

207

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Электротехнический факультет

(наименование факультета)

кафедра Электротехники и электромеханики

(наименование кафедры, ведущей дисциплину)



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
д-р техн. наук, проф.

*Handwritten signature*

Н. В. Лобов

«26» \_\_\_\_\_ 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«Электрические машины»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Программа специалитета  
Направление

21.05.04 Горное дело

(код и наименование)

Специализация программы специалитета:

Электрификация и автоматизация  
горного производства

(номер и наименование профиля/маг.  
программы/специализации)

Квалификация выпускника:

горный инженер (специалист)

(бакалавр / магистр / специалист)

Выпускающая кафедра:

Горная электромеханика

(наименование кафедры)

Форма обучения:

очная

Курс: 3

Семестр: 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Виды контроля:

Экзамен: - нет Зачёт: - 6

Курсовой проект: - нет Курсовая работа: - 6

Пермь 2017

**Учебно-методический комплекс дисциплины «Электрические машины»**

**разработан на основании:**

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 17 октября 2016 г. по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» (уровень специалитета);
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» (уровень специалитета), профиль программы специалитета «Электрификация и автоматизация горного производства», утверждённой «24» июня 2013 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» (уровень специалитета), профиль программы специалитета «Электрификация и автоматизация горного производства», утверждённого «27» октября 2016 г.

**Рабочая программа согласована** с рабочими программами дисциплин Теория автоматического управления, Теория электропривода, Автоматизированный электропривод оборудования горного производства, Монтаж и наладка электротехнического оборудования, Системы управления электроприводом, Производственная практика (научно-исследовательская практика), участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик

канд.техн.наук, доц.  Е.А. Чабанов

Рецензент

канд.техн.наук, доц.  В.А. Трефилов

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электротехники и электромеханики «22» декабря 2016 г., протокол № 10**

Заведующий кафедрой Электротехника и электромеханика, ведущей дисциплину,  
д-р. техн. наук, доц.

 Б.В. Кавалеров

**Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического факультета «23» декабря 2016 г., протокол № 12**

Председатель учебно-методической комиссии  
электротехнического факультета  
канд. техн. наук, проф.

 А.Л. Гольдштейн

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий выпускающей кафедрой  
**Горная электромеханика**  
д-р. техн. наук, проф.

 Г.Д. Трифанов

**СОГЛАСОВАНО**

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

 Д. С. Репецкий

## 1. Общие положения

**1.1 Цель учебной дисциплины** - формирование комплекса знаний умений и навыков в области основных процессов электромеханического и электромагнитного преобразования энергии в электрических машинах и трансформаторах.

**В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:**

*способность и готовность создавать и эксплуатировать электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащищенного исполнения, и их системы управления (ПСК-10.3).*

### 1.2 Задачи учебной дисциплины:

**изучение** основ теории электромеханического и статического преобразования энергии, принципа действия и эксплуатационных характеристик основных видов электрических машин и трансформаторов и особенностей их применения;

**формирование умения** самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик электрических машин;

**формирование навыков** выбора, эксплуатации и испытаний электрических машин общепромышленного применения.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- трансформаторы;
- асинхронные машины;
- синхронные машины;
- машины постоянного тока.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Электрические машины» относится к *вариативной* части блока 1 Дисциплины (модули) и является обязательной при освоении ОПОП по *профилю* «Электрификация и автоматизация горного производства».

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

#### **знать:**

- электромагнитные и электромеханические законы, лежащие в основах принципа действия трансформаторов и электрических машин;
- принцип действия современных типов электрических машин, знать особенности их конструкции, уравнения и характеристики;
- способы управления основными типами электрических машин с целью получения заданных характеристик;

#### **уметь:**

- составлять простейшие конструктивные и электрические схемы замещения электрических машин и трансформаторов;
- составлять электрические принципиальные схемы включения электрических машин в цепи электроснабжения и питания;
- расчет параметров, характеристик и технико-экономические показателей электрических машин и трансформаторов.

#### **владеть:**

- навыками элементарных расчетов электрических машин;
- навыками выполнения испытаний по лабораторному исследованию электрических машин и трансформаторов.

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	Группы последующих дисциплин
ПСК-10.3	<p>способность и готовность создавать и эксплуатировать электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащищенного исполнения, и их системы управления</p>		<p>Теория автоматического управления; Теория электропривода; Автоматизированный электропривод оборудования горного производства; Монтаж и наладка электротехнического оборудования; Системы управления электроприводом; Производственная практика (научно-исследовательская практика);</p>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части дисциплинарной компетенции ПСК-10.3.

### 2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПСК-10.3

<b>Код ПСК-10.3</b>	<b>Формулировка компетенции:</b> способность и готовность создавать и эксплуатировать электромеханические комплексы машин и оборудования горных предприятий, включая электроприводы, преобразовательные устройства, в том числе закрытого и рудничного взрывозащищенного исполнения, и их системы управления.
-------------------------	--

<b>Код ПСК-10.3 БЗ.В.02</b>	<b>Формулировка дисциплинарной части компетенции:</b> Способность эксплуатировать электрические машины и оборудование в составе электромеханических комплексов, экспериментально определять характеристики составляющего комплексы оборудования и выбирать электромеханические преобразователи для требуемых комплексов.
-------------------------------------	---

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>В результате освоения компетенции студент знает:</b> – конструкцию, принцип действия и эксплуатации, основные уравнения, основные способы управления, характеристики и технико-экономические показатели электрических машин.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля
<b>умеет:</b> – рассчитывать параметры, характеристики и технико-экономические показатели электрических машин и трансформаторов.	Практические занятия (ПЗ) Лабораторные работы (ЛР) Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам, курсовая работа)	Отчёт по ЛР. Отчёт по ПЗ. Защита курсовой работы.
<b>владеет:</b> – навыками определения параметров, рабочих и пусковых характеристик электрических машин и трансформаторов, а также проведения элементарных испытаний электрических машин и трансформаторов.	Самостоятельная работа по подготовке к зачету	Вопросы к зачету

### 3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 3 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоемкость, ч	
		По семестрам	Всего
1	<b>Аудиторная (контактная работа)</b>	<b>44</b>	<b>44</b>
	Лекции (Л)	16	16
	Лабораторные работы (ЛР)	18	18
	Практические занятия (ПЗ)	8	8
	<b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
2	<b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>	<b>64</b>	<b>64</b>
	Изучение теоретического материала	16	16
	Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям	16	16
	Курсовая работа	32	32
3	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине:	<b>зачёт</b>	<b>0</b>
4	<b>Трудоёмкость дисциплины:</b>		
	<b>Всего:</b> в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	<b>108</b> <b>3</b>	<b>108</b> <b>3</b>

**4. Содержание учебной дисциплины**  
**4.1 Модульный тематический план**

Таблица 4.1. – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий(очная форма обучения)							Итоговый контроль	Самостоятельная работа	Трудоёмкость, ч/ЗЕ
			аудиторная работа					КСР				
			всего	Л	ЛР	ПЗ	КСР					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	1	1	2,5	0,5	2					1		
		2	4,5	0,5	2	2				2		
		3	4	1	2	1				3		
		4	4	1	2	1				3		
		5	5,5	1	4		0,5			2		
<b>Итого по модулю:</b>			<b>20,5</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>0,5</b>		<b>11</b>	<b>31,5/0,875</b>		
2	2	6	0,5	0,5						4		
		7	2,5	0,5	2					4		
		8	5	1	2	2				4		
		9	2	1		1				4		
		10	1,5	1			0,5			5		
<b>Итого по модулю:</b>			<b>11,5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0,5</b>		<b>21</b>	<b>32,5/0,9</b>		
3	3	11	3	1	2					4		
		12	1	1						4		
		13	1	1						4		
		14	1,5	1			0,5			4		
<b>Итого по модулю:</b>			<b>6,5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0,5</b>		<b>16</b>	<b>22,5/0,625</b>		
4	4	15	1	1						4		
		16	1	1						4		
		17	2	1		1				4		
		18	1,5	1			0,5			4		
<b>Итого по модулю:</b>			<b>5,5</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>		<b>16</b>	<b>21,5/0,6</b>		
<b>Промежуточная аттестация</b>								зачёт				
<b>Всего:</b>			<b>44</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>64</b>	<b>108/3</b>		

## 4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины.

### Модуль 1. Трансформаторы

#### Раздел 1. Трансформаторы.

Л — 4 ч, ЛР - 12 ч, ПЗ-4 ч, СРС - 11 ч. КСР — 0,5 ч.

##### Тема 1. Принцип действия и холостой ход трансформатора

Назначение, особенности эксплуатации, область применения, принцип действия, устройство и классификация трансформаторов. Холостой ход однофазного трансформатора. Уравнение первичного напряжения при холостом ходе. ЭДС и коэффициент трансформации. Векторная диаграмма холостого хода трансформатора.

##### Тема 2. Работа однофазного трансформатора под нагрузкой

Физические условия работы трансформатора под нагрузкой. Основные уравнения. Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к первичной. Векторная диаграмма трансформатора под нагрузкой (активно-индуктивной). Уравнение МДС и токов приведенного трансформатора.

##### Тема 3. Схема замещения двухобмоточного трансформатора

Схема замещения двухобмоточного трансформатора. Опыт холостого хода трансформатора: электрическая схема, схема замещения, ток холостого хода, потери холостого хода, векторная диаграмма. Опыт короткого замыкания трансформатора: электрическая схема, схема замещения, напряжение короткого замыкания, потери короткого замыкания, векторная диаграмма. Изменение напряжения трансформатора при нагрузке. Внешняя характеристика. Энергетическая диаграмма и КПД трансформатора.

##### Тема 4. Трехфазные трансформаторы

Конструкция, схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов, предусмотренные ГОСТ. Влияние схемы соединения обмоток на отношение линейных напряжений трехфазных трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов.

##### Тема 5. Специальные трансформаторы

Устройство и особенности рабочего процесса автотрансформаторов, достоинства, недостатки и область применения. Измерительные трансформаторы: назначение, особенности работы, схемы включения.

### Модуль 2. Асинхронные машины

#### Раздел 3. Асинхронные машины.

Л-4час, ЛР-4 час, ПЗ-3 час, СРС-21 час. КСР — 0,5 ч.

##### Тема 6. Устройство и общие вопросы теории машин переменного тока

Устройство и принцип действия асинхронного двигателя (АД). Создание вращающегося магнитного поля. Основные типы обмоток машин переменного тока. ЭДС обмоток. Режимы работы асинхронных машин. Особенности эксплуатации.

##### Тема 7. Двигательный режим асинхронной машины

Холостой ход асинхронного двигателя. Трехфазная асинхронная машина при вращающемся роторе. Частота, ЭДС и ток вращающегося ротора. Магнитный поток в двигателе при работе под нагрузкой.

##### Тема 8. Основные уравнения и схемы замещения асинхронного двигателя

Уравнения напряжений и токов. Приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора. Векторная диаграмма и схемы замещения (Т-образная, Г-образная) АД. Аналогия между асинхронной машиной и трансформатором.

##### Тема 9. Вращающий момент асинхронного двигателя

Энергетическая диаграмма АД. Электромагнитный момент асинхронного двигателя, его зависимость от скольжения. Максимальный момент и критическое скольжение. Пусковой момент. Влияние напряжения сети и активного сопротивления обмотки ротора на форму механической характеристики асинхронного двигателя. Механическая характеристика АД. Расчетная формула вращающего момента. Уравнение Клосса. Рабочие характеристики



асинхронного двигателя.

#### **Тема 10. Управление асинхронными двигателями**

Способы пуска двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. АД с улучшенными пусковыми характеристиками. Способы торможения АД. Способы регулирования частоты вращения АД с короткозамкнутым и фазным ротором.

### **Модуль 3. Синхронные машины**

#### **Раздел 3. Синхронные машины.**

Л-4 час, ЛР-2 час, СРС-16 час. КСР — 0,5 ч.

#### **Тема 11. Принцип действия и основные явления при работе синхронных машин**

Назначение, область применения и особенности эксплуатации синхронных машин. Типы синхронных машин и их устройство. Способы возбуждения синхронных машин. Принцип действия синхронного генератора (СГ). Холостой ход СГ.

#### **Тема 12. Работа синхронных генераторов под нагрузкой**

Реакция якоря неявно- и явнополюсного генератора. Реакция якоря при индуктивном, емкостном и активном характере нагрузки. Векторные диаграммы синхронного генератора. Внешняя и регулировочная характеристики СГ.

#### **Тема 13. Электромагнитная мощность и момент синхронной машины**

Упрощенные векторные диаграммы СГ. Определение по векторным диаграммам электромагнитной мощности и момента на валу синхронной машины. Угловые характеристики и статическая устойчивость СГ. Работа генератора с неизменным током возбуждения. Работа генератора с неизменным моментом, U-образная характеристика.

#### **Тема 14. Синхронный двигатель**

Принцип работы и конструкция синхронного двигателя (СД). Векторные диаграммы синхронного двигателя. Угловая характеристика СД. Работа двигателя при изменении нагрузочного момента. Работа двигателя при изменении тока возбуждения. Рабочие характеристики синхронного двигателя. Пуск синхронного двигателя.

### **Модуль 4. Машины постоянного тока**

#### **Раздел 4. Машины постоянного тока.**

Л-4 час, ПЗ-1 час, СРС-16 час. КСР — 0,5 ч.

#### **Тема 15. Общие вопросы машин постоянного тока**

Устройство и принцип действия. Якорные обмотки машин постоянного тока. Реакция якоря машины постоянного тока. Коммутация в машинах постоянного тока. Способы улучшения коммутации.

#### **Тема 16. Генераторы постоянного тока**

Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения. Уравнение ЭДС для генератора постоянного тока. Генераторы постоянного тока независимого, параллельного и смешанного возбуждения: схемы включения, принцип работы, особенности эксплуатации, характеристики холостого хода, внешние и регулировочные.

#### **Тема 17. Двигатели постоянного тока**

Принцип действия и особенности эксплуатации двигателя постоянного тока. Уравнения напряжения, тока якоря, скорости вращения и момента двигателя постоянного тока. Двигатели постоянного тока параллельного, последовательного и смешанного возбуждения.

#### **Тема 18. Управление двигателями постоянного тока**

Способы пуска, торможения и реверсирование двигателей постоянного тока. Регулирование частоты вращения изменением сопротивления якорной цепи, изменением магнитного потока, изменением напряжения.

### 4.3. Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2. Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2, 3, 4	Определение основных параметров трансформаторов по их номинальным и конструктивным данным. Построение внешней характеристики трансформатора.
2	8	Определение параметров схемы замещения АД по паспортным данным.
3	9	Расчет рабочих характеристик асинхронного короткозамкнутого двигателя.
4	17	Расчет Э.Д.С. якоря, скорости вращения и электромагнитного вращающего момента двигателя постоянного тока.

### 4.4. Перечень тем лабораторных занятий

Таблица 4.3. Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	1	1. Исследование катушки с ферромагнитным сердечником.
2	2-3	2. Определение параметров и исследование однофазного двухобмоточного трансформатора при холостом ходе и под нагрузкой.
3	4	3. Определение параметров трехфазного трансформатора по опытам холостого хода и короткого замыкания.
4	4-5	4. Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора при холостом ходе и под нагрузкой. 5. Исследование схем и определение группы соединения обмоток трансформатора. 6. Параллельная работа трансформаторов.
5	7	7. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. 8. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором.
6	8	9. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по опыту холостого хода и короткого замыкания.

## 5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

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 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.

### 5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1. Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоемкость, часов
1	Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям	1
2	Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям	2
3	Изучение теоретического материала Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям	1 2
4	Изучение теоретического материала Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям	2 1
5	Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям	2
6	Изучение теоретического материала Курсовая работа	2 2
7	Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям Курсовая работа	1 3
8	Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям Курсовая работа	2 2
9	Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям Курсовая работа	1 3
10	Изучение теоретического материала Курсовая работа	2 3
11	Изучение теоретического материала Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям Курсовая работа	1 2 1
12	Изучение теоретического материала Курсовая работа	2 2
13	Изучение теоретического материала Курсовая работа	1 3

14	Изучение теоретического материала Курсовая работа	1 3
15	Изучение теоретического материала Курсовая работа	1 3
16	Изучение теоретического материала Курсовая работа	1 3
17	Изучение теоретического материала Подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям Курсовая работа	1 2 1
18	Изучение теоретического материала Курсовая работа	1 3
	Итого: <span style="float: right;">ч/ЗЕ</span>	<b>64/1,78</b>

### 5.2 Изучение теоретического материала

На самостоятельное изучение выносятся вопросы следующих тем:

Тема 3. Опыт холостого хода трансформатора: электрическая схема, схема замещения, ток холостого хода, потери холостого хода, векторная диаграмма. Опыт короткого замыкания трансформатора: электрическая схема, схема замещения, напряжение короткого замыкания, потери короткого замыкания, векторная диаграмма.

Тема 4. Параллельная работа трансформаторов.

Тема 6. Основные типы обмоток машин переменного тока.

Тема 10. Способы торможения АД.

Тема 11. Способы возбуждения синхронных машин.

Тема 12. Реакция якоря при индуктивном, емкостном и активном характере нагрузки .

Тема 13. Угловые характеристики и статическая устойчивость СГ. Работа генератора с неизменным током возбуждения. Работа генератора с неизменным моментом, U-образная характеристика.

Тема 14. Векторные диаграммы синхронного двигателя. Рабочие характеристики синхронного двигателя.

Тема 15. Якорные обмотки машин постоянного тока.

Тема 16. Генераторы постоянного тока независимого, параллельного и смешанного возбуждения: схемы включения, принцип работы, характеристики холостого хода, внешние и регулировочные.

Тема 17. Двигатели постоянного тока параллельного, последовательного и смешанного возбуждения.

Тема 18. Способы торможения и реверсирования двигателей постоянного тока.

### 5.3 Расчетно - графические работы

Не предусмотрены.

### 5.4 Перечень тем курсовых работ (проектов)

Подготовка курсовой работы (проекта) - 32 час.

Тема курсовой работы: Расчет рабочих и пусковых характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором.

№ п/п	Разделы и содержание курсовой работы	Всего часов на раздел	Формы текущего контроля успеваемости (по разделам)
1	2	3	9
1	Подготовительные расчеты	2	Обоснование принятых решений и проверка расчётов
2	Расчет рабочих характеристик	4	Обоснование принятых решений и проверка расчётов
3	Расчет пусковых сопротивлений	4	Обоснование принятых решений и проверка расчётов
4	Расчет пусковых характеристик	4	Обоснование принятых решений и проверка расчётов
5	Выполнение чертежа схемы включения двигателя	2	Обоснование принятых решений и проверка расчётов
6	Выполнение чертежа Г-образной схемы замещения	2	Обоснование принятых решений и проверка расчётов
7	Построение графиков рабочих характеристик	1	Проверка графиков
8	Построение графиков пусковых характеристик	1	Проверка графиков
9	Выполнение расчётно-пояснительной записки работы	8	Проверка расчётно-пояснительной записки
10	Подготовка к презентации работы	4	Презентация работы и защита
	<b>Итого:</b>	<b>32</b>	

### **5.5 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, а также на развитие логического мышления. 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 проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем; отработка у обучающихся навыков взаимодействия в составе коллектива; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся 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 обучающихся на достижение целей занятия.

## 6 Фонд оценочных средств дисциплины

### 6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в формах собеседования и теоретического опроса по теме.

### 6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании разделов и модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольная работа (модуль 1-4).

### 6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

#### Зачёт

- Зачет проводится в форме собеседования со студентом.
- Зачет выставляется по результатам рубежной аттестации.

Допуском к зачету является выполнение всех лабораторных, практических и курсовых работ по дисциплине.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к зачету, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

### 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) В результате освоения дисциплины студент	Вид контроля					
	ТТ	РТ	КР	ПР	ЛР	Зачёт
<b>знает:</b> – конструкцию, принцип действия и эксплуатации, основные уравнения, основные способы управления, характеристики и технико-экономические показатели электрических машин.	+	+				+
<b>умеет:</b> – рассчитывать параметры, характеристики и технико-экономические показатели электрических машин и трансформаторов.		+	+	+	+	
<b>владеет:</b> – навыками определения параметров, рабочих и пусковых характеристик электрических машин и трансформаторов, а также проведения элементарных испытаний электрических машин и трансформаторов.			+	+	+	

**7 График учебного процесса по дисциплине**

**Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине**

Виды работ	Распределение часов по учебным неделям в 6-м семестре																Итого <b>108/3</b>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Разделы	<b>P1</b>				<b>P2</b>				<b>P3</b>				<b>P4</b>				
Лекции	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Практ. занятия		1	1	1	1	1	1	1	1	1				1			8
Лабораторные работы	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
КСР				0,5				0,5				0,5				0,5	2
Курсовая работа					2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	32
Изучение теор. материала	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Подготовка к защите ЛР	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Модули	<b>M1</b>				<b>M2</b>				<b>M3</b>				<b>M4</b>				
Контр. тестирование				+				+				+				+	
Дисциплин. контроль																	<b>Зачёт</b>

**8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**  
**8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой**

<b>Б1.В.02</b> <b>Электрические машины</b>	<b>Блок 1 Дисциплины (модули)</b> <i>(цикл дисциплины)</i>
	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input type="checkbox"/> базовая часть цикла <input type="checkbox"/> по выбору студента <input checked="" type="checkbox"/> вариативная часть цикла

<b>21.05.04</b> <i>(код направления)</i>	<b>Горное дело / Электрфикация и автоматизация горного производства</b> <i>(полное название направления подготовки)</i>
---	--

<b>ГД/ЭАГП</b> <i>(аббревиатура направления / специальности)</i>	Уровень подготовки <input checked="" type="checkbox"/> специалист <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	Форма обучения <input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
---	--	---

<u>2016</u> <i>(год утверждения учебного плана ОПОП)</i>	<u>Семестр 6</u>	Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>21</u>
---	------------------	---

<u>Чабанов Е.А.</u> <i>(фамилия, инициалы преподавателя)</i>	<u>доцент</u> <i>(должность)</i>
---	-------------------------------------

<u>Электротехнический</u> <i>(факультет)</i> <u>Электротехники и электромеханики</u> <i>(кафедра)</i>	<u>2-198-057</u> <i>(контактная информация)</i>
--	--

**8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
<b>1 Основная литература</b>		
1	Шулаков Н.В. Электрические машины : конспект лекций / Н. В. Шулаков ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008 .— 324 с.	150 +ЭБ
2	Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов .— Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2010 .— 349 с.	10
3	Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов .— Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2008 .— 349 с.	20
4	Электрические машины : учебник для бакалавров / И. П. Копылов ; Под ред. И. П. Копылова .— 2-е изд., перераб. и доп .— Москва : Юрайт, 2012 .— 675 с.	1
<b>2 Дополнительная литература</b>		

Карта книго-обеспеченности в библиотеку сдана



2.1 Учебные и научные издания		
1	Электрические машины : учебник для вузов / А. В. Иванов-Смоленский .— М. : Энергия, 1980 .— 927 с.	5
2	Электрические машины : учебное пособие для вузов / Б. Ф. Токарев .— Москва : Энергоатомиздат, 1990 .— 624 с.	33
2.2 Периодические издания		
1	Научно-технический журнал «Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления».	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не используются	
2.4 Официальные издания		
	Не используются	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
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: <a href="http://elib.pstu.ru/">http://elib.pstu.ru/</a> . – Загл. с экрана.	
2	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: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> . – Загл. с экрана.	
3	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	

Основные данные об обеспеченности на 22.12.16  
(дата составления рабочей программы)

Основная литература  обеспечена  не обеспечена

Дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена

Зав. отделом комплектования  
научной библиотеки Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на \_\_\_\_\_  
(дата контроля литературы)

Основная литература  обеспечена  не обеспечена

Дополнительная литература  обеспечена  не обеспечена

Зав. отделом комплектования  
научной библиотеки \_\_\_\_\_ Н.В. Тюрикова

Карта книго-  
обеспеченности  
в библиотеку сдана

### 8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

#### 8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролируемые программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	3	4	5
1	Текстовый процессор Microsoft Office Word 2013	62445253	Создание документации.
2	Программное средство презентации Microsoft Office PowerPoint 2013	62445253	Графическое представление информации.
3	Система компьютерной алгебры MathCAD 14 university classroom	SE14RYMM EV0002-FLEX	Расчет схем, цепей, двигателей

#### 8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены

### 9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

#### 9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория электротехники	ЭТиЭМ	355, гл.к.	63	30
2	Лаборатория САПР электрических машин	ЭТиЭМ	350, гл.к.	50	25
3	Лаборатория электроники	ЭТиЭМ	347, гл.к.	50	25

#### 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	Стенд «Электрические цепи»	6	оперативное управление	355
2	Стенд «Электрические машины»	6	оперативное управление	355
3	Стенд «Электрические машины и электропривод»	6	оперативное управление	355
4	Стенд «Электроника»	6	оперативное управление	347
5	Компьютерный класс 12 посадочных мест с мультимедиапроектором и WI-FI	12	оперативное управление	350

## Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		