



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



ТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Д. И. техн. наук, проф.

Н. В. Лобов
29/06

Н. В. Лобов
2015 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»**

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 Автоматизированное управление жизненным циклом продукции
Квалификация выпускника:	бакалавр
Выпускающая кафедра:	микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения:	очная
Курс: 3 Семестр (-ы): 5	
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	7 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	252 ч
Виды контроля:	
Экзамен: 5 семестр	Курсовой проект: 5 семестр
Зачёт: -	Курсовая работа: -

Пермь
2015

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины» 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» и «Автоматизированное управление жизненным циклом продукции», утверждённой 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» и «Автоматизированное управление жизненным циклом продукции», утверждённого 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; Теория оптимизации; Методы идентификации; 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 (профиль АТПП и АУЦ); Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий; Корпоративные информационные системы; Интегрированная логистическая поддержка продукции (профиль АУЦ); Электрический привод; Преобразовательные устройства (профиль АТПП), участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчики :

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

Риз
(подпись)

М. И. Кузнецов
(инициалы, фамилия)

ст. преподаватель
(учёная степень, звание)

Дад
(подпись)

Д. А. Даденков
(инициалы, фамилия)

Рецензент

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

Костыгов
(подпись)

А.М. Костыгов
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микропроцессорных средств автоматизации «17» июня 2015 г., протокол № 36

Заведующий кафедрой,
ведущей дисциплину:

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

Петр
(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

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

Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

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

Гольдштейн
(подпись)

А.Л. Гольдштейн
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО

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

Петр
(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

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

Репецкий
(подпись)

Д. С. Репецкий

1 Общие положения

1.1 Цель дисциплины - освоение дисциплинарных компетенций по расчёту, проектированию и испытаниям современных электромеханических преобразователей энергии, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин.

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);

- способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций (ПК-20).

1.2 Задачи дисциплины:

- изучение основных теоретических положений и формул, которые описывают физические процессы в электрических машинах;

- изучение электромеханических свойств различных электрических машин, а именно: машин постоянного тока, асинхронных, синхронных, трансформаторов, а так же специальных машин.

- формирование умения выполнять исследования электрических машин, подбирать электрические приборы и собирать схемы для их исследования;

- формирование навыков использования теоретических и практических материалов по электрическим машинам для проектирования, монтажа и наладки различных электромеханических систем;

- формирование навыков испытаний электрических машин, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- электрические машины постоянного тока, переменного тока (асинхронные, синхронные), трансформаторы, специальные машины.
- устройство и принцип действия электрических машин;
- методы испытаний и обработки экспериментальных исследований электрических машин;
- методы проектирования и выбора электрических машин;

1.4 Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников.

Дисциплина «Электрические машины» относится к вариативной части цикла профессиональных дисциплин и является обязательной по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (уровень бакалавриата), профили «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике» и «Автоматизированное управление жизненным циклом продукции».

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

• знать:

- принцип действия современных типов электромеханических устройств и трансформаторов, особенности их конструкции, основные уравнения и схемы замещения;
- основные методы и подходы проектирования электрических машин;
- основные теоретические положения и формулы, которые описывают электромеханические процессы в электрических машинах;
- устройство, основные характеристики, параметры и режимы работы электрических машин и трансформаторов, для осуществления их сравнительного анализа и выбора;
- методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромеханических свойств, параметров и характеристик электрических машин;
- состав и правила оформления документации, предусмотренной при проведении испытаний электрических машин.

• уметь:

- выполнять работы по расчету и проектированию электромеханических устройств и систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных программных средств автоматизации расчетов и проектирования.
- решать задачи проектирования и эксплуатации электрических машин и трансформаторов;
- рассчитывать режимы работы, параметры и характеристики электрических машин по заданной методике и производить их выбор;
- использовать на практике методы и критерии выбора электрических машин и трансформаторов для систем автоматизации и электроснабжения;
- использовать на практике методы стандартных испытаний электрических машин;

– подбирать электрические приборы и собирать схемы для выполнения экспериментальных исследований электрических машин.

• **владеть:**

- навыками использования методов и способов проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации различных электромеханических систем;
- навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при проектировании электрических машин;
- навыком осуществления выбора электрических машин и трансформаторов при проектировании электромеханических и электроэнергетических систем;
- навыками выполнения испытаний электрических машин, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований;
- навыками использования методов моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромеханических свойств, параметров и характеристик электрических машин.

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
1	2	3	4
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 Электрический привод (профиль АТПП)	Управление качеством Теория автоматического управления 2 Базы данных Информационное обеспечение систем управления Интегрированные системы проектирования и управления Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий (профиль АУЦ) Корпоративные информационные системы (профиль АУЦ) Производственная практика Преддипломная практика

1	2	3	4
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 Электрический привод (профиль АТПП)	Прикладная механика Технологические процессы автоматизированных производств Моделирование систем и процессов Автоматизация технологических процессов и производств Интегрированная логистическая поддержка продукции (профиль АУЦ)
ПК - 20	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций	Электрические и компьютерные измерения Планирование научного эксперимента	Моделирование систем и процессов Теория автоматического управления 2 Теория оптимизации Методы идентификации

2 Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-1 ПК-2, ПК-20.

2.1 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.11	Способность собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования электрических машин; участвовать в работах по расчету и проектированию электромеханических устройств и трансформаторов с использованием современных информационных технологий, методов и средств проектирования.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – принцип действия современных типов электромеханических устройств и трансформаторов, особенности их конструкции, основные уравнения и схемы замещения; – основные методы и подходы проектирования электрических машин.	Лекции. СРС.	Вопросы к экзамену Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля.
Умеет: – выполнять работы по расчету и проектированию электромеханических устройств и систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных программных средств автоматизации расчетов и проектирования. – решать задачи проектирования и эксплуатации электрических машин и трансформаторов.	Лабораторные работы. Практические занятия. Курсовое проектирование СРС.	Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ. Индивидуальное задание по модулю. Индивидуальное задание к курсовому проекту
Владеет: – навыками использования методов и способов проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации различных электромеханических систем. – навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при проектировании электрических машин.	Лабораторные работы. Курсовое проектирование СРС.	Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ. 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.11	Способность выбирать электрические машины при проектировании электромеханических и электроэнергетических систем, использовать аналитические и численные методы для определения их электромеханических свойств, параметров и характеристик.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает – основные теоретические положения и формулы, которые описывают электро-механические процессы в электрических машинах. – устройство, основные характеристики, параметры и режимы работы электрических машин и трансформаторов, для осуществления их сравнительного анализа и выбора.	Лекции. СРС.	Вопросы к экзамену Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля.
Умеет: – использовать на практике методы и критерии выбора электрических машин и трансформаторов для систем автоматизации и электроснабжения; – рассчитывать режимы работы, параметры и характеристики электрических машин по заданной методике и производить их выбор.	Практические занятия. СРС.	Индивидуальное задание по модулю.
Владеет: – навыком осуществления выбора электрических машин и трансформаторов при проектировании электромеханических и электроэнергетических систем.	СРС.	Индивидуальное задание по модулю.

2.3 Дисциплинарная карта компетенции ПК-20

Код	Формулировка компетенции
ПК-20	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-20-Б1.В.11	Способность проводить эксперименты и испытания по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов с целью определения электромеханических свойств, параметров и характеристик электрических машин.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
1	2	3
Знает: – состав и правила оформления документации, предусмотренной проведении испытаний электрических машин. – методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромеханических свойств, параметров и характеристик электрических машин.	Лекции. СРС.	Вопросы к экзамену Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля.

1	2	3
Умеет: – использовать на практике методы стандартных испытаний электрических машин; – подбирать электрические приборы и собирать схемы для выполнения экспериментальных исследований электрических машин.	Лабораторные работы. СРС.	Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ.
Владеет: – навыками выполнения испытаний электрических машин, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований. – навыками использования методов моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромеханических свойств, параметров и характеристик электрических машин.	Лабораторные работы. Практические занятия СРС.	Индивидуальное задание по тематике лабораторных работ. Индивидуальное задание по модулю.

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 5	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная работа / в том числе в интерактивной форме	72/16	72/16
	Лекции (Л)	27	27
	– в том числе в интерактивной форме	7	7
	Практические занятия (ПЗ)	5	5
	– в том числе в интерактивной форме	5	5
	Лабораторные работы (ЛР)	36	36
	– в том числе в интерактивной форме	4	4
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	144	144
	Изучение теоретического материала (ИТМ)	36	36
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных занятий (ИЗЛР)	42	42
	Индивидуальное задание к курсовому проекту (КП)	36	36
	Индивидуальные задания по модулю (ИЗМ)	30	30
4	Итоговая аттестация по дисциплине: экзамен	36	36
5	Трудоёмкость дисциплины		
	Всего:		
	в часах (ч)	252	252
	в зачётных единицах (ЗЕ)	7	7

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Но- мер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дис- ци- пли- ны	Номер темы дисцип- лины	Количество часов (очная форма обучения)							Трудо- ёмкость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа				КСР	ито- го- вая ат- тес- та- ция	самостоя тельная работа	
			всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Введение	0,5	0,5	-	-			-	0,5
		1	8	3	1	4			4	12
		2	6	1	1	4			11	17
	2	3	2,5	2	1	-			-	3
		4	-	-	-	-			4	4
		5	6,5	2	-	4			4	10
		6	4			4			14	18
		7	2	2					3	5
							2		-	2
	Всего по модулю:		29,5	10,5	3	16	2		40	71,5 / 2
2	3	8	2	2					7	9
		9							3	3
		10	4,5	2	1	2			4	9
		11	3,5	1	-	2			2	5
	4	12	4,5	2	1	2			12	17
		13	4	2		2				4
		14	5,5	1	-	4			6	11
							1			1
Всего по модулю:		24	10	2	12	1		34	59 / 1,6	
3	5	15	1	1					7	8
		16	1	1					1	2
		17	5,5	1,5		4			10	15,5
		18	5,5	1,5		4			10	15,5
		19	1	1					6	7
		Заключе- ние	0,5	0,5						0,5
							1			1
	Всего по модулю:		14,5	6,5	-	8	1	-	34	49,5 / 1,4
	Курсовой проект								36	36 / 1
Итоговая аттестация								36	36 / 1	
Итого:			72	27	5	36	4	36	144	252 / 7

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1 Трансформаторы и асинхронные машины

Л – 10,5 часов, ПЗ – 3 часа, ЛР – 16 часов, СРС – 40 часа, КСР – 2 часа

Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.

Предмет и задачи курса, краткое историческое развитие электрических машин. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии, физические законы, лежащие в основе их работ. Состояние и перспективы развития электрических машин.

Раздел 1. Трансформаторы.

Тема 1. Конструкция и режимы работы трансформаторов.

Назначение и конструкция трансформаторов, роль трансформаторов в народном хозяйстве. Холостой ход однофазного трансформатора, режим однофазного трансформатора под нагрузкой. Режим однофазного трансформатора при коротком замыкании, КПД трансформатора.

Тема 2. Трехфазные трансформаторы.

Устройство и особенности трехфазных трансформаторов, группы соединения, параллельная работа трансформаторов. Выбор трехфазных силовых трансформаторов.

Раздел 2. Асинхронные машины.

Тема 3. Устройство и общие вопросы теории машин переменного тока.

Устройство и принцип действия асинхронной машины. Обмотки и ЭДС в машинах переменного тока. Намагничивающая сила однофазных и трехфазных обмоток в машинах переменного тока.

Тема 4. Приведение асинхронного двигателя к эквивалентному трансформатору.

Приведение параметров роторной цепи к статорной. Трехфазная асинхронная машина при вращающемся роторе. Приведение асинхронного двигателя к эквивалентному трансформатору. Векторная диаграмма и схемы замещения асинхронного двигателя.

Тема 5. Моменты асинхронной машины.

Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Электромагнитный момент асинхронной машины, максимальный вращающийся момент, расчетная формула момента.

Тема 6. Специальные асинхронные двигатели и регулирование частоты вращения.

Круговая диаграмма асинхронного двигателя с фазным ротором. Асинхронные двигатели с глубоким пазом и двойной клеткой на роторе. Асинхронный двигатель – как электромеханический преобразователь энергии. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.

Тема 7. Специальные электрические машины автоматических устройств.

Однофазный, конденсаторный, исполнительный асинхронный двигатель, сельсины, поворотный трансформатор, тахогенератор.

Самостоятельная работа студентов

Темы для самостоятельного изучения теоретического материала (ИТМ): 2, 4, 6, 7 (пункт 4.5.1).

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), ИЗЛР-4 (пункт 4.5.3, 4).

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

Модуль 2 Машины постоянного тока и синхронные машины
Л – 10 часов, ПЗ – 2 час, ЛР – 12 часов, СРС – 34 часа, КСР – 1 час

Раздел 3. Машины постоянного тока.

Тема 8. Общие вопросы генератора постоянного тока.

Общие сведения о машинах постоянного тока. Устройство и принцип действия машины постоянного тока. ЭДС и электромагнитный момент генератора постоянного тока. Реакция якоря в машинах постоянного тока.

Тема 9. Генераторы постоянного тока.

Генераторы постоянного тока: независимого, параллельного и смешанного возбуждения. Принципы обратимости машин постоянного тока.

Тема 10. Общие вопросы двигателей постоянного тока.

Двигатели постоянного тока и их классификация. Уравнения напряжения, скорости и моментов двигателя постоянного тока. Пуск в ход двигателей постоянного тока.

Тема 11. Двигатели постоянного тока и регулирование частоты вращения.

Двигатели постоянного тока: параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Тахогенератор и двигатель с постоянными магнитами.

Раздел 4. Синхронные машины.

Тема 12. Общие вопросы синхронных машин.

Назначение и роль синхронных машин. Устройство явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин. Холостой ход, реакция якоря в синхронной машине. Определение параметров синхронной машины. Векторные диаграммы ЭДС синхронного генератора.

Тема 13. Электромагнитная мощность и момент синхронной машины.

Вывод формулы электромагнитной мощности и момента синхронной машины. Угловые и U – образные характеристики. Работа синхронного генератора при $U = \text{var}, i_b = \text{const}; M = \text{const}, i_b = \text{var}$.

Тема 14. Синхронный двигатель.

Устройство, принцип действия. Пуск синхронного двигателя. Угловые и U – образные характеристики синхронного двигателя.

Самостоятельная работа студентов

Темы для самостоятельного изучения теоретического материала (ИТМ): 8, 9, 11, 12, 14 (пункт 4.5.1).

Темы для выполнения индивидуальных заданий по тематике лабораторных работ: ИЗЛР-5 (пункт 4.5.3, 5); ИЗЛР-6 (пункт 4.5.3, 6); ИЗЛР-7 (пункт 4.5.3, 7).

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

Модуль 3 Основы электрического привода

Л – 6,5 часов, ЛР – 8 часов, СРС – 34 часа, КСР – 1 час

Раздел 5 Основы электрического привода

Тема №15 Понятие об электроприводе и его механической части

Понятие об электроприводе, как электромеханической системе, его назначение и функции. Типы электроприводов, структура и основные элементы современного электропривода. Кинематическая схема электропривода. Силы и моменты, действующие в системе электропривода. Механические характеристики производственных механизмов. Приведение основных механических величин к расчетной скорости и расчетные схемы механической части электропривода.

Тема №16 Уравнения движения и режимы работы электропривода как динамической системы.

Уравнение движения электропривода. Передаточные функции и структурные схемы механической части электропривода как объекта управления. Понятие об электромеханических и механических характеристиках электродвигателей, и электромеханической связи при их работе. Статическая и динамическая жесткость характеристик. Режимы работы электромеханических преобразователей.

Тема №17 Электромеханические свойства двигателей постоянного тока.

Математическое описание процессов преобразования энергии в двигателе постоянного тока независимого (ДНВ) и последовательного (ДПВ) возбуждения. Естественные и искусственные электромеханические и механические характеристики. Тормозные режимы. Расчет естественной и искусственных механических характеристик. Расчет пусковых и тормозных сопротивлений для якорной цепи ДНВ и ДПВ.

Тема №18. Электромеханические свойства асинхронного двигателя.

Математическое описание процессов преобразования энергии в АД. Естественные механическая и электромеханическая характеристики АД. Формулы Клосса. Искусственные механические характеристики АД. Тормозные режимы АД. Расчет естественной и искусственных механических характеристик АД. Расчет пусковых сопротивлений для роторной цепи АД.

Тема №19. Расчёты и выбор электродвигателей при проектировании электрических приводов.

Общие сведения о нагреве и охлаждении электродвигателей. Понятие о нагрузочных диаграммах механизмов и двигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей (S1÷S8). Предварительный выбор электродвигателей по мощности.

Заключение.

Самостоятельная работа студентов

Темы для самостоятельного изучения теоретического материала (ИТМ): 15, 16, 17, 18, 19 (пункт 4.5.1).

Темы для выполнения индивидуальных заданий по тематике лабораторных работ: ИЗЛР-8 (пункт 4.5.3, 8), ИЗЛР-9 (пункт 4.5.3, 9);

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	1, 2	Исследование устройства и принципа действия трансформатора. Решение задач по расчету режимов работы, параметров и характеристик трансформаторов
2	3, 5	Исследование устройства и принципа действия асинхронного двигателя. Решение задач по расчету режимов работы, параметров и характеристик асинхронных машин.
3	10, 11	Исследование устройства и принципа действия машины постоянного тока. Решение задач по расчету режимов работы, параметров и характеристик машин постоянного тока.
4	12, 14	Исследование устройства и принципа действия синхронной машины. Решение задач по расчету режимов работы, параметров и характеристик синхронных маши.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	1, 2	Испытание трехфазного двухобмоточного трансформатора
2	2	Практическое определение группы соединения трансформатора
3	5	Определение КПД короткозамкнутого асинхронного двигателя методом разделения потерь
4	6	Исследование асинхронного двигателя с контактными кольцами по круговой диаграмме
5	10, 11	Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения
6	12, 13	Испытание трёхфазного синхронного генератора
7	14	Испытание трехфазного синхронного двигателя
8	17	Исследование статических характеристик электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения
9	18	Исследование статических характеристик электропривода с трёхфазным асинхронным двигателем с фазным ротором

4.5 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.4 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	4
2	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	4
	Индивидуальное задание по модулю.	5
4	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
5	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	4
6	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	4
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
	Индивидуальное задание по модулю.	6
7	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
8	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальное задание по модулю.	5
9	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
10	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	4
11	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
12	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	4
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальное задание по модулю.	6
14	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	4
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
15	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
	Индивидуальное задание по модулю.	4
16	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
17	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	7
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
18	Индивидуальные задания по тематике лабораторных работ	7
	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
19	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Индивидуальное задание по модулю.	4
	Индивидуальное задание к курсовому проекту	36
	Итого: в ч / в ЗЕ	144 / 4

4.5.1 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема №2 Параллельная работа трансформаторов. Выбор трехфазных силовых трансформаторов.

Тема №4 Приведение параметров роторной цепи к статорной. Трехфазная асинхронная машина при вращающемся роторе. Приведение асинхронного двигателя к эквивалентному трансформатору. Векторная диаграмма и схемы замещения асинхронного двигателя.

Тема №6 Специальные асинхронные двигатели и регулирование частоты вращения. Круговая диаграмма асинхронного двигателя с фазным ротором. Асин-

хронные двигатели с глубоким пазом и двойной клеткой на роторе. Асинхронный двигатель – как электромеханический преобразователь энергии. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.

Тема №7 Сельсины, поворотный трансформатор, тахогенератор.

Тема №8 Реакция якоря в машинах постоянного тока.

Тема №9 Генераторы постоянного тока: независимого, параллельного и смешанного возбуждения. Принципы обратимости машин постоянного тока.

Тема №11 Тахогенератор и двигатель с постоянными магнитами.

Тема №12 Холостой ход, реакция якоря в синхронной машине

Тема №14 Угловые и U – образные характеристики синхронного двигателя.

Тема № 15 Приведение основных механических величин к расчетной скорости и расчетные схемы механической части электропривода.

Тема № 16 Статическая и динамическая жесткость характеристик.

Тема № 17 Расчет естественной и искусственных механических характеристик. Расчет пусковых и тормозных сопротивлений для якорной цепи.

Тема № 18 Расчет естественной и искусственных механических характеристик АД. Расчет пусковых сопротивлений для роторной цепи АД.

Тема № 19 Номинальные режимы работы электродвигателей (S1÷S8).

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. Опыт холостого хода и короткого замыкания, расчёт эксплуатационных величин и характеристик трансформатора. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

2) ИЗЛР-2. Определение группы соединения трансформатора. Перемаркировка трансформатора на другую группу соединения. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

3) ИЗЛР-3. Расчёт и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя с контактными кольцами с использованием круговой диаграммы. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

4) ИЗЛР-4. Определение КПД асинхронного двигателя косвенным путём с использованием метода разделения потерь. Построение и исследование рабочих характеристик при непосредственной нагрузке. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

5) ИЗЛР-5. Устройство двигателя постоянного тока параллельного возбуждения, исследование его основных свойств путём построения рабочих и скоростных характеристик. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

6) ИЗЛР-6. Устройство синхронного генератора. Исследование свойств и режимов работы генератора с помощью характеристик и векторной диаграммы. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

7) ИЗЛР-7. Устройство и принцип действия синхронного двигателя, построение U -образных и рабочих характеристик. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

8) ИЗЛР-8. Расчет статических механических характеристик, параметров и пускорегулировочных сопротивлений для электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

9) ИЗЛР-9. Расчет статических механических характеристик и пускорегулировочных сопротивлений для электропривода с асинхронным электродвигателем. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

4.5.4 Типовые темы индивидуальных заданий по модулям дисциплины:

1) модуль 1.

– ИЗМ-1. Расчёт параметров и характеристик трехфазного силового трансформатора (5 ч).

– ИЗМ-2. Расчёт параметров и построение механических и рабочих характеристик асинхронного двигателя по круговой диаграмме (6 ч).

2) модуль 2.

– ИЗМ-3. Расчёт параметров и характеристик магнитной цепи машины постоянного тока параллельного возбуждения (5 ч).

– ИЗМ-4. Расчёт параметров и построение характеристик трехфазного синхронного турбогенератора (6 ч).

3) модуль 3.

– ИЗМ-5. Синтез расчетной схемы и определение параметров механической части электропривода (4 ч).

– ИЗМ-6. Выбор двигателя при проектировании электропривода (4 ч).

4.5.5 Курсовой проект

Тема типового курсового проекта «Проектирование и расчёт асинхронного двигателя с фазным (короткозамкнутым) ротором». Задание выдаётся по вариантам.

Целью курсового проекта является закрепление и углубление знаний по теории электрических машин, 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 овладеть определенными навыками анализа исходных данных для расчёта различных элементов электрической машины, научиться правильно определять габаритные размеры и степень защиты с учётом современных тенденции технологии изготовления электрических машин, научиться производить оценку энергетических показателей спроектированной электрической машины.

Проект включает такие разделы, как:

- а) техническое задание;
- б) выбор главных размеров;
- в) расчет зубцовой зоны статора и ротора;
- г) расчет ротора;
- д) расчет магнитной цепи;

- е) расчет параметров рабочего режима;
- ж) расчет потерь;
- з) расчет рабочих и пусковых характеристик;
- и) тепловой расчёт;
- к) заключение о рациональности спроектированной электрической машины для заданных условий работы.

Графическая часть проекта:

- 1) Общий вид с разрезом асинхронного двигателя с использованием расчётных размеров
- 2) Чертёж обмотки статора и ротора в развёрнутом виде
- 3) Чертежи пазов и зубцов статора и ротора в размерах
- 4) Графики рабочих и пусковых характеристик.

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 и практических 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 «Электрические машины» 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

Трансформаторы

Конструкция и режимы работы трансформаторов.

Назначение и конструкция трансформаторов, роль трансформаторов в народном хозяйстве. Холостой ход однофазного трансформатора, режим однофазного трансформатора под нагрузкой. Режим однофазного трансформатора при коротком замыкании, КПД трансформатора.

Трехфазные трансформаторы.

Устройство и особенности трехфазных трансформаторов, группы соединения, параллельная работа трансформаторов. Выбор трехфазных силовых трансформаторов.

Асинхронные машины.

Устройство и общие вопросы теории машин переменного тока.

Устройство и принцип действия асинхронной машины. Обмотки и ЭДС в машинах переменного тока. Намагничивающая сила однофазных и трехфазных обмоток в машинах переменного тока.

Приведение асинхронного двигателя к эквивалентному трансформатору.

Приведение параметров роторной цепи к статорной. Трехфазная асинхронная машина при вращающемся роторе. Приведение асинхронного двигателя к эквивалентному трансформатору. Векторная диаграмма и схемы замещения асинхронного двигателя.

Моменты асинхронной машины.

Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Электромагнитный момент асинхронной машины, максимальный вращающийся момент, расчетная формула момента.

Специальные асинхронные двигатели и регулирование частоты вращения.

Круговая диаграмма асинхронного двигателя с фазным ротором. Асинхронные двигатели с глубоким пазом и двойной клеткой на роторе. Асинхронный двигатель – как электромеханический преобразователь энергии. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.

Специальные электрические машины автоматических устройств.

Однофазный, конденсаторный, исполнительный асинхронный двигатель, сельсины, поворотный трансформатор, тахогенератор.

Машины постоянного тока.

Общие вопросы генератора постоянного тока.

Общие сведения о машинах постоянного тока. Устройство и принцип действия машины постоянного тока. ЭДС и электромагнитный момент генератора постоянного тока. Реакция якоря в машинах постоянного тока.

Генераторы постоянного тока.

Генераторы постоянного тока: независимого, параллельного и смешанного возбуждения. Принципы обратимости машин постоянного тока.

Общие вопросы двигателей постоянного тока.

Двигатели постоянного тока и их классификация. Уравнения напряжения, скорости и моментов двигателя постоянного тока. Пуск в ход двигателей постоянного тока.

Двигатели постоянного тока и регулирование частоты вращения.

Двигатели постоянного тока: параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Тахогенератор и двигатель с постоянными магнитами.

Синхронные машины.

Общие вопросы синхронных машин.

Назначение и роль синхронных машин. Устройство явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин. Холостой ход, реакция якоря в синхронной машине. Определение параметров синхронной машины. Векторные диаграммы ЭДС синхронного генератора.

Электромагнитная мощность и момент синхронной машины.

Вывод формулы электромагнитной мощности и момента синхронной машины. Угловые и U – образные характеристики. Работа синхронного генератора при $U = \text{var}, i_b = \text{const}, M = \text{const}, i_b = \text{var}$.

Синхронный двигатель.

Устройство, принцип действия. Пуск синхронного двигателя. Угловые и U – образные характеристики синхронного двигателя.

Основы электрического привода.

Понятие об электроприводе и его механической части.

Понятие об электроприводе, как электромеханической системе, его назначение и функции. Типы электроприводов, структура и основные элементы современного электропривода. Кинематическая схема электропривода. Силы и моменты, действующие в системе электропривода. Механические характеристики производственных механизмов. Приведение основных механических величин к расчетной скорости и расчетные схемы механической части электропривода.

Уравнения движения и режимы работы электропривода как динамической системы.

Уравнение движения электропривода. Передаточные функции и структурные схемы механической части электропривода как объекта управления. Понятие об электромеханических и механических характеристиках электродвигателей, и электромеханической связи при их работе. Статическая и динамическая жесткость характеристик. Режимы работы электромеханических преобразователей.

Электромеханические свойства двигателей постоянного тока.

Математическое описание процессов преобразования энергии в двигателе постоянного тока независимого (ДНВ) и последовательного (ДПВ) возбуждения. Естественные и искусственные электромеханические и механические характеристики. Тормозные режимы. Расчет естественной и искусственных меха-

нических характеристик. Расчет пусковых и тормозных сопротивлений для якорной цепи ДНВ и ДПВ.

Электромеханические свойства асинхронного двигателя.

Математическое описание процессов преобразования энергии в АД. Естественные механическая и электромеханическая характеристики АД. Формулы Клосса. Искусственные механические характеристики АД. Тормозные режимы АД. Расчет естественной и искусственных механических характеристик АД. Расчет пусковых сопротивлений для роторной цепи АД.

Расчёты и выбор электродвигателей при проектировании электрических приводов.

Общие сведения о нагреве и охлаждении электродвигателей. Понятие о нагрузочных диаграммах механизмов и двигателей. Номинальные режимы работы электродвигателей ($S1 \div S8$). Предварительный выбор электродвигателей по мощности.

6.3.2.3 Контрольно-измерительные материалы

Вопросы к экзамену:

Трансформаторы:

1. Устройство и принцип действия трансформатора.
2. Холостой ход однофазного трансформатора.
3. Режим короткого замыкания однофазного трансформатора.
4. Режим нагрузки однофазного трансформатора.
5. Схема замещения однофазного трансформатора.
6. Приведение параметров вторичной обмотки к первичной.
7. Совмещение режимов короткого замыкания и режима холостого хода
8. Относительное изменение напряжения – ΔU .
9. Параллельная работа трансформаторов
10. Трехфазные трансформаторы, их конструкция и особенности.
11. Группы соединения трехфазных трансформаторов.

Асинхронные машины.

12. Устройство и принципы действия асинхронного двигателя.
13. ЭДС обмотки машин переменного тока.
14. Обмотки в машинах переменного тока.
15. Приведение параметров роторной обмотки к статорной.
16. Явления, связанные с вращением ротора.
17. Приведение асинхронного двигателя к эквивалентному трансформатору.
18. Векторная диаграмма и схемы замещения асинхронного двигателя.
19. Вращающий (электромагнитный) момент асинхронной машины.
20. Максимальный (критический) момент асинхронной машины.
21. Расчетная формула момента асинхронного двигателя.
22. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.
23. Намагничивающая сила однофазной обмотки и трехфазной обмотки.
24. Асинхронные короткозамкнутые двигатели с глубоким пазом на роторе и

двойной клеткой.

Машины постоянного тока.

25. Устройство и принцип действия машины постоянного тока.
26. Петлевые обмотки машин постоянного тока.
27. Волновые обмотки машин постоянного тока.
28. ЭДС обмотки якоря машины постоянного тока.
29. Электромагнитный момент машины постоянного тока.
30. Реакция якоря в машинах постоянного тока.
31. Генератор независимого возбуждения.
32. Генератор параллельного возбуждения.
33. Генератор смешанного и последовательного возбуждения.
34. Пуск и реверсирование двигателя постоянного тока.
35. Двигатель параллельного возбуждения.
36. Двигатель последовательного возбуждения.
37. Двигатель смешанного возбуждения.
38. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока изменением сопротивления в цепи якоря.
39. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока изменением потока и подводимым напряжением.

Синхронные машины

40. Устройство и принцип действия синхронной машины.
41. Реакция якоря в синхронных машинах.
42. Основная диаграмма ЭДС явнополусной синхронной машины.
43. Преобразованная диаграмма ЭДС синхронной машины.
44. Определение параметров синхронной машины.
45. Параллельная работа синхронных машин.
46. Способы синхронизации синхронных машин.
47. Электромагнитная мощность и момент синхронной машины.
48. Режим работы синхронного генератора при $M = var, i_b = const$.
49. Режим работы синхронного генератора при $M = const, i_b = var$.
50. Векторные диаграммы и угловые характеристики синхронного двигателя.
51. Режим работы синхронного двигателя при $M = const, i_b = var$.
52. Пуск синхронного двигателя.
53. Диаграммы намагничивающих сил синхронного генератора.

Основы электрического привода

54. Понятие об электроприводе, его назначения и функции. Типы электроприводов.
55. Кинематическая схема электропривода. Силы и моменты, действующие в системе электропривода.
56. Механические характеристики производственных механизмов (типовые нагрузки электроприводов)
57. Приведение основных механических величин к расчетной скорости и составление расчетных схем механической части электропривода.
58. Уравнения движения и режимы работы электропривода как динамической

системы.

59. Понятие об электромеханических и механических характеристиках электрических двигателей, их жесткости,
60. Электромеханические свойства и тормозные режимы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
61. Электромеханические свойства и тормозные режимы двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.
62. Расчет пусковых и тормозных сопротивлений для якорной цепи двигателей постоянного тока.
63. Электромеханические свойства и тормозные режимы асинхронного двигателя.
64. Расчет пусковых сопротивлений для асинхронного двигателя с фазным ротором.
65. Номинальные режимы работы электродвигателей.
66. Понятие о нагрузочных диаграммах механизмов и двигателей, предварительный выбор электродвигателей по мощности.

Пример экзаменационного билета

**Министерство
образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра МСА

Дисциплина:
«Электрические машины»

Экзаменационный билет №1

1. Схема замещения однофазного трансформатора.

2. Электромагнитный момент машины постоянного тока.

3. Расчет пусковых сопротивлений для асинхронного двигателя с фазным ротором.

« ____ » _____ 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:						
– принцип действия современных типов электромеханических устройств и трансформаторов, особенности их конструкции, основные уравнения и схемы замещения (ПК-1).	+	+				+
– основные методы и подходы проектирования электрических машин (ПК-1).	+	+				+
– основные теоретические положения и формулы, которые описывают электромеханические процессы в электрических машинах (ПК-2).	+	+				+
– устройство, основные характеристики, параметры и режимы работы электрических машин и трансформаторов, для осуществления их сравнительного анализа и выбора (ПК-2).	+	+				+
– методы моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромеханических свойств, параметров и характеристик электрических машин (ПК-20).	+	+				+
– состав и правила оформления документации, предусмотренной проведении испытаний электрических машин (ПК-20).	+	+				+
Умеет:						
– выполнять работы по расчету и проектированию электромеханических устройств и систем в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных программных средств автоматизации расчетов и проектирования (ПК-1).			+	+		
– решать задачи проектирования и эксплуатации электрических машин и трансформаторов (ПК-1).			+	+		
– использовать на практике методы и критерии выбора электрических машин и трансформаторов для систем автоматизации и электроснабжения (ПК-2).				+		
– рассчитывать режимы работы, параметры и характеристики электрических машин по заданной методике и производить их выбор (ПК-2).			+	+		
– использовать на практике методы стандартных испытаний электрических машин (ПК-20).					+	
– подбирать электрические приборы и собирать схемы для выполнения экспериментальных исследований электрических машин (ПК-20).					+	

1	2	3	4	5	6	7
Владеет:						
– навыками использования методов и способов проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации различных электромеханических систем (ПК-1).			+		+	
– навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при проектировании электрических машин (ПК-1).			+			
– навыком осуществления выбора электрических машин и трансформаторов при проектировании электромеханических и электроэнергетических систем (ПК-2)					+	
– навыками выполнения испытаний электрических машин, обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований (ПК-20).					+	
– навыками использования методов моделирования, теоретического и экспериментального исследования для определения электромеханических свойств, параметров и характеристик электрических машин (ПК-20).			+		+	

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 индивидуального задания по практическим занятиям и 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.11 Электрические машины <i>(полное название дисциплины)</i>	Блок 1 <i>(блок дисциплины)</i> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;">x</td> <td>обязательная</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px;"></td> <td>по выбору студента</td> </tr> </table> </td> <td style="width: 50%; border: none;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px;"></td> <td>базовая часть цикла</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;">x</td> <td>вариативная часть цикла</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;">x</td> <td>обязательная</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px;"></td> <td>по выбору студента</td> </tr> </table>	x	обязательная		по выбору студента	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px;"></td> <td>базовая часть цикла</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;">x</td> <td>вариативная часть цикла</td> </tr> </table>		базовая часть цикла	x	вариативная часть цикла
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;">x</td> <td>обязательная</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px;"></td> <td>по выбору студента</td> </tr> </table>	x	обязательная		по выбору студента	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px;"></td> <td>базовая часть цикла</td> </tr> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;">x</td> <td>вариативная часть цикла</td> </tr> </table>		базовая часть цикла	x	вариативная часть цикла		
x	обязательная										
	по выбору студента										
	базовая часть цикла										
x	вариативная часть цикла										

15.03.04 <i>(код направления / специальности)</i>	Автоматизация технологических процессов и производств, профиль: Автоматизированное управление жизненным циклом продукции, Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении и энергетике <i>(полное название направления подготовки / специальности)</i>
--	--

АТПП / АУЦ, АТПП <i>(аббревиатура направления / специальности)</i>	Уровень подготовки <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td style="width: 30px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="width: 30px;"></td></tr> </table> специалист бакалавр магистр		x		Форма обучения <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td style="width: 30px; text-align: center;">x</td></tr> <tr><td style="width: 30px;"></td></tr> <tr><td style="width: 30px;"></td></tr> </table> очная заочная очно-заочная	x		
x								
x								

<u>2015</u> <i>(год утверждения учебного плана ООП)</i>	Семестр(ы) <u>5</u>	Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>25</u>
--	---------------------	---

- 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	Вольдек, Александр Иванович. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: учебник для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов. – Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2008. – 319 с.	24
2	Вольдек, Александр Иванович. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов. – Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2007, 2008. – 349 с.	28
3	Гольдберг, Оскар Давидович. Электромеханика : учебник для вузов / О. Д. Гольдберг, С. П. Хелемская ; Под ред. О. Д. Гольдберга. — М. : Академия, 2007. — 504 с.	38
4	Гольдберг, Оскар Давидович. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / О. Д. Гольдберг, И. С. Свириденко ; Под ред. О. Д. Гольдберга. — 3-е изд., перераб. — М. : Высш. шк., 2006. — 430 с.	20
5	Беспалов, Виктор Яковлевич. Электрические машины : учебное пособие для вузов / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Академия, 2013. — 320 с.	11
6	Прохоров, Сергей Григорьевич. Электрические машины : учебное пособие для вузов / С. Г. Прохоров, Р. А. Хуснутдинов. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2012. — 410 с.	2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Осин, Игорь Львович. Электрические машины автоматических устройств: учебное пособие для вузов / И. Л. Осин, Ф. М. Юферов. — М. : Изд-во МЭИ, 2003. — 424 с.	30
2	Кацман, Марк Михайлович. Справочник по электрическим машинам : учебное пособие для среднего профессионального образования / М. М. Кацман. — Москва : Академия, 2005. — 479 с.	19
3	Иванов-Смоленский, Алексей Владимирович. Электрические машины: учебник для вузов : в 2 т. / А. В. Иванов-Смоленский. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Изд-во МЭИ, 2004.	Т.1-15 Т.2-15
2.2 Периодические издания		
	Не предусмотрены	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не предусмотрены	
2.4 Официальные издания		
	Не предусмотрены	
2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы, электронно-библиотечные системы и профессиональные базы данных		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный	

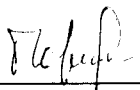
№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
	ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. — Электрон. дан. (1 912 записей). — Пермь, 2014- . — Режим доступа: 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.	
4	ScienceDirect: Engineering [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. науч. журн. и книг на англ. и нем. яз.] / Elsevier. — Amsterdam, 1995- . — Режим доступа: http://www.sciencedirect.com/ . — Загл. с экрана.	

Основные данные об обеспеченности на 17 июня 2015 г.
(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

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

«Электрические машины»

(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: 5
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	7 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	252 ч
Виды контроля:	
Экзамен: 5	Зачёт: нет Курсовой проект: 5 Курсовая работа: нет

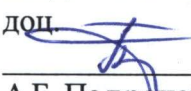
Пермь 2016

Учебно-методический комплекс дисциплины «Электрические машины» 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; Теория оптимизации; Методы идентификации; 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 (профиль АТПП и АУЦ); Проектирование единого информационного пространства виртуальных предприятий; Корпоративные информационные системы; Интегрированная логистическая поддержка продукции (профиль АУЦ); Электрический привод; Преобразовательные устройства (профиль АТПП), 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 7 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	Протокол заседания кафедры № 4 от 29.09.2016 г. Зав. кафедрой микропроцессорных средств автоматизации канд. техн. наук, доц.  А.Б. Петренков

	конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела. 3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по 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 гуманитар., 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		