

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Горно-нефтяной факультет  
Кафедра «Горная электромеханика»



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
проф. докт. техн. наук  
Н.В. Лобов  
« 11 » 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«Системы управления электроприводом»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Основная образовательная программа подготовки специалистов

<b>Специальность</b>	21.05.04 Горное дело
<b>Специализация</b>	Электрификация и автоматизация горного производства
<b>Квалификация выпускника:</b>	Горный инженер (специалист)
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Горная электромеханика
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Курс: 4</b>	<b>Семестр: 8</b>
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч
<b>Вид контроля:</b>	
Экзамен: <u>нет</u>	Дифф. зачет: <u>8</u>
Курсовой проект: <u>нет</u>	Курсовая работа: <u>нет</u>

**Учебно-методический комплекс дисциплины «Системы управления электроприводом»** разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06 марта 2015 № 172 по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» (уровень специалитета)
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» (уровень специалитета), специализации «Электрификация и автоматизация горного производства», утверждённой «29» марта 2017 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» (уровень специалитета), специализации «Электрификация и автоматизация горного производства», утверждённого «27» октября 2016 г.

**Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин:** «Электротехника 1», «Социология и политология», «Информатика», «Теория автоматического управления», «Теория электропривода», «Автоматизированный электропривод оборудования горного производства», «Элементы автоматических устройств», «Автоматическое управление оборудованием горного производства», «Автоматизированные системы управления горным производством», «Автоматизированные системы управления нефтяной и газовой промышленностью», «Физические основы электроники», «Электротехника 2», «Электротехника 3», «Теория автоматического управления», «Теплотехника», «Теория электропривода», «Основы электроснабжения», «Электроснабжение горного производства», «Автоматизированный электро-привод оборудования горного производства», «Автоматика машин и установок горного производства», «Электробезопасность на горных предприятиях», «Электрические и электронные аппараты», «Теория электропривода», «Теория автоматического управления», «Автоматизированный электропривод оборудования горного производства», «Монтаж и наладка электротехнического оборудования», участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик            доцент, канд. техн. наук

 А.А. Пастухов

Рецензент             доцент, канд. техн. наук

 Р.А. Сажин


**Программа практики рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ГЭМ**  
«05» 10 2017 г., протокол № 4.

Заведующий кафедрой Горная электромеханика,  
доцент, докт. техн. наук

 Г.Д. Трифанов

**Программа одобрена учебно-методической комиссией горно-нефтяного факультета**  
«13» 11 2017 г., протокол № 3.


Председатель учебно-методической комиссии  
горно-нефтяного факультета,  
доцент, канд. геол.- минерал. наук

 О.Е. Кочнева

**СОГЛАСОВАНО**  
Заведующий кафедрой Горная электромеханика,  
доцент, докт. техн. наук

 Г.Д. Трифанов

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

 Д. С. Репецкий

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1 Цель учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – теоретическая и практическая подготовка будущих специалистов в области проектирования и эксплуатации, наладки систем управления электроприводом для горных машин и установок при добыче и переработке полезных ископаемых.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

– готовность принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством (ПСК-10-1);

– способность и готовность создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно-строительных работ (ПСК-10-1);

– способностью 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-10-1).

### 1.2 Задачи учебной дисциплины

• **формирование знаний** по теоретическим основам, принципам действия, устройству, конструктивному исполнению и правилам синтеза систем управления электроприводом переменного и постоянного тока.

• **формирование умения** выполнять расчет и оптимизацию систем управления электроприводами постоянного и переменного тока.

• **формирование навыков** синтеза систем управления электроприводами.

### 1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- принципы построения систем управления автоматизированным электроприводом;
- методы расчета систем управления электроприводами;
- структурные и принципиальные схемы систем управления современными электроприводами.

### 1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы управления электроприводом» относится к базовой части блока 1 «Дисциплины» и является обязательной дисциплиной при освоении ОПОП по направлению по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело», специализации «Электрификация и автоматизация горного производства».

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 (группы дисциплин)
<b>Профессиональные компетенции</b>			
ПК-10-1	<b>готовность</b> принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством <b>способность</b> и <b>готовность</b> создавать и эксплуатировать электротехнические системы горных предприятий, включающие в себя	Б2. Б.06 «Информатика» Б2.Б.09 «Теория автоматического управления» Б3.Б.02.01 «Теория электропривода» С1.Б.01 «Социология и политология» С2.Б.08 «Физические основы электроники»	Б3.Б.02.3 «Автоматизированный электропривод оборудования горного производства» Б3.Б.03.2 «Автоматическое управление оборудованием горного производства» С3.ДВ.01.1 «Автоматизированные системы управления горным производством»

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
	<p>комплектное электрооборудование закрытого и рудничного исполнения, электрические сети открытых и подземных горных и горно-строительных работ</p> <p><b>способность</b> и готовностью 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>С2.Б.09 «Теория автоматического управления»</p> <p>С3.Б.03 «Электротехника 1»</p> <p>С3.Б.04 «Электротехника 2»</p> <p>С3.Б.05 «Электротехника 3»</p> <p>С3.Б.20.1 «Теория электропривода».</p> <p>С3.В.02 «Основы электропитания»</p>	<p>С3.ДВ.02.2 «Автоматизированные системы управления нефтяной и газовой промышленностью»</p> <p>С3.Б.19 «Электроснабжение горного производства»</p> <p>С3.Б.20.3 «Автоматизированный электропривод оборудования горного производства»</p> <p>С3.Б.21 «Автоматика машин и установок горного производства»</p> <p>С3.Б.21.1 «Элементы автоматических устройств»</p> <p>С3.Б.22 «Электробезопасность на горных предприятиях»</p> <p>С3.В.03 «Монтаж и наладка электротехнического оборудования»</p> <p>С3.В.3 «Электрические и электронные аппараты»</p>

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПСК-10-1.

### 2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-10-1

Код	Формулировка компетенции
ПСК-10-1	Готовность принимать участие во внедрении автоматизированных систем управления производством

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
Б1.Б41 ПСК-10-1	Готовность принимать участие во внедрении на производстве автоматизированных систем управления электроприводами

### Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<b>Знает:</b> – свойства замкнутых систем электропривода; – энергетические свойства замкнутых систем электроприводов в статическом и динамическом режимах; – способы расчета систем управления электроприводов; – принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых систем управления электроприводов и их свойства.	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Вопросы для текущего и рубежного контроля.
<b>Умеет:</b> – оценивать электромеханические статические и динамические свойства и энергетику различных систем электроприводов во всех режимах работы – выбирать оборудование для замены в процессе эксплуатации и в процессе проектирования систем управления электроприводов; – применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества систем управления; – использовать компьютерные технологии моделирования и обработки результатов.	Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам)	Практические задания к контрольным работам. Отчёт по практическим занятиям
<b>Владеет:</b> – расчетом типовых структур систем управления электроприводами – моделированием систем и процессов автоматического управления электроприводами	Самостоятельная работа. Практические занятия	Вопросы к зачету

### 3 СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ И ФОРМАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам	всего	
1	<b>Аудиторная (контактная) работа</b>	–	<b>54</b>	<b>54</b>
	– в том числе в интерактивной форме	–		
	– лекции (Л)	–	18	18
	– в том числе в интерактивной форме	–	14	14
	– практические занятия (ПЗ)	–	18	18
	– в том числе в интерактивной форме	–		
	– лабораторные работы (ЛР)	–	18	18
	– в том числе в интерактивной форме	–		
2	<b>Контроль самостоятельной работы (КСР)</b>	–	<b>2</b>	<b>2</b>
3	<b>Самостоятельная работа студентов (СРС)</b>	–	<b>88</b>	<b>88</b>
	– изучение теоретического материала	–	39	39
	– расчётно-графические работы	–		
	– курсовой проект	–		
	– курсовая работа	–		
	– реферат	–		
	– подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам	–	36	36
	– подготовка отчетов по лабораторным работам	–	13	13
	– индивидуальные задания	–		
	– другие виды самостоятельной работы	–		
4	<b>Итоговый контроль (промежуточная аттестация) обучающихся по дисциплине: зачёт / экзамен</b>	–		
5	<b>Трудоёмкость дисциплины, всего:</b>			
	в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)		<b>144</b> <b>4</b>	<b>144</b> <b>4</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)							Трудоёмкость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа				КСР	итоговый контроль	самостоятельная работа	
			всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	1	Введение	0,5	0,5					0	0,5
		1	3	1	2				4	7
		2	3	1	2				4	7
		3	1	1					4	5
	<b>Всего по модулю:</b>			<b>7,5</b>	<b>3,5</b>	<b>4</b>	<b>0</b>			<b>12</b>
2	2	4	1	1					2	3
		5	1	1					2	3
	3	6	4,5	1,5	1,5	1,5			7	11,5
		7	4,5	1,5	1,5	1,5			8	12,5
		8	3	1	1	1			7	10
	4	9	8	2	2	4			11	19
		10	8	2	2	4			12	20
		11	7	1	2	4			12	19
		12	5	1	2	2			11	16
	<b>Всего по модулю:</b>			<b>42</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>1</b>		<b>72</b>
3	5	13	2	1	1				2	4
		14	2	1	1				2	4
		Заключен.	0,5	0,5						0,5
	<b>Всего по модулю:</b>			<b>4,5</b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>		<b>1</b>		<b>4</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>								<b>8</b>		
<b>Итого:</b>			<b>54</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>2</b>		<b>88</b>	<b>144</b>

### 4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

#### Введение

Л – 0,5 ч.

Цели, задачи и содержание дисциплины «Системы управления электроприводом». Роль дисциплины в формировании современного инженера. Краткий обзор систем автоматического управления электроприводами и их классификация. Основные функции, выполняемые системами автоматического управления электроприводами.

#### Модуль 1. Разомкнутые системы управления электроприводом

##### Раздел 1. Релейно-контакторные системы управления

Л – 3 ч, ПЗ – 4 ч, ЛР – \_\_\_ ч, СРС – 12 ч.

#### Тема 1. Типовые узлы релейно-контакторных систем управления электроприводами постоянного тока

Узлы управления пуском (в функции времени, в функции ЭДС якоря, в функции тока якоря). Узлы управления динамическим торможением (в функции времени и в функции ЭДС якоря). Узел торможения противовключением реверсивного электропривода постоянного тока.

#### Тема 2. Типовые узлы релейно-контакторных систем управления электроприводами переменного тока

Способы пуска АД с короткозамкнутым ротором (прямой пуск, пуск при пониженном напряжении). Узел управления реостатным пуском АД с фазным ротором в функции времени. Узел управления динамическим торможением АД в функции времени. Узел торможения противовключением реверсивного электропривода с АД. Узел управления подачей возбуждения синхронного двигателя.

### **Тема 3. Типовые узлы защиты электроприводов**

Узлы максимально-токовой защиты и защиты от перегрузок и правила выбора электрических аппаратов для этого вида защит. Узел температурной защиты двигателя. Узел защиты АД от обрыва фазы. Узлы защиты ДПТ и СД от обрыва цепи обмотки возбуждения. Узел защиты СД от выпадения из синхронизма. Защитные блокировки.

### **Модуль 2. Замкнутые системы автоматического управления электроприводами.**

#### **Раздел 2. Технические средства замкнутых систем управления электроприводами**

Л – 2 ч, ПЗ – 0 ч, ЛР – 0 ч, СРС – 4 ч.

### **Тема 4. Аналоговые элементы управления и датчики**

Типовые регуляторы систем управления ЭП, реализуемые на операционных усилителях. Нелинейные функциональные преобразователи. Командные устройства. Аналоговые датчики координат электропривода:

- датчики тока;
- датчики напряжения;
- датчики скорости (тахогенераторы постоянного и переменного тока);
- датчики положения (вращающиеся трансформаторы, сельсины).

### **Тема 5. Дискретные элементы управления и датчики**

Общая структура микропроцессорного управляющего устройства. Понятие о цифровом регуляторе.

Преобразователи сигналов:

- преобразователи кода в напряжение;
- преобразователи напряжения в код.

Дискретные датчики координат электропривода:

- импульсный индукционный датчик;
- импульсный фотодатчик;
- кодовый фотодатчик.

Сравнительный анализ цифровых и аналоговых систем управления.

### **Раздел 3. Система автоматического регулирования скорости электропривода постоянного тока**

Л – 4 ч, ПЗ – 4 ч, ЛР – 4 ч, СРС – 22 ч.

### **Тема 6. Контур регулирования тока якоря**

Функциональная схема. Выбор некомпенсируемой постоянной времени. Синтез регулятора тока. Динамические свойства контура тока. Влияние ЭДС якоря на процессы в контуре тока. Компенсация влияния ЭДС. Принцип построения датчика ЭДС якоря.

### **Тема 7. Контур регулирования скорости**

Функциональная схема контура скорости. Однократные и двукратные САР скорости и синтез регулятора скорости для этих систем. Динамические свойства САР скорости (сопоставление однократной и двукратной систем):

- реакция на скачок задающего сигнала;
- реакция на скачок момента сопротивления на валу двигателя.

Механические характеристики САР скорости.

### **Тема 8. Ограничение переменных в динамических режимах**

Процессы в САР скорости при пуске «под отсечку» и при формировании задающего сигнала с помощью задатчика интенсивности. Структурная схема и выбор параметров задатчиков интенсивности.

### **Раздел 4. Замкнутые системы автоматического регулирования скорости электроприводов переменного тока**



Л – 6 ч, ПЗ – 8 ч, ЛР - 14 ч, СРС – 46 ч.

### **Тема 9. Асинхронный электропривод с регулированием напряжения на статоре**

Функциональная схема асинхронного двигателя с регулированием напряжения на статоре, возможности, механические и электромеханические характеристики, регулировочные характеристики, зависимости выходного напряжения от его углов и нагрузки, перегрузочная способность.

### **Тема 10. Системы скалярного управления частотно-регулируемого асинхронного двигателя**

Частотное управление, частотно-токовое управление, разомкнутые системы управления, замкнутые системы частотного управления, системы частотно-токового управления.

### **Тема 11. Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного двигателя**

Понятие векторного управления, структурная схема асинхронного двигателя при управлении по вектору потокосцепления ротора, система управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора асинхронного двигателя, система управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД.

### **Тема 12. Управление синхронным двигателем**

Математическая модель синхронного двигателя с постоянными магнитами, ее особенности, механические характеристики синхронного двигателя с постоянными магнитами. Векторное управление с поперечным током якоря (частотно-токовое – в фазной и вращающейся с.к.). Двухзонное регулирование (с псевдоослаблением потока). Структурная схема ЭП, синтез регуляторов.

## **Модуль 3. Микропроцессорные средства управления электроприводами**

### **Раздел 5. Применение средств микропроцессорной техники в системах управления электроприводами.**

Л – 2 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР - 0 ч, СРС – 4 ч.

#### **Тема 13. Общие сведения**

Сравнительный анализ применения микропроцессорной техники. Задачи микропроцессорного управления электроприводами

#### **Тема 14. Программно-регулирующие контроллеры в электроприводах**

Обзор программно-регулирующих контроллеров применяемых в электроприводах, основные схемные решения. Примеры алгоритмов цифрового управления.

#### **Заключение.**

Л – 0,5 ч.

### **4.3 Перечень тем практических занятий**

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы (раздела) дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	1 (1)	Типовые схемные решения релейно-контакторных систем управления электроприводами постоянного тока
2	2 (1)	Типовые схемные решения релейно-контакторных систем управления электроприводами переменного тока
3	6,7,8 (3)	Типовые системы управления электроприводом тиристорный преобразователь – двигатель с реверсом по цепи возбуждения
4	6,7,8 (3)	Типовые системы управления электроприводом генератор–двигатель
5	10,11 (4)	Типовые системы управления электроприводом асинхронно–вентильный каскад

№ п.п.	Номер темы (раздела) дисциплины	Наименование темы практического занятия
6	9 (4)	Типовые системы управления электроприводом тиристорный преобразователь напряжения–асинхронный двигатель
7	10,11 (4)	Типовые системы управления электроприводом тиристорный преобразователь частоты с непосредственной связью с питающей сетью–асинхронный двигатель
8	10,11 (4)	Типовые системы управления электроприводом тиристорный преобразователь частоты–асинхронный двигатель
9	13 (5)	Разработка алгоритмов цифрового управления системой электроприводом

#### 4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы (раздела) дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	9,10,11 (4)	Исследование частотно-управляемого электропривода с автономным инвертором
2	9 (4)	Исследование характеристик электропривода по системе тиристорный регулятор напряжения–асинхронный двигатель
3	11 (4)	Исследование характеристики электропривода по системе преобразователь частоты синхронный электродвигатель
4	9,10,11 (4)	Исследование характеристики электропривода по системе асинхронного вентильного каскада
5	6,7,8 (3)	Исследование характеристики электропривода постоянного тока по системе тиристорный преобразователь–двигатель

## 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 двух семестров, график изучения дисциплины проведен в 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.

Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

**Тема 1.** Схемы пуска и торможения электродвигателей постоянного тока в функции скорости на основе релейно-контакторных схем

**Тема 2.** Схемы пуска и торможения электродвигателей постоянного тока в функции времени на основе релейно-контакторных схем

**Тема 4-5.** Устройство основных аналоговых и дискретных датчиков, применяемых в системах управления электроприводами.

**Тема 6-8.** Типовые системы управления электроприводом тиристорный преобразователь – двигатель с реверсом по цепи возбуждения

**Тема 9-11.** Типовые системы управления электроприводом асинхронно-вентильный каскад

**Тема 9-11.** Типовые системы управления электроприводом тиристорный преобразователь напряжения–асинхронный двигатель

**Тема 9-11.** Типовые системы управления электроприводом тиристорный преобразователь частоты с непосредственной связью с питающей сетью–асинхронный двигатель

**Тема 9-11.** Типовые системы управления электроприводом тиристорный преобразователь частоты–асинхронный двигатель

**Тема 9-11.** Типовые системы управления электроприводом вентильных двигателей

**Тема 14.** Классификация программно-регулирующие контроллеры в электроприводах.

### 5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, ч
1	Изучение теоретического материала	8
	Подготовка к практическим занятиям	4
2	Изучение теоретического материала	4
3	Подготовка к практическим занятиям	8
	Подготовка к лабораторным работам	2
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	4
	Изучение теоретического материала	8

Номер раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, ч
4	Подготовка к практическим занятиям	16
	Подготовка к лабораторным работам	6
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	9
	Изучение теоретического материала	15
5	Изучение теоретического материала	4
	Итого: в ч / в ЗЕ	88/2,44

### 5.1.1 Курсовой проект (курсовая работа)

*Не предусмотрено учебным планом*

### 5.1.2 Реферат

*Не предусмотрен учебным планом*

### 5.1.3 Расчетно-графические работы

*Не предусмотрено учебным планом*

### 5.2 Индивидуальные задания

#### Требования к индивидуальным заданиям

Индивидуальные задания являются комплексными, охватывают все темы дисциплины и выполняются в форме доклада согласно теме, выданной преподавателем. Список типовых тем:

1. Схемы пуска и торможения электродвигателей постоянного тока в шахтном контактном электровозе.

2. Схемы пуска и торможения электродвигателей конвейерной линии.

3. Аналоговые и дискретные датчики, для систем управления электроприводами.

4. Системы управления ТП-Д с реверсом по цепи возбуждения.

5. Системы управления ТП-Д с реверсом по цепи якоря.

6. Системы управления электроприводом по схеме асинхронно-вентильный каскад.

7. Системы управления ТПН-АД.

8. Системы управления электроприводом по схеме тиристорный преобразователь частоты с непосредственной связью с питающей сетью-асинхронный двигатель

9. Системы управления ТПЧ-АД.

10. Системы управления электроприводом на базе вентильных двигателей

11. Программно-регулирующие контроллеры в электроприводах.

### 5.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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. в специализированном классе. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирует ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся в форме решения задач по изучаемой теме рабочей программы. Работа студентов организована для самостоятельного выполнения задания с непрерывным контролем со стороны преподавателя для своевременного исправления и анализа допущаемых ошибок.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминируют 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 и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных части компетенций проводится в следующих формах:

- в форме опроса и проведения контрольных работ;
- оценивание работы студента на практических и лабораторных занятиях;
- оценка выполнения курсового проекта.

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

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в соответствии с графиком учебного процесса в следующих формах:

- защита отчетов по лабораторным работам;
- защита отчетов по практическим занятиям;
- защита курсового проекта;
- рубежные контрольные работы.

### 6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

#### 1) Зачёт

Условия проставления зачета по дисциплине:

- Зачет по дисциплине выставляется по итогам проведенного промежуточного контроля и при выполнении заданий всех практических занятий, лабораторных и самостоятельных работ.
- Зачет с оценкой выставляется отдельно по результатам защиты курсового проекта.

#### 2) Экзамен

Не предусмотрено

### 6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения компонентов и частей компетенций

Таблица 6.1 – Виды контроля освоения компонентов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТТ	РТ	КР	ГР (КР)	Трен. (ЛР)	Зачёт (экзамен)
<b>Знает:</b>						
– свойства замкнутых систем электропривода;	+	+				+
– энергетические свойства замкнутых систем электроприводов в статическом и динамическом режимах;	+	+				+
– способы расчета систем управления электроприводов;	+	+				+
– принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых систем управления электроприводов и их свойства.	+	+				+
<b>Умеет:</b>						
– оценивать электромеханические статические и динамические свойства и энергетику различных систем электроприводов во всех режимах работы			+	+		
– выбирать оборудование для замены в процессе эксплуатации и в процессе проектирования систем управления электроприводов;			+	+		

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ТТ	РТ	КР	ГР (КР)	Трен. (ЛР)	Зачёт (экзамен)
– применять методы анализа, синтеза и оптимизации процессов обеспечения качества систем управления;			+	+		
– использовать компьютерные технологии моделирования и обработки результатов.			+	+		
<b>Владеет:</b>						
– расчетом типовых структур систем управления электроприводами			+	+		
– моделированием систем и процессов автоматического управления электроприводами			+	+		

ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

РТ – рубежное тестирование по модулю (автоматизированная система контроля знаний);

ЛР – защита отчетов по лабораторным работам

ИЗЛР – защита индивидуального задания по лабораторным работам (оценка умений и владений);

Фонд оценочных средств проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине входит в состав РПД в виде отдельного приложения.



## 8 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

СЗ.Б.20.2 Системы управления электроприводом	<b>Блок 1. Дисциплины (модули)</b>	
(индекс и полное название дисциплины)	(цикл дисциплины)	
<input checked="" type="checkbox"/>	базовая часть цикла вариативная часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/>
		обязательная по выбору студента
21.05.04	<b>Горное дело/ Электрификация и автоматизация горного производства</b>	
(код направления подготовки / специальности)	(полное название направления подготовки / специальности)	
<b>ЭАГП</b>	Уровень подготовки:	<input checked="" type="checkbox"/> специалист <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр
(аббревиатура направления / специальности)		Форма обучения: <input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
<b>2016</b>	Семестр(-ы): <b>8</b>	Количество групп: <b>1</b> Количество студентов: <b>30</b>
(год утверждения учебного плана ООП)		
<b>Пастухов А.А.</b>	доцент, канд. техн. наук	
(фамилия, инициалы преподавателя)	(должность)	
<b>горно-нефтяной</b>		
(факультет)		
<b>Горная электромеханика</b>	<b>2-198-788</b>	
(кафедра)	(контактная информация)	



## 8.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения материала

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1 Основная литература</b>		
1	Системы управления электроприводов: учебник / В.М. Терехов, О.И. Осипов; под ред. В.М. Терехова. – Москва: Академия, 2005, 2006, 2008. – 300 с.	93
<b>2 Дополнительная литература</b>		
<b>2.1 Учебные и научные издания</b>		
1	Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: учебник для вузов / В.И. Ключев, В.М. Терехов. – Москва: Энергия, 1980. – 359 с.	41
2	Автоматизированный электропривод промышленных установок: учебное пособие для вузов / Г.Б. Онищенко [и др.]; Под ред. Г.Б. Онищенко. – Москва: РАСХН, 2001. – 520 с.	20
3	Системы автоматизированного управления электроприводами: учебное пособие / Г.И. Гульков [и др.]; Под ред. Ю.Н. Петренко. – Минск: Новое знание, 2-е изд. испр. и доп., 2007. – 383 с.	10
4	Справочник по автоматизированному электроприводу / В.Г. Алферов [и др.]; Под ред. В.А. Елисеева, А.В. Шинянского. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.	17
5	Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / Под ред. В.И. Крупович; Сост. В. Д. Астрахан [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоиздат, 1982. – 416 с.	15
<b>2.2 Периодические издания</b>		
не предусмотрены		
<b>2.3 Нормативно-технические издания</b>		
не предусмотрены		
<b>2.4 Официальные издания</b>		
не предусмотрены		
<b>2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины</b>		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов, изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1912 записей). – Пермь, 2014. – Режим доступа: <a href="http://elib.pstu.ru/">http://elib.pstu.ru/</a> . – Загл. с экрана.	
2	Cambridge Journals [Electronic resource: полнотекстовая база данных: электрон. журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge: Cambridge University Press, 1770-2012.–Режим доступа: <a href="http://journals.cambridge.org/">http://journals.cambridge.org/</a> . – Загл. с экрана. 11.	

**Основные данные об обеспеченности на***(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)*

Основная литература

 обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература

 обеспечена не обеспеченаЗав. отделом комплектования  
научной библиотеки Н.В. Тюрикова**Текущие данные об обеспеченности на***(дата контроля литературы)*

Основная литература

 обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература

 обеспечена не обеспеченаЗав. отделом комплектования  
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

**8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине****8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы**

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	Практические занятия	MatLab 8		Моделирование систем автоматического управления

**8.4 Аудио- и видео- пособия**

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео- пособия

Вид аудио-, видео- пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
		+		Курс лекций

## 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	Класс лабораторного оборудования	Кафедра ГЭМ	062	50	16

### 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	Стенд по исследованию частотно-управляемого электропривода с автономным инвертором	1	Собственность	062
2	Стенд по исследованию характеристик электропривода по системе тиристорный регулятор напряжения–асинхронный двигатель	1	Собственность	062
3	Стенд по исследованию электропривода по системе преобразователь частоты синхронный электродвигатель	1	Собственность	062
4	Стенд по исследованию характеристики электропривода по системе преобразователь частоты синхронный электродвигатель	1	Собственность	062
5	Стенд по исследованию характеристики электропривода по системе асинхронного вентильного каскада	1	Собственность	062
6	Стенд по исследованию характеристики электропривода постоянного тока по системе тиристорный преобразователь–двигатель	1	Собственность	062

## Лист регистрации изменений

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