



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

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

Н. В. Лобов

«18»

09

2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИЯ»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы бакалавриата:

Электроснабжение

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

микропроцессорных средств автоматизации

Форма обучения:

очная

Курс: 4

Семестр(ы): 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

180 3Е

Часов по рабочему учебному плану:

5ч

Виды контроля:

Экзамен: 7 семестр

Зачёт: -

Курсовой проект:

7 семестр

Курсовая работа:

-

Пермь
2017

Учебно-методический комплекс дисциплины «Производственное оборудование и его эксплуатация» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «03» сентября 2015 г. номер приказа «955» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утверждённой «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утверждённого «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин Электроэнергетическое оборудование, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Диагностика и надёжность электротехнических и электроэнергетических систем, Электрические станции и подстанции 1, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Электроэнергетические системы и сети, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Электроснабжение, Организация и планирование производств в электротехнике и электроэнергетике, Автоматизация проектирования, Энергоснабжение, Электрические станции и подстанции 2, Информационное обеспечение систем управления, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии, Микропроцессорные средства автоматизации в электроэнергетике, Средства автоматизации и управления.

Разработчики

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

(подпись)

А.М. Костыгов
(инициалы, фамилия)

(ученая степень, звание)

(подпись)

Д.Ю. Лейзгольд
(инициалы, фамилия)

Рецензент

д-р техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

В.П. Казанцев
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микропроцессорных средств автоматизации «06» сентября 2017 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой,
ведущей дисциплину

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

(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического факультета «14» 09 2017 г., протокол № 4.

Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

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

(подпись)

А.Л. Гольдштейн
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой МСА

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

(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных программ

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

(подпись)

Д.С. Репецкий
(инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций по разработке производственных электроэнергетических комплексов, включающих промышленный привод переменного и постоянного тока, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией производственного оборудования.

В процессе изучения данной дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

- Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
- Способность проводить обоснование проектных решений (ПК-4).

1.2 Задачи учебной дисциплины

- **изучение** принципов описания асинхронных (АМ), синхронных (СМ) и машинах постоянного тока (МПТ) как объектов управления в подвижной и неподвижной системах координат, основных элементов и принципов построения систем автоматического регулирования (САР) момента, тока, скорости и положения;
- **формирование умения** производить обоснованный выбор основных схемотехнических решений и параметров оборудования при проектировании комплексов производственного оборудования;
- **формирование навыков** разработки структурных схем, элементной базы и настройки систем привода, используемого в комплексе производственного оборудования.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- системы автоматического регулирования параметров привода;
- схемы и принцип действия комплексов производственного оборудования;
- методы описания машин переменного и постоянного тока;
- состав и назначение основных узлов комплексов производственного оборудования.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Производственное оборудование и его эксплуатация» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) и является *дисциплиной по выбору студентов* при освоении ОПОП по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиля «Электроснабжения».

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

• **знать:**

- основные элементы электрической части комплекса производственного оборудования на базе электропривода и его параметры;
- основные достоинства и недостатки составных элементов электрической части комплексов производственного оборудования и критерии их выбора;
- устройство, характеристики и параметры основных узлов электрической части комплексов производственного оборудования.

• **уметь:**

- определять состав и параметры элементов, входящих в комплекс производственного оборудования на базе электропривода;
- определять критерии для обоснования конкретного технического решения при разработке состава электрической части комплексов производственного оборудования;
- выбирать основные узлы электрической части комплексов производственного оборудования согласно расчетным параметрам.

• **владеть:**

- навыками выбора основных элементов электрической части комплекса производственного оборудования на базе электропривода;
- навыками обоснования конкретного технического решения при разработке состава электрической части комплексов производственного оборудования;
- навыками разработки основных узлов электрической части комплексов производственного оборудования с учетом основных характеристик.

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

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Профессиональные компетенции			
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Электроэнергетическое оборудование, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Электрические станции и подстанции 1, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Электроснабжение, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии	Организация и планирование производств в электротехнике и электроэнергетике, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Информационное обеспечение систем управления
ПК-4	Способность проводить обоснование проектных решений	Электроэнергетическое оборудование, Электрические станции и подстанции 1, Электроэнергетические системы и сети, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии	Организация и планирование производств в электроэнергетике и электротехнике, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

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

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-3, ПК-4.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код ПК-3	Формулировка компетенции
	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
Код ПК-3. Б1.ДВ.04.1	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	Способность принимать участие в проектировании электрической части комплексов производственного оборудования на базе электропривода и в разработке технологических узлов электрической части комплексов производственного оборудования в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования разрабатывать

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент Знает: – основные элементы электрической части комплекса производственного оборудования на базе электропривода и его параметры; – устройство, характеристики и параметры основных узлов электрической части комплексов производственного оборудования.	Лекции. СРС.	Контрольные вопросы для ТК и ПК. Вопросы к экзамену.
Умеет: – определять состав и параметры элементов, входящих в комплекс производственного оборудования на базе электропривода; – выбирать основные узлы электрической части комплексов производственного оборудования согласно расчетным параметрам.	Практические занятия.	Практические задания к ПК Практические задания к экзамену.
Владеет: – навыками выбора основных элементов электрической части комплекса производственного оборудования на базе электропривода; – навыками разработки основных узлов электрической части комплексов производственного оборудования с учетом основных характеристик.	ЛР. СРС. КП.	Индивидуальные задания по тематике ЛР. Задание к КП.

Примечание:

ЛР – лабораторные работы;

СРС – самостоятельная работа студентов;

КП – курсовое проектирование;

ТК – текущий контроль;

ПК – промежуточный контроль.

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

Код ПК-4	Формулировка компетенции
	Способность проводить обоснование проектных решений

Код ПК-4.Б1.ДВ.04.1	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	Способность проводить обоснование конкретного технического решения при разработке состава электрической части комплексов производственного оборудования

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент Знает: – основные достоинства и недостатки составных элементов электрической части комплексов производственного оборудования и критерии их выбора	Лекции. СРС.	Контрольные вопросы для ТК и ПК. Вопросы к экзамену.

Умеет: – определять критерии для обоснования конкретного технического решения при разработке состава электрической части комплексов производственного оборудования	Практические занятия.	Практические задания к ПК Практические задания к экзамену.
Владеет: – навыками обоснования конкретного технического решения при разработке состава электрической части комплексов производственного оборудования	ЛР. СРС. КП.	Индивидуальные задания по тематике ЛР. Задание к КП.

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 5 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	Трудоёмкость, ч	
		семестр 7	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная) работа	50	50
	Лекции (Л)	14	14
	Практические занятия (ПЗ)	8	8
	Лабораторные работы (ЛР)	28	28
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90
	- изучение теоретического материала	14	14
	- курсовой проект	36	36
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)	16	16
	- подготовка отчетов по лабораторным работам (выполнение индивидуального задания к лабораторным работам)	24	24
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>экзамен</i>	36	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	180 5	180 5

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	
			все-го	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Введение	1	1						1
		1	3	1	2				3	6
		2	1	1					1	2

		3	1	1				3	4
		4	4	1		3		4	8
1	2	5	4	1	1	2		10	14
		6	9	1		8		15	24
		7	8	1	2	5		14	22
							2		2
	Итого по модулю:		31	8	5	18	2	50	83 / 2,3
2	3	8	4	1	3			7	11
		9	1	1				7	8
		10	6	1		5		13	19
	4	11	7	2		5		13	20
		Заключение	1	1					1
							2		2
Итого по модулю:			19	6	3	10	2	40	61 / 1,7
Промежуточная аттестация:								36	
экзамен									36 / 1
Всего:			50	14	8	28	4	36	90 / 5

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение. Л – 1 ч.

Общие сведения о производственном оборудовании. Предмет и задачи дисциплины. Предмет и задачи курса, краткое историческое развитие производственных механизмов. Основные производственные механизмы. Состояние и перспективы развития систем электропитания производственного оборудования.

Модуль 1. Асинхронная машина как основа комплекса производственного оборудования

Раздел 1. Основы управления асинхронной машиной.

Л – 4 ч, ПЗ – 2 ч, ЛР – 3 ч, СРС – 11 ч.

Тема 1. Принципы управления асинхронной машиной (АМ).

Естественные и искусственные механические характеристики АМ. Реостатное регулирование скорости АМ с фазным ротором. Тиристорное регулирование скорости АМ. Импульсное регулирование скорости АМ.

Тема 2. Асинхронная машина как объект управления.

Математическое описание АМ. Способы описания АМ с разложением в различных системах координат. Структурная схема математической модели АМ. Алгоритм синтеза САР.

Тема 3. Описание АМ в системе координат, ориентированной по полю.

Приведение математического описания АМ к системе координат (х, у, 0), ориентированной по полю. Описание допущений при преобразованиях. Описание возможностей и принципа поддержания параметров АМ. САР момента АМ в осях (х, у, 0).

Тема 4. Способы управления АМ.

Частотный способ управления. Векторный способ управления. Частотно-токовый способ управления. Механические характеристики АМ. Компенсация скольжения АМ.

Раздел 2. Современные комплексы производственного оборудования на базе АМ.

Л – 3 ч, ПЗ – 3 ч, ЛР – 15 ч, СРС – 39 ч.

Тема 4. Способы управления АМ.

Частотный способ управления. Векторный способ управления. Частотно-токовый способ управления. Механические характеристики АМ. Компенсация скольжения АМ.

Тема 5. Преобразователи частоты с автономным инвертором напряжения.

Описание и принцип работы промышленного многодвигательного привода серии ЭКТ. Описание и принцип работы высоковольтного трансформаторного преобразователя частоты (ПЧ) АТ-03 и безтрансформаторного АТ-04 компании «Триол». Система регулирования тока выпрямителя.

Тема 6. Преобразователи частоты с векторным управлением.

Принцип векторного управления АМ. Описание режимов работы на примере системы «Трансвектор». Принцип работы основных функциональных блоков: преобразователь координат, устройства поворота вектора, блока развязки. Описание и принцип работы ПЧ с векторным управлением «Эратон».

Тема 7. Преобразователи частоты с частотно-токовым управлением.

Принцип частотно-токового управления АМ. Описание режимов работы на примере системы «Размер 2М». Описание основных функциональных регуляторов. Принцип управления скольжением. Управление модулем тока статора. Описание и принцип действия ПЧ с частотно-токовым управлением фирмы Siemens.

Модуль 2. Машины постоянного тока и синхронные машины как элементы комплекса производственного оборудования

Раздел 3. Системы управления синхронной машиной.

Л – 3 ч, ПЗ – 3 ч, ЛР – 5 ч, СРС – 27 ч.

Тема 8. Синхронная машина как объект управления.

Математическое описание (СМ) в осях (d, g, 0). Сравнение математических моделей АМ и СМ.

Тема 9. Преобразователи частоты с СМ.

Система управления ПЧ с зависимым инвертором тока. Управление тиристорным возбудителем. Описание и принцип действия высоковольтного ПЧ с СМ.

Тема 10. Микропроцессорные системы управления (МПСУ) с моделью машины переменного тока.

Назначение используемой модели машины переменного тока. Описание и принцип действия МПСУ в системе ПЧ-АИТ с АМ. Описание и принцип действия МПСУ в системе ПЧ-АИН с СМ.

Раздел 4. Системы импульсного управления.

Л – 2 ч, ЛР – 5 ч, СРС – 13 ч.

Тема 11. Системы импульсного управления скоростью машин постоянного и переменного тока.

Элементная база тиристорных регуляторов напряжения. Искусственные механические характеристики. Форсировка напряжения при пуске. Описание и принцип действия систем импульсного управления на примере электропривода «ЭТ6С».

Заключение. Л – 1 ч.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	1, 8	Построение естественных и искусственных характеристик АМ и СМ при различных видах регулирования
2	1	Расчет энергетических характеристик привода при частотном управлении звеном «АМ – производственный механизм»
3	7	Расчет параметров задания частоты и момента при компенсации скольжения АМ
4	5	Определение параметров звена постоянного тока для снижения влияния ПЧ на внешнюю сеть

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	4, 5	Разработка алгоритмов частотного управления скоростью ЧРП «Danfos VLT Aqua Drive»
2	7	Компенсация скольжения и разработка алгоритма ее выполнения на ЧРП «Unidrive SP»
3	6	Программирование векторного управления с разомкнутым контуром на ЧРП «Siemens Micro master 420»
4	10	Программирование с удаленного диспетчерского пункта ЧРП «ОВЕН ТПЧЗ»
5	6	Анализ характеристик ЧРП с векторным управлением в замкнутом контуре при различных моментах сопротивления нагрузки
6	11	Поддержание технологических параметров при помощи встроенных регуляторов частотного преобразователя

4.5. Курсовой проект (курсовая работа)

Тема типового курсового проекта:

- 1) Выбор решения для модернизации коммутационного оборудования подстанции 110/6 кВ.
- 2) Анализ вариантов реконструкции ВЛ-6кВ.
- 3) Модернизация приводного оборудования насосной станции.

4.6. Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.7. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

4.8 Индивидуальное задание

Темы индивидуальных заданий по тематике лабораторных работ:

ИЗЛР-1. Описание законов частотного управления на примере параметров схемы замещения АМ. Составление алгоритма задания параметров частотного преобразователя. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

ИЗЛР-2. Компенсация падения напряжения в статоре, роторе и магнитопроводе. Построение механической характеристики. Составление алгоритма задания параметров частотного преобразователя. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

ИЗЛР-3. Построение схемы системы векторного управления в разомкнутом контуре. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

ИЗЛР-4. Описание структурной схемы микропроцессорной системы управления. Составление алгоритма задания параметров. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

ИЗЛР-5. Описание различных видов нагрузки по механическим характеристикам. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

ИЗЛР-6. Разработка регуляторов, настроенных на различные типы оптимумов. Подготовка ответа на контрольные вопросы.

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 (раздела) дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала Подготовка к аудиторным занятиям	2 1
2	Подготовка к аудиторным занятиям	1
3	Изучение теоретического материала Подготовка к аудиторным занятиям	2 1
4	Выполнение индивидуального задания к ЛР Подготовка к аудиторным занятиям	3 1
5	Выполнение индивидуального задания к ЛР Подготовка к аудиторным занятиям Выполнение курсового проекта	3 1 6
6	Изучение теоретического материала Выполнение индивидуального задания к ЛР Подготовка к аудиторным занятиям Выполнение курсового проекта	2 6 1 6
7	Изучение теоретического материала Выполнение индивидуального задания к ЛР Подготовка к аудиторным занятиям Выполнение курсового проекта	2 4 2 6
8	Подготовка к аудиторным занятиям Выполнение курсового проекта	1 6
9	Подготовка к аудиторным занятиям Выполнение курсового проекта	1 6
10	Изучение теоретического материала Выполнение индивидуального задания к ЛР Подготовка к аудиторным занятиям Выполнение курсового проекта	2 4 1 6
11	Изучение теоретического материала Выполнение индивидуального задания к ЛР Подготовка к аудиторным занятиям	4 4 5
	Итого: в ч / в ЗЕ	90 / 2,5

5.2 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Тема 1. Описание момента сопротивления различных видов нагрузки.

Тема 3. Описание АМ в системе координат $(d, q, 0)$.

Тема 6. Принцип работы устройства поворота вектора. Определение положения ротора.

Тема 7. Состав и назначение элементов звена постоянного тока в ПЧ с частотно-токовым управлением.

Тема 10. Определение и задание параметров математической модели машины переменного тока.

Тема 11. Принцип действия зависимого инвертора тока. Форсировка напряжения машин переменного тока: принцип действия и назначение.

5.3 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.

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 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- оценка работы студента на лекционных и практических занятиях в рамках рейтинговой системы.

6.2 Промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- промежуточная контрольная работа (модуль 1, 2);
- защита отчётов и индивидуальных заданий по лабораторным работам (модуль 1, 2);
- защита курсового проекта (модуль 1, 2).

6.2.1 Список теоретико-практических заданий к промежуточной контрольной работе:

1) Составьте структурную схему системы векторного управления АМ в разомкнутом контуре. Поясните принцип действия и назначение основных элементов.

2) Рассчитайте параметры схемы замещения АМ. Поясните основные особенности описания в системе координат, ориентированной по полю статора.

3) Составьте принципиальную схему ПЧ с неуправляемым выпрямителем и автономным инвертором напряжения. Поясните достоинства, недостатки и реализуемые режимы работы для СМ.

4) Составьте структурную схему системы импульсного управления ДПТ. Поясните принцип действия и формирования выходного напряжения согласно требуемого закона управления.

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

6.3.1 Зачёт

Не предусмотрен.

6.3.2 Экзамен

Экзамен по дисциплине «Производственное оборудование и его эксплуатация» проводится в устной форме по билетам. Билет содержит один теоретический вопрос и практическое задание. К сдаче экзамена допускаются студенты, защитившие отчёты по лабораторным работам и получившие удовлетворительные оценки по результатам промежуточной аттестации.

Экзаменационная оценка проставляется при удовлетворительном устном ответе на вопрос и выполнении практического задания, указанных в экзаменационном билете.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к экзамену, 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)	Вид контроля						
	ТК	ПК	ИЗ	ЛР	ПЗ	КП	Экзамен
1	2	3	4	5		6	7
Знает:							
– основные элементы электрической части комплекса производственного оборудования на базе электропривода и его параметры	+	+					+
– основные достоинства и недостатки составных элементов электрической части комплексов производственного оборудования и критерии их выбора	+	+					+
– устройство, характеристики и параметры основных узлов электрической части комплексов производственного оборудования	+	+					+
Умеет:							
– определять состав и параметры элементов, входящих в комплекс производственного оборудования на базе электропривода		+	+		+		+
– определять критерии для обоснования конкретного технического решения при разработке состава электрической части комплексов производственного оборудования		+	+		+		+
– выбирать основные узлы электрической части комплексов производственного оборудования согласно расчетным параметрам		+	+		+		+
Владеет:							
– навыками выбора основных элементов электрической части комплекса производственного оборудования на базе электропривода			+	+		+	
– навыками обоснования конкретного технического решения при разработке состава электрической части комплексов производственного оборудования			+	+		+	
– навыками разработки основных узлов электрической части комплексов производственного оборудования с учетом основных характеристик			+	+		+	

Примечание:

ТК – текущий контроль в виде оценки активности студентов на занятиях лекционных занятиях в интерактивной форме посредством рейтинговой системы (контроль знаний по теме);

ПК – промежуточный контроль в виде контрольной работы с теоретическими и практическими заданиями (контроль знаний и умений по модулю);

ИЗ – индивидуальное задание к лабораторным работам (оценка умений и владений);

ПЗ – практические занятия (оценка умений);

КП – выполнение курсового проекта (контроль владений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владений).

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

[illegible]

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.04.1 Производственное оборудование и его эксплуатация (полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины)					
	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; border: 1px solid black;"> ☐ обязательная ☒ по выбору студента </td> <td style="width: 50%; text-align: center; border: 1px solid black;"> ☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла </td> </tr> </table>	☐ обязательная ☒ по выбору студента	☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла			
☐ обязательная ☒ по выбору студента	☐ базовая часть цикла ☒ вариативная часть цикла					
13.03.02 (код направления / специальности)	«Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение» (полное название направления подготовки / специальности)					
ЭЭ / ЭС (аббревиатура направления / специальности)	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Уровень подготовки</td> <td style="width: 20%; text-align: center; border: 1px solid black;"> ☐ ☒ ☐ </td> <td style="width: 30%;">специалист бакалавр магистр</td> <td style="width: 20%; text-align: center; border: 1px solid black;"> ☐ ☒ ☐ </td> <td style="width: 30%;">Форма обучения очная заочная очно-заочная</td> </tr> </table>	Уровень подготовки	☐ ☒ ☐	специалист бакалавр магистр	☐ ☒ ☐	Форма обучения очная заочная очно-заочная
Уровень подготовки	☐ ☒ ☐	специалист бакалавр магистр	☐ ☒ ☐	Форма обучения очная заочная очно-заочная		
2016 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестр(ы) <u>7</u>					
	Количество групп <u>1</u> Количество студентов <u>25</u>					

1. Костыгов Александр Михайлович, профессор, ЭТФ
кафедра МСА, тел. 239-18-55
2. Лейзгольд Дмитрий Юрьевич, ассистент, ЭТФ
кафедра МСА, тел. 239-18-22

Карта книго-
 обеспеченности
 в библиотеку сдана

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
1 Основная литература		
1	Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием : учебник для вузов / Г. Г. Соколовский .— 2-е изд., испр .— Москва : Академия, 2007 .— 265 с.	35
2	Терехов В.М. Системы управления электроприводов : учебник для вузов / В.М. Терехов, О.И. Осипов ; Под ред. В.М. Терехова .— 3-е изд., стер .— М. : Академия, 2008 .— 300 с.	35
3	Шрейнер Р.Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов : учебное пособие для вузов / Р. Т. Шрейнер ; Российский государственный профессионально-педагогический университет ; Российская академия образования, Уральское отделение ; Академия профессионального образования .— Екатеринбург : Изд-во РГППУ, 2008 .— 278 с.	30
4	Онищенко Г.Б. Электрический привод : учебник для вузов / Г. Б. Онищенко .— 3-е изд., испр. и доп .— Москва : Академия, 2013 .— 288 с.	2
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Лыков А.Н. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А. Н. Лыков ; Пермский государственный технический университет .— Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008 .— 422 с.	80 + ЭБ
2	Шемелин В.К. Управление системами и процессами : учебник для вузов / В.К. Шемелин, О.В. Хазанова .— 2-е изд., перераб. и доп .— Старый Оскол : ТНТ, 2009 .— 319 с.	5
2.2 Периодические издания		
—	не используются	—
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: http://elib.pstu.ru/ . — 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: http://e.lanbook.com/ . — 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 _____*(дата одобрения рабочей программы
на заседании кафедры)*

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

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

Не предусмотрены

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 ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория автоматизированного электропривода	Кафедра МСА	05	70	28
2	Лаборатория систем управления исполнительными механизмами	Кафедра МСА	06	32	12

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 автоматизированного электропривода	3	Оперативное управление	05
2	Стенд «Преобразователь частоты Siemens Micromaster 420»	1	Оперативное управление	06
3	Стенд «Преобразователь частоты Siemens Danfoss VLT Aqua Drive»	1	Оперативное управление	06
4	Стенд «Преобразователь частоты Unidrive SP»	1	Оперативное управление	06
5	Стенд «Преобразователь частоты ОВЕН ПЧВЗ»	1	Оперативное управление	06

Лист регистрации изменений

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