Определение допустимого числа включений в час короткозамкнутого асинхронного электродвигателя при повторно-кратковременном режиме работы.

32. Потери энергии при установившихся режимах работы в нерегулируемом и регулируемом электроприводе.

33. Потери энергии при переходных режимах в нерегулируемом электроприводе и способы уменьшения потерь.

34. Потери энергии при переходных режимах в регулируемом электроприводе. Способы уменьшения потерь энергии.

Пример экзаменационного билета

**Министерство
образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования**

**ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра МСА

Дисциплина:
«Электрический привод»

Экзаменационный билет №1

1. Регулируемый электропривод переменного тока с вентильным двигателем.

2. Уравнения электромеханического переходного процесса электропривода с линейной механической характеристикой при $\omega_0 = const$ и $M_c = const$.

3. Предварительный выбор двигателей по мощности и проверка допустимой нагрузки по методу средних потерь.

«___» _____ 201_ г.

Зав. кафедрой МСА _____

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТТ	ПТ	КП	ПЗ	ЛР	экзамен
1	2	3	4	5	6	7
Знает:						
– схемотехнические решения электроприводов различного назначения и математическое описание электромеханических процессов, протекающих в них (ПК-1).	+	+				+
– состав и требования, предъявляемые к конструкторской документации на различных этапах проектирования систем электропривода (ПК-1).	+	+				+
– основные методы и принципы расчёта потерь энергии и энергетических показателей систем электропривода (ПК-1).	+	+				+
– основные методики синтеза и расчета параметров корректирующих элементов систем управления электропривода (ПК-1).	+	+				+
– устройство, основные понятия, принципы, закономерности, электромеханические свойства и электрические схемы присущие системам электропривода, для осуществления сравнительного анализа и выбора электромеханических и силовых преобразовательных устройств (ПК-2)	+	+				+
– основные способы регулирования координат электроприводов с электродвигателями постоянного и переменного тока (ПК-2)	+	+				+
Умеет:						
– производить анализ технических требований, предъявляемых к проектируемому электроприводу, и на основании проведенного анализа принимать рациональные схемотехнические решения по его созданию (ПК-1)			+			
– осуществлять синтез системы управления электропривода и производить расчет корректирующих элементов, обеспечивающих требуемые динамические характеристики (ПК-1)			+	+		
– применять инженерные методы расчета и выбора элементов, входящих в состав разрабатываемой системы электропривода (ПК-2)			+	+		
– производить разработку электрических схем (функциональная схема, принципиальная схема, схема внешних подключений) проектируемого электропривода на основе выбранной элементной базы (ПК-2)			+		+	

1	2	3	4	5	6	7
Владеет:						
– навыками расчета потерь энергии и энергетических показателей при проектировании систем электропривода (ПК-1).			+		+	
– навыками нахождения и устранения неисправностей в несложных электрических схемах электромеханических систем (ПК-1).					+	
– навыками расчёта статических характеристик, переходных процессов, нагрузочных диаграмм и энергетических показателей электроприводов (ПК-2)					+	
– навыками обработки и анализа результатов экспериментальных исследований электромеханических процессов, протекающих в электроприводах (ПК-2);					+	
– навыками выбора мощности и типа электродвигателя и управляемого преобразователя для системы электропривода. (ПК-2)			+			

Примечание:

ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

ПТ – промежуточное тестирование по модулю (контроль знаний по модулю);

КП – выполнение индивидуального задания к курсовому проекту (оценка умений и владений);

ПЗ – выполнение заданий тематике по практических занятий и по модулю (оценка умений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой индивидуального задания (оценка умений и владений).

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 График учебного процесса по дисциплине

[illegible]

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.12 Электрический привод (полное название дисциплины)	Блок 1 (блок дисциплины) ☒ обязательная ☐ по выбору студента ☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла
15.03.04 (код направления / специальности)	Автоматизация технологических процессов и производств, профиль Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике (полное название направления подготовки / специальности)
АТПП / АТПП (аббревиатура направления / специальности)	Уровень подготовки ☐ специалист ☒ бакалавр ☐ магистр Форма обучения ☒ очная ☐ заочная ☐ очно-заочная
2015 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестр(ы) 6
Количество групп 1 Количество студентов 25	

- 1) Кузнецов Михаил Иванович, доцент,
электротехнический факультет,
кафедра микропроцессорных средств автоматизации телефон: 239-18-11,
- 2) Даденков Дмитрий Александрович, ст. преподаватель,
электротехнический факультет,
кафедра микропроцессорных средств автоматизации, телефон: 239-12-00,
e-mail: dadenkov@mail.ru

СПИСОК ИЗДАНИЙ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Москаленко, Владимир Валентинович. Электрический привод: учебник для вузов / В. В. Москаленко. – М. : Академия, 2007. – 368 с.	36
2	Ильинский, Николай Федотович. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: учебное пособие для вузов / Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко. – Москва: Академия, 2008. – 202 с.	30
3	Онищенко, Георгий Борисович. Электрический привод : учебник для вузов / Г. Б. Онищенко. – 3-е изд., испр. и доп.. - Москва: Академия, 2013. – 288 с.	2

Карта кино-
обеспеченности
в библиотеке

4	Епифанов, Алексей Павлович. Электропривод: учебник для вузов / А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гушинский; Под ред. А.П. Епифанова. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012. – 392 с.	2 + ЭБС «Лань»
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Ильинский, Николай Федотович. Основы электропривода: учебное пособие для вузов / Н. Ф. Ильинский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во МЭИ, 2007. – 221 с.	7
2	Белов, Михаил Петрович. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник для вузов / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. – Москва : Academia, 2004. – 575 с.	150
2.2 Периодические издания		
Не предусмотрено		
2.3 Нормативно-технические издания		
Не предусмотрено		
2.4 Официальные издания		
Не предусмотрено		
2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы, электронно-библиотечные системы и профессиональные базы данных		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. — Электрон. дан. (1 912 записей). — Пермь, 2014- . — Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . — Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Научная Электронная Библиотека eLibrary [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных : электрон. журн. на рус., англ., нем. яз. : реф. и наукометр. база данных] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1869- . – Режим доступа: http://elibrary.ru/ . – Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на 17 июля 2015г.
(дата составления рабочей программы)

основная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

дополнительная литература ☒ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на _____
(дата составления рабочей программы)

основная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

дополнительная литература ☐ обеспечена ☐ не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки
обеспеченности
в библиотеке _____

Н.В. Тюрикова

8.2 Компьютерные обучающие и контролирующие программы

Не предусмотрены.

8.3 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория автоматизированного электропривода и электрических машин	Кафедра МСА	07	70	20

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Лабораторный комплекс для изучения и исследования электрических машин и электрического привода	4	Оперативное управление	07

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

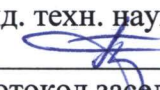
**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Электротехнический факультет
Кафедра микропроцессорных средств автоматизации

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
микропроцессорных средств
автоматизации

канд. техн. наук, доц.

 А.Б. Петроченков
Протокол заседания кафедры № 4
от 29.09.2016

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрический привод»

(наименование дисциплины по учебному плану)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и
производств

Профиль программы бакалавриата

Автоматизация технологических процессов и
производств в машиностроении и энергетике

(наименование профиля/маг. программы/специализации)

Квалификация выпускника:

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Выпускающая кафедра:

микропроцессорных средств автоматизации

(наименование кафедры)

Форма обучения:

очная

Курс: 3.

Семестр: 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

144 ч

Виды контроля:

Экзамен: 6

Зачёт: нет

Курсовой проект: 6

Курсовая работа: нет

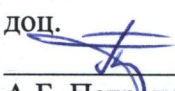
Пермь 2016

Учебно-методический комплекс дисциплины «Электрический привод» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «12» марта 2015 г. номер приказа «200» по направлению 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата);
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), программы бакалавриата «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике», утверждённой «28» мая 2015 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), программы бакалавриата «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике», утверждённого «28» апреля 2016 г.;

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин: Электротехника и электроника 1, 2, 3; Электрические и компьютерные измерения; Планирование научного эксперимента; Управление качеством; Теория автоматического управления 1, 2; Базы данных; Информационное обеспечение систем управления; Теоретическая механика; Математические методы в автоматизации; Прикладная механика; Технологические процессы автоматизированных производств; Моделирование систем и процессов; Автоматизация технологических процессов и производств; Материаловедение; Метрология, стандартизация и сертификация; Интегрированные системы проектирования и управления; Производственная практика; Преддипломная практика; Преобразовательные устройства; Электрические машины, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1	содержание стр. 1, кроме абзацев 6-9, изложить в редакции, приведенной на стр. 1а. содержание стр. 2 (абзацы 1-5) изложить в редакции, приведенной на стр. 2а. наименование раздела 1.4 «Место учебной дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников» изложить в следующей редакции: «Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы». наименование раздела 2 «Требования к результатам освоения учебной дисциплины» изложить в следующей редакции: «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы». раздел 3 «Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы» дополнить новым абзацем следующего содержания: «Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.». в табл.3.1.: а) строку п.1 «Аудиторная работа» дополнить словами «(контактная работа)»; б) строку п.4 «Итоговая аттестация по дисциплине» изложить в следующей редакции: «Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине:». в табл.4.1.: а) в строке п.1 «Количество часов (очная форма обучения)» дополнить словами «и виды занятий»; б) в столбце 9 заменить слово «аттестация» на «контроль»; в) в строке 4 заменить слово «Итоговая» на «Промежуточная». п. 4.5 «Виды самостоятельной работы студентов» считать п.5 с наименованием «Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины» После п.5 дополнить словами: «При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации: 1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически. 2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела. 3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по	Протокол заседания кафедры № 4 от 29.09.2016 г. Зав. кафедрой микропроцессорных средств автоматизации канд. техн. наук, доц.  А.Б. Петроченков

практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу. 4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7. 5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.»	
табл.4.3 «Виды самостоятельной работы студентов» считать табл.5.1	
п.4.5.1 «Изучение теоретического материала» считать п.5.1; п.4.5.2 «Курсовой проект (курсовая работа)» считать п.5.2; п.4.5.3 «Реферат» считать п.5.3; п.4.5.4 «Расчётно-графические работы» считать п.5.4; п.5 «Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций» считать п.5.5;	
наименование раздела 6 «Управление и контроль освоения компетенций» изложить в следующей редакции: «Фонд оценочных средств дисциплины».	
последний абзац п.6.3 дополнить словами «входят в состав РПД в виде приложения».	
наименование раздела 8 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» изложить в следующей редакции: «Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине».	
заменить в тексте раздела 8.: - слова «Профессиональный цикл» на «Блок 1. Дисциплины (модули)»; - код направления «220700.62» на «15.03.04»;	
изменить название раздела «Список изданий» на «8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины».	
наименование п.2.5 «Электронные информационно-образовательные ресурсы» изменить на (или внести в таблицу пункт 2.5 с наименованием) «Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины».	
дополнить п.2.5 таблицы строками: Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/. – Загл. с экрана. Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/. – Загл. с экрана. Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . –	

	Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный.	
	раздел 8.2 «Компьютерные обучающие и контролирующие программы» считать раздел 8.3 и наименование изложить в следующей редакции: «Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине».	
	после раздела 8.3 «Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине» включить подраздел 8.3.1 «Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы»	
	наименование раздела 9 изложить в следующей редакции: «Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине».	
2		
3		
4		