



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

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Лысьвенский филиал



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и техн. наук

Н.В. Лобов

29 _____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«Системы управления электроприводом»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа прикладного бакалавриата

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль)
образовательной программы

Электропривод и автоматика

Квалификация (степень) выпускника

бакалавр

Выпускающая кафедра

естественнонаучных дисциплин

Формы обучения

очная, очно-заочная, заочная

Курс: 4

Семестр(ы): 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

180 Ч

Виды контроля:

Экзамен

7

Зачёт:

-

Курсовой проект:

7

Курсовая работа:

-

Лысьва 2016

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

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, уровень высшего образования – бакалавриат, направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «3» сентября 2015 г. № 955;

- Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 1367 от «19» декабря 2013 г.;

- Компетентностной модели (КМ) выпускника ОПОП по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) бакалавриата Электропривод и автоматика, утверждённой «28» апреля 2016г.;

- Базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) бакалавриата Электропривод и автоматика, утверждённого «28» апреля 2016г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин Электрические и электронные аппараты; Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем; Автоматизация технологических процессов и производств; Организация и планирование производств в электроэнергетике и электротехнике; участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик: доц.  И.В. Сошин

Рецензент доц.  В.Г. Лопатин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Естественнонаучных дисциплин «14» сентября 2016 г., протокол № 2.

Заведующий кафедрой,
канд. физ.-мат. наук, доц.  И.Т. Мухаметьянов

Заместитель заведующего кафедрой, по направлению
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  В.Г. Лопатин

Согласовано:

Начальник управления образовательных программ ПНИПУ,
канд. техн. наук, доц.  Д.С. Репецкий

Заместитель директора по УР
ЛФ ПНИПУ,
канд. пед. наук  Н.Н. Третьякова

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины:

Цель учебной дисциплины – освоение ряда дисциплинарных компетенций, связанных с изучением принципов построения современных систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем, проектированием типовых систем автоматического управления электроприводами на базе методов их математического описания и исследования (анализа и синтеза).

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 обоснования технических решений (ПК-4).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- изучение принципов построения современных систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем;
- изучение методов математического описания функциональных компонентов современных электроприводов, методов анализа и синтеза систем управления электроприводами;
- формирование умения проектировать типовые системы управления электроприводами постоянного и переменного тока;
- формирование умения обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроприводов электроэнергетических и электротехнических систем, функционирующих в режимах стабилизации, программного и следящего управления;
- формирование навыков расчета параметров регуляторов типовых систем управления электроприводами постоянного и переменного тока;
- формирование навыков работы с интегрированными средами разработки и исследования систем управления электроприводами.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются:

- принципы построения современных систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем;
- системы стабилизации, программного и следящего управления электроприводами постоянного и переменного тока;
- методы исследования (анализа и синтеза) систем управления электроприводами в интегрированных средах их разработки.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы управления электроприводом» относится к базовой части цикла профессиональных дисциплин и является обязательной при освоении ООП по направлению **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**, профилю «Электропривод и автоматика».

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенции, заявленной в пункте 1.1.

Таблица 1.1 - Дисциплины, направленные на формирование компетенции

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	Электрические и электронные аппараты; Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем; Автоматизация технологических процессов и производств; Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов; Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности);	Организация и планирование производств в электроэнергетике и электротехнике; Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности); Преддипломная практика (практика для выполнения выпускной квалификационной работы).
ПК-4	Способность проводить обоснования технических решений	Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов; Автоматизация технологических процессов и производств;	Организация и планирование производств в электроэнергетике и электротехнике; Преддипломная практика (практика для выполнения выпускной квалификационной работы).

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

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

знать:

- классификационные признаки, статические и динамические характеристики современных систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических объектов;
- принципы построения непрерывных и дискретно-непрерывных систем управления электроприводами постоянного и переменного тока;
- специфику, показатели качества и принципы построения систем управления электроприводами в режимах стабилизации, программного и следящего управления;
- методы математического описания функциональных компонентов электроприводов, современные методы анализа и синтеза систем управления электроприводами в технической среде;

уметь:

- производить выбор элементной базы систем автоматизации электропривода типовых производственных механизмов с учетом назначения;
- выбирать критерии для обоснования конкретного технического решения при создании технологических комплексов.
- проектировать типовые системы управления электроприводами, базирующиеся на принципах подчиненного регулирования координат;

– обосновывать выбор структуры и компонентов систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем, функционирующих в режимах стабилизации, программного и следящего управления;

– составлять математические модели компонентов и систем управления электроприводами, проводить синтез и анализ основных контуров регулирования СУЭП в технической среде;

владеть:

– навыками расчета параметров контурных регуляторов типовых систем подчиненного регулирования координат электроприводов постоянного и переменного тока;

– навыками расчета систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем в режимах стабилизации, программного и следящего управления;

– навыками работы с техническими средами разработки и исследования (анализа и синтеза) систем управления электроприводами.

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

2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код	Формулировка 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

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-3-Б1.В.08	Способность принимать участие в проектировании объектов электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов.

2.2. Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>Знает</p> <p>– классификационные признаки, статические и динамические характеристики современных систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических объектов;</p> <p>– принципы построения непрерывных и дискретно-непрерывных систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, включая принцип подчиненного регулирования координат.</p>	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Опрос. Контрольная работа для рубежного контроля. Вопросы к зачёту
<p>Умеет:</p> <p>– проектировать типовые системы управления электроприводами постоянного и переменного тока, базирующиеся на принципах подчиненного регулирования координат.</p>	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретиче-	Отчёты по практическим занятиям. Отчеты по лабораторным рабо-

	ского материала.	там
Владеет: – навыками расчета параметров контурных регуляторов типовых систем подчиненного регулирования электроприводов постоянного и переменного тока.	Практические занятия. Лабораторные работы. Курсовое проектирование. Самостоятельная работа студентов	Отчёты по практическим занятиям Отчеты по лабораторным работам Отчет по курсовой работе.

2.3. Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

Код	Формулировка компетенции
ПК-4	Способность проводить обоснования технических решений

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-4-Б1.В.08	Способность проводить обоснования технических решений при работе над проектами типовых систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических объектов.

2.4. Требования к компонентному составу компетенции ПК-4

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: – специфику, показатели качества и принципы построения систем управления электроприводами в режимах стабилизации, программного и следящего управления;	Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Опрос. Контрольная работа для рубежного контроля Вопросы к зачёту
Умеет: – обосновывать выбор структуры и компонентов систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем, функционирующих в режимах стабилизации, программного и следящего управления;	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.	Отчёты по практическим занятиям Отчеты по лабораторным работам

<p>Владеет: – навыками расчета систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем в режимах стабилизации, программного и следящего управления.</p>	<p>Практические занятия. Лабораторные работы. Курсовое проектирование. Самостоятельная работа студентов</p>	<p>Отчёты по практическим занятиям Отчеты по лабораторным работам Отчет по курсовой работе.</p>
--	--	---

3 Структура и модульное содержание 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 таблицах 3.1, 3.2, 3.3.

3.1 Очная форма обучения

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий						Трудоёмкость, ЗЕ	
			Аудиторная (контактная) работа			КСР	СР	Итог. роль	час	ЗЕ
			Всего	Л	ПЗ					
Модуль 1. Классификация, характеристики и функциональные компоненты систем управления электроприводами (СУЭП).	Раздел 1. Классификация и характеристики СУЭП.	Введение	1	1	-	-	-	-	1	-
		Тема 1. Классификационные признаки и основные статические и динамические характеристики СУЭП.	1	1	-	-	-	2	3	-
		Тема 2. Задачи исследования и стадии проектирования СУЭП.	1	1	-	-	-	2	3	-
		Тема 3. Фундаментальные принципы управления	1	1	-	-	-	3	4	-
		Тема 4. Модели силовых компонентов СУЭП.	1	1	-	-	-	3	4	-
Итого по модулю:		Тема 5. Модели информационно-управляющих компонентов СУЭП.	1	1	-	-	-	3	4	-
		Тема 6. Релейно-контакторные и полупроводниковые разомкнутые СУЭП.	6	6	-	-	-	0,5	13	19,5
Модуль 2. Общие принципы построения СУЭП	Раздел 3. Принципы построения разомкнутых и замкнутых СУЭП.	Тема 7. Замкнутые системы стабилизации, программного и следящего управления.	5	1	-	4	-	5	10	-
		Тема 8. Частотные и временные методы синтеза СУЭП.	1	1	-	-	-	3	4	-
		Тема 9. Типовые регуляторы и корректирующие звенья.	5	1	-	4	-	5	10	-
		Тема 10. Типовая методика структурно-параметрического синтеза.	5	1	-	4	-	5	10	-
		Итого по модулю:	21	5	-	16	-	1	21	43
Модуль 3. Синтез и анализ СУЭП постоянного и переменного тока.	Раздел 5. СУЭП постоянного тока.	Тема 11. Системы «Гирсторный преобразователь-двигатель» и «Генератор-двигатель».	4.5	0.5	-	4	-	5	9.5	-
		Тема 12. Система двухзонного регулирования скорости.	0.5	0.5	-	-	-	3	3.5	-

	Тема 13. Системы регулирования положения СУЭП.	5	1	-	4	-	5	10		
Раздел 6. СУЭП переменного тока.	Тема 14. Способы управления электроприводами переменного тока.	1	1	-	-	-	3	4		
	Тема 15. Частотно-регулируемые электроприводы переменного тока.	5	1	-	4	-	5	10		
	Тема 16. Синтез дискретно-непрерывных СУЭП.	2.5	0.5	-	2	-	5	7.5	-	
	Тема 17. Микропроцессорные контроллеры в структурах СУЭП.	0.5	0.5	-	-	-	3	3.5	-	
	Тема 18. Интегрированные среды для разработки и исследования (анализа и синтеза) СУЭП.	5	1	-	4	-	5	10		
	Заключение		1	-	-	-	-	1	-	
	Итого по модулю:	25	7	-	18	0,5	34	59.5	0,96	
	Курсовой проект	-	-	-	-	-	-	36		
	Итоговая аттестация:	-	-	-	-	-	-	Экзамен -	36	1
	Итого за семестр:	52	18	-	34	2	90	36	180	5

3.2 Очно-заочная форма обучения

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,					
			Аудиторная (контактная) работа				КСР	СР	Итог. конт- роль	час	ЗЕ				
			Всего	Л	ПЗ	ЛР									
Модуль 1. Классификация, характеристики и функциональные компоненты систем управления электроприводами (СУЭП).	Раздел 1. Классификация и характеристики СУЭП.	Введение	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	0.5	-			
		Тема 1. Классификационные признаки и основные статические и динамические характеристики СУЭП.	0.5	0.5	-	-	-	-	4	-	-	4.5	-		
		Тема 2. Задачи исследования и стадии проектирования СУЭП.	0.5	0.5	-	-	-	-	4	-	-	4.5	-		
		Тема 3. Фундаментальные принципы управления	0.5	0.5	-	-	-	-	5	-	-	5.5	-		
		Тема 4. Модели силовых компонентов СУЭП.	1	1	-	-	-	-	5	-	-	6	-		
		Тема 5. Модели информационно-управляющих компонентов СУЭП.	1	1	-	-	-	-	5	-	-	6	-		
		Итого по модулю:	4	4	-	-	-	-	23	0,5	-	27,5	0,75		
		Модуль 2. Общие принципы построения СУЭП	Раздел 3. Принципы построения разомкнутых и замкнутых СУЭП.	Тема 6. Релейно-контакторные и полупроводниковые разомкнутые СУЭП.	1	1	-	-	-	4	-	-	5	-	
				Тема 7. Замкнутые системы стабилизации, программного и следящего управления.	3	1	-	-	2	-	-	-	10	-	
				Тема 8. Частотные и временные методы синтеза СУЭП.	1	1	-	-	-	-	4	-	-	5	-
				Тема 9. Типовые регуляторы и корректирующие звенья.	3	1	-	-	2	-	7	-	-	10	-
				Тема 10. Типовая методика структурно-параметрического синтеза.	3	1	-	-	2	-	7	-	-	10	-
		Итого по модулю:	11	5	-	-	6	-	29	1	-	41	1,14		
Модуль 3. Синтез и анализ СУЭП постоянного и переменного тока.	Раздел 5. СУЭП постоянного тока.	Тема 11. Системы «Тиристорный преобразователь-двигатель» и «Генератор-двигатель».	2.5	0.5	-	-	2	5	-	-	7.5	-			
		Тема 12. Система двухзонного регулирования скорости.	0.5	0.5	-	-	-	3	-	-	3.5	-			
		Тема 13. Системы регулирования положения СУЭП.	1	1	-	-	-	5	-	-	6	-			

Раздел 6. СУЭП переменного тока.	Тема 14. Способы управления электроприводами переменного тока.	1	1	-	-	-	-	-	5	6	
	Тема 15. Частотно-регулируемые электроприводы переменного тока.	3	1	-	2	-	-	7	10		
	Тема 16. Синтез дискретно-непрерывных СУЭП.	2.5	0.5	-	2	-	-	5	7.5	-	
	Тема 17. Микропроцессорные контроллеры в структурах СУЭП.	0.5	0.5	-	-	-	-	3	3.5	-	
	Тема 18. Интегрированные среды для разработки и исследования (анализа и синтеза) СУЭП.	3	1	-	2	-	-	5	8		
	Заклочение		1	-	-	-	-	-	1	-	
	Итого по модулю:	15	7	-	8	0,5	38	53,5	1,5		
	Курсовой проект	-	-	-	-	-	36	36	1		
	Итоговая аттестация:	-	-	-	-	-	-	Экзамен	36	1	
	Итого за семестр:	32	16		14	2	112	36	180	5	

3.3 Заочная форма обучения

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий							Трудоёмкость,				
			Аудиторная (контактная) работа				КСР	Итог. конт- роль	СР	час	ЗЕ			
			Всего	Л	ПЗ	ЛР								
Модуль 1. Классификация, характеристики и функциональные компоненты систем управления электроприводами (СУЭП).	Раздел 1. Классификация и характеристики СУЭП.	Введение	0.5	0.5	-	-	-	-	-	-	0.5	-		
		Тема 1. Классификационные признаки и основные статические и динамические характеристики СУЭП.	0.5	0.5	-	-	-	-	-	5	5.5	-	-	
		Тема 2. Задачи исследования и стадии проектирования СУЭП.	0.5	0.5	-	-	-	-	-	5	5.5	-	-	
		Тема 3. Фундаментальные принципы управления	0.5	0.5	-	-	-	-	-	6	6.5	-	-	
		Тема 4. Модели силовых компонентов СУЭП.	0.5	0.5	-	-	-	-	-	6	6.5	-	-	
		Тема 5. Модели информационно-управляющих компонентов СУЭП.	0.5	0.5	-	-	-	-	-	6	6.5	-	-	
		Итого по модулю:	3	3	-	-	-	-	0,5	28	31,5	0,88	-	
		Модуль 2. Общие принципы построения СУЭП	Раздел 3. Принципы построения разомкнутых и замкнутых СУЭП.	Тема 6. Релейно-контакторные и полупроводниковые разомкнутые СУЭП.	0.5	0.5	-	-	-	-	5	5.5	-	-
				Тема 7. Замкнутые системы стабилизации, программного и следящего управления.	2.5	0.5	-	2	-	-	-	8	10.5	-
				Тема 8. Частотные и временные методы синтеза СУЭП.	0.5	0.5	-	-	-	-	-	5	5.5	-
				Тема 9. Типовые регуляторы и корректирующие звенья.	2	-	-	2	-	-	-	8	10	-
		Модуль 3. Синтез и анализ СУЭП постоянного и переменного тока.	Раздел 4. Общая постановка задачи синтеза СУЭП.	Тема 10. Типовая методика структурно-параметрического синтеза.	2.5	0.5	-	2	-	-	8	10.5	-	-
				Итого по модулю:	8	2	-	6	-	1	34	43	1,19	-
		Модуль 3. Синтез и анализ СУЭП постоянного и переменного тока.	Раздел 5. СУЭП постоянного тока.	Тема 11. Системы «Тиристорный преобразователь-двигатель» и «Генератор-двигатель».	2	-	-	2	-	-	6	8	-	-
Тема 12. Система двухзонного регулирования скорости.	0.5			0.5	-	-	-	-	4	4.5	-	-		
Тема 13. Системы регулирования полуженя СУЭП.	0.5			0.5	-	-	-	-	-	6	6.5	-		
Тема 14. Способы управления электро-	0.5			0.5	-	-	-	-	-	6	6.5	-		

	МЕННОГО ТОКА.	приводами переменного тока.																	
		Тема 15. Частотно-регулируемые электроприводы переменного тока.	2.5	0.5	-	2	-	8	10.5										
		Тема 16. Синтез дискретно-непрерывных СУЭП.	2	-	-	2	-	6	8										
		Тема 17. Микропроцессорные контроллеры в структурах СУЭП.	0.5	-	-	-	-	4	4.5										
		Тема 18. Интегрированные среды для разработки и исследования (анализа и синтеза) СУЭП.	2.5	-	-	2	-	6	8,5										
		Заклочение		1	-	-	-	-	1										
		Итого по модулю:	11	3	-	8	0,5	46	57,5	1,6									
		Контрольная работа:						17	17	0,47									
		Курсовой проект						36	36	1									
		Итоговая аттестация:	-	-	-	-	-	Экзамен	9	0,25									
		Итого за семестр:	22	8		14	2	147	180	5									

3.4. Перечень тем практических занятий

Практические занятия не предусмотрены

3.5 Перечень тем лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	3, 4, 5	Исследование разомкнутой системы управления электроприводом постоянного тока
2	3, 4, 5	Исследование замкнутой системы управления электроприводом постоянного тока
3	6	Пуск двигателя постоянного тока в функции тока.
4	7, 8, 9, 10	Исследование реверсивной схемы управления трёхфазным асинхронным двигателем с торможением противовключением
5	7, 8, 9, 10	Исследование схемы управления трехфазным асинхронным двигателем с фазным ротором
6	11, 12, 13	Исследование схемы управления двигателем постоянного тока.
7	14, 15	Исследование одноконтурной замкнутой по току системы управления электроприводом
8	14, 15	Исследование двухконтурной системы замкнутой по скорости системы управления электроприводом.
9	16, 17, 18	Исследование регулировочных свойств электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения в системе «генератор–двигатель».

4 Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Системы управления электроприводом» студентам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Приступая к изучению данной дисциплины, необходимо повторить основные положения предыдущих дисциплин: Электрические и электронные аппараты; Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем; Автоматизация технологических процессов и производств; Производственное оборудование и его эксплуатация; Основы электроснабжения; Информационное обеспечение систем управления; Энергосбережение и энергоаудит; Интегрированные системы проектирования и управления; Микропроцессорные средства и системы; Средства автоматизации и управления

2. Изучение курса должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта. В конспект рекомендуется включать все виды учебной работы: лекции, самостоятельную проработку учебников и рекомендуемых источников.

3. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспекту лекций рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

4. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам, поскольку это способствует лучшему пониманию и закреплению теоретических знаний. Перед выполнением лабораторных работ необходимо изучить необходимый теоретический материал.

Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра.

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.

4.1 Тематика для самостоятельного изучения дисциплины:

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно.

Тема 1. Статические и динамические характеристики силовых и информационно-управляющих компонентов СУЭП.

Тема 2. Стадии и этапы проектирования СУЭП, регламентированные стандартами РФ.

Тема 3. Номинальные параметры, параметры схем замещения, параметры структурных схем силовых и информационно-управляющих компонентов СУЭП.

Тема 4. Описание электродвигателей и силовых преобразователей энергии СУЭП в форме обыкновенных дифференциальных уравнений, передаточных функций и векторно-матричных уравнений.

Тема 5. Описание датчиков координат СУЭП, модулей преобразования информации, типовых регуляторов СУЭП в форме обыкновенных дифференциальных уравнений и передаточных функций.

Тема 6. Симисторные реверсивные пускатели.

Тема 7. Добротность следящих СУЭП по скорости, ускорению и моменту нагрузки на валу электропривода.

Тема 8. Прямые и косвенные оценки качества регулирования систем управления применительно к координатам СУЭП.

Тема 9. Расчет параметров типовых регуляторов СУЭП на основе операционных усилителей.

Тема 10. Прямые оценки качества контуров регулирования СУЭП, настроенных на типовые оптимумы. Сравнительный анализ показателей.

Тема 11. Сравнительный анализ показателей качества регулирования типовых одно- и двукратно интегрирующих систем регулирования скорости.

Тема 12. Функциональная и структурная схемы системы двухзонного регулирования скорости.

Тема 13. Анализ функционирования СУЭП в зонах малых, средних и больших перемещений рабочего органа.

Тема 14. Законы частотного управления в зависимости от характера изменения статической нагрузки на валу электропривода.

Тема 15. Функциональные схемы частотно-регулируемых СУЭП с инверторами напряжения для работы в режимах рекуперации энергии в сеть и динамического торможения.

Тема 16. Синтез дискретных регуляторов СУЭП методами прямоугольников и трапеций.

Тема 17. Параметрирование микропроцессорных контроллеров частотных преобразователей СУЭП.

Тема 18. Интегрированная среда MechBios для разработки и исследования СУЭП.

4.2. Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.4 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
1	Изучение теоретического материала	2
2	Изучение теоретического материала	2
3	Изучение теоретического материала	3

4	Изучение теоретического материала	3
5	Изучение теоретического материала	3
6	Изучение теоретического материала	2
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1
7	Изучение теоретического материала	4
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1
8	Изучение теоретического материала	3
9	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным занятиям	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1
10	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным занятиям	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1
11	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным занятиям	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1
12	Изучение теоретического материала	3
13	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным занятиям	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1
14	Изучение теоретического материала	3
15	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным занятиям	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1
16	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным занятиям	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1
17	Изучение теоретического материала	3
18	Изучение теоретического материала	3
	Подготовка к лабораторным занятиям	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам	1
	Курсовой проект	36
	Итого: в ч / в 3Е	90 / 2,5

4.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Дисциплина базируется на модульной технологии обучения. Лекции предполагают использование мультимедийных презентаций, способствующих более заинтересованному усвоению информации.

Для проведения практических занятий и лабораторных работ используются активные и интерактивные методы, а также решение профессионально-ориентированных задач.

Проведение практических занятий и лабораторных работ направлено на реализацию следующих задач обучения:

- понимание студентами теоретических основ, на которых базируются практические занятия и лабораторные работы, т.е. понимание связи теории и практической деятельности;

- формирование умения самостоятельной работы со специальной, технической, нормативной и справочной литературой;
- формирование интереса к самостоятельному поиску требуемой информации;
- развитие профессионального мышления в ходе подготовки и проведении практических занятий и лабораторных работ;
- формирование навыков самостоятельной работы в рамках изучаемой дисциплины.

Технологии организации самостоятельной работы основываются на использовании учебной и справочной литературы, а также интернет-ресурсов (справочные пособия, лекции-презентации), учебники.

5 Фонд оценочных средств дисциплины

5.1 Текущий и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных компетенций

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

- теоретический опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- контрольная работа (модуль 1 и 2).
- отчёты по практическим занятиям.
- защита отчетов по лабораторным работам.

5.2 Итоговый контроль (промежуточная аттестация) освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

а) Экзамен

Порядок проведения экзамена по дисциплине

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам и положительная интегральная оценка по результатам текущего контроля.

Студенты, имеющие неудовлетворительные оценки по текущему контролю или не сдавшие отчёты по практическим занятиям и лабораторным работам, должны ликвидировать указанные задолженности прежде, чем они будут допущены к процедуре приёма зачёта.

Перечень типовых вопросов для подготовки к экзамену

1. Общие сведения о СУЭП, их классификация и их сравнительный анализ.
2. Основные понятия и область применения логических схем управления электроприводом. Синтез логических схем СУ-ЭП.
3. Типовые узлы релейно-контакторных систем управления.
4. Одноконтурные СУЭП постоянного тока. Типовые обратные связи.
5. Настройка регуляторов электропривода постоянного тока методом последовательной коррекции. Реализация регуляторов на базе операционных усилителей.
6. Подчиненное регулирование координат. Требования к объекту управления. Настройка контуров на технический оптимум, требования к желаемой логарифмической амплитудно-частотной характеристике (ЛАЧХ).
7. Подчиненное регулирование координат. Настройка контура на симметричный оптимум, требования к желаемой ЛАЧХ. Сравнение настроек на симметричный и технический оптимумы.
8. Принцип модального управления. Особенности процедуры расчета модального регулятора.
9. Настройка модального регулятора. Пример для двигателя постоянного тока.
10. Замкнутые СУЭП на базе асинхронных двигателей. Классификация, область применения. Допущения при регулировании асинхронного двигателя (АД).
11. Регулирование напряжения статора АД.
12. Регулирование напряжения ротора АД.

13. Машины двойного питания.
14. Скалярное частотное управление АД. Разомкнутое управление, типовые схемы с одной главной обратной связью.
15. Варианты реализации источника тока.
16. Системы частотно-токового управления АД с инвертором тока.
17. Системы частотно-токового управления АД с инвертором напряжения.
18. Прямое управление моментом АД.
19. Классическое токовое векторное управление АД.
20. Классическое векторное управление по напряжению АД.
21. Общая структура системы векторного управления АД. Особенности выбора вектора полеориентирования. Показатели регулирования.
22. Полеориентирование АД по потокосцеплению ротора. Настройка канала потока.
23. Полеориентирование АД по потокосцеплению ротора. Настройка канала момента и скорости.
24. Полеориентирование АД по потокосцеплению статора. Настройка канала потока.
25. Полеориентирование АД по потокосцеплению статора. Настройка канала момента и скорости.
26. Особенности синхронного электропривода. Принцип регулирования возбуждения синхронного двигателя (СД).
27. Частотно-токовое регулирование момента СД.
28. Векторное регулирование момента СД.
29. Регулирование СД по схеме вентильного двигателя.
30. Система управления СД с постоянными магнитами.
31. Система управления бесколлекторным двигателем постоянного тока.
32. СУЭП регулирования положения. Функциональные схемы для электроприводов постоянного и переменного тока, основные узлы.
33. Режимы работы СУЭП регулирования положения. Настройка регуляторов.
34. Оценка точности СУЭП регулирования положения. Количественные значения показателей.
35. Электроприводы с числовым программным управлением (ЧПУ). Позиционный электропривод с ЧПУ. Следящий электропривод с ЧПУ.
36. Сопряжение системы ЧПУ с электроприводом.
37. Управление многодвигательным электроприводом, работающим на один вал.
38. Управление многодвигательным электроприводом соотношения скоростей.
39. Цифровое управление в электроприводах. Особенности, вносимые в работу цифровой СУЭП квантованностью по уровню и дискретностью по времени.

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

**КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ**
дисциплины Системы управления электроприводом

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

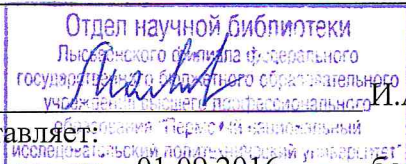
Направле нии	Семестры	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Кол-во экз. в библ.	Основной лектор
13.03.02	8	27 чел.	<p align="center">Основная литература</p> <p>1. Системы управления электроприводов. Конспект для студентов Лысьвенского филиала ПГТУ / В.П. Казанцев. - Пермь : ПГТУ, 2003. - 168 с.</p> <p align="center">Электронные ресурсы</p> <p>1. Лыков, А.Н. Системы управления электроприводами: монография / А.Н. Лыков; Перм. гос. техн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009. – 148 с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=462 , свободный</p>	69 ЭР	

СОГЛАСОВАНО:

Зав. отделом научной библиотеки _____

Книгообеспеченность дисциплины составляет:

- основной учебной литературой:



на _____ И.А. Малофеева

на 01.09.2016 - более 1 экз/обуч.

(число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)

- дополнительной учебной литературой:

на 01.09.2016 - более 1 экз/обуч.

(число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)

6.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Не предусмотрены.

6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

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

Таблица 6.3.1 – Программное обеспечение

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

Не предусмотрены.

7. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

7.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 7.1

№ пп	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
	Учебно-исследовательская лаборатория силового электрооборудования	Кафедра ЕН			

7.2 Основное учебное оборудование

Таблица 7.2 – Учебное оборудование

№ пп	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, един.	Форма владения, пользования (собственность, оперативное управление, аренда и т.д.)	Номер аудитории
	доска аудиторная для написания мелом, измеритель шума и вибрации, моментомер – 5 шт. строботахометр – 2 шт. строботахометр ТСТ – 2 шт. трансформатор ОСМ-0,1, частотомер Ф5043 – 2 шт. эл. двигатель ПЛ-062, эл. двигатель УЛ-062, автомат (0402) – 3 шт. синхроноскоп Э327 380В, эл. двигатель,			


<p>эл.двигатель общепромышленный трехфаз.асинхр. АИР 56 – 2 шт. автотрансформатор ЛАТР, ваттметр – 2 шт. лаб оборуд "Электропривод" – 2 шт. лабораторное оборудование "Элек- трические машины" – 2 шт. лабораторный стенд – 2 шт. ЛС Автоматизированное управление электроприводом, модульный стенд "Электрические машины", стенд "Комплектующие двигателя постоянного тока" , стенд "Комплектующие трансфор- маторов", стенд "Комплектующие электриче- ских машин", стенд "Электрических машин" из- гот. в ручную , учебный стенд СВТ-1, макет выставочный тяжелого элек- тродвигателя ВАСО, стенд лабораторный «Трансформа- торы», стенд «Разновидности двигателей постоянного тока»</p>			
--	--	--	--



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»
Лысьвенский филиал

УТВЕРЖДЕНО

на заседании кафедры ЕН
протокол № 2 от 13.09. 2017
Заведующий кафедрой

 И.Т. Мухаметьянов

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Системы управления электроприводом»
основной профессиональной образовательной программы высшего образования –
программы подготовки бакалавров

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки	<u>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</u>
Направленность (профиль) образовательной программы	<u>Электропривод и автоматика</u>
Квалификация (степень) выпускника	<u>бакалавр</u>
Выпускающая кафедра	<u>естественнонаучных дисциплин</u>
Формы обучения	<u>очная, очно-заочная, заочная</u>

Курс: 4

Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

Виды промежуточного контроля:

Экзамен: 7 семестр

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «**Системы управления электроприводом**» и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины «**Системы управления электроприводом**», утвержденной «16» сентября 2016 г.

Составитель ФОС

доцент

дата



Подпись

И.В.Сошин

Ф.И.О.

1.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.В.07 «Системы управления электроприводом» участвует в формировании компетенций ПК-3, ПК-4. В рамках учебного плана образовательной программы в 4 семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

ПК-3 Б1.В.08 Способность принимать участие в проектировании электроэнергетических и электротехнических систем и их компонентов

ПК-4 Б1.В.08 Способность проводить обоснования технических решений при работе над проектами типовых систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических объектов.

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7 семестра базового учебного плана) и разбито на 3 учебных модулей. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений осуществляется в рамках текущего, промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчётов по лабораторным работам, практическим занятиям и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий и промежуточный				Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ОПЗ	Т/КР		Экзамен
Усвоенные знания						
<p>3.1 - классификационные признаки, статические и динамические характеристики современных систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических объектов;</p> <p>3.2 - принципы построения непрерывных и дискретно-непрерывных систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, включая принцип подчиненного регулирования координат.</p> <p>3.3 – специфику, показатели качества и принципы построения систем управления электроприводами в режимах стабилизации, программного и следящего управления;</p>	+	ТО1		КР1 КР2 КР3		ТВ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий и промежуточный				Итоговый	
	С	ТО	ОЛР/ ОПЗ	Т/КР		Экзамен
Освоенные умения						
У.1 - проектировать типовые системы управления электроприводами постоянного и переменного тока, базирующиеся на принципах подчиненного регулирования координат. У.2 - обосновывать выбор структуры и компонентов систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем, функционирующих в режимах стабилизации, программного и следящего управления;			+	КР1 КР2 КР3		ПЗ
Приобретённые владения						
В.1 – навыками расчёта параметров контурных регуляторов типовых систем подчиненного регулирования электроприводов постоянного и переменного тока. В.2 - навыками расчёта систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем в режимах стабилизации, программного и следящего управления.				КР1 КР2 КР3		ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР – отчёт по лабораторной работе/ отчёт по практическому занятию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учётом результатов текущего и промежуточного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий и промежуточный контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Промежуточный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ, сдаче отчётов по практическим занятиям и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.1.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 9 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД. Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.1.2. Сдача отчётов по практическим занятиям

Практические занятия не предусмотрены

2.1.3. Контрольная работа

Согласно РПД запланировано 3 контрольных работы после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая контрольная работа (КР) – по модулю 1 «Классификация, характеристики и функциональные компоненты систем управления электроприводами (СУЭП)». Вторая КР – по модулю 2 «Общие принципы построения СУЭП». Третья КР – по модулю 3 «Синтез и анализ СУЭП постоянного и переменного тока».

Типовые задания контрольной работы (см. Приложение 1).

2.1.4 Курсовой проект

Основные рекомендации для курсового проектирования, тематика и варианты заданий на курсовое проектирование приведены в методических указаниях по курсовому проектированию.

2.2. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и промежуточного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и практических заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и промежуточного контроля.

2.2.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Экзамен по дисциплине основывается на результатах выполнения практических заданий и лабораторных работ студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде экзамена приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

2.2.1.1 Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний (см. Приложение 2).

2.2.1.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде экзамена по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций.

2.2.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь, владеть* приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС бакалаврской программы.

Типовые задания контрольной работы**Типовые задания первой КР:**

1. Перечислите для двигателя постоянного тока независимого возбуждения способы торможения при реактивной нагрузке.
2. Приведите известные вам временные и частотные характеристики шести типовых динамических звеньев.
3. Расшифруйте понятие «устойчивая работа электропривода».
4. Приведите пример оптимизации работы электропривода.
5. Перечислите составные части СУЭП.
6. Перечислите динамические критерии качества СУЭП.
7. Запишите уравнения для закона инверсии логических переменных.
8. Перечислите основные составные части логических СУЭП и их назначение.
9. Что такое «реализуемая циклограмма»?
10. Какие типовые задачи решают логические СУЭП?

Типовые задания второй КР:

1. Перечислите известные вам разновидности датчиков тока и напряжения.
2. Поясните причину, по которой СУЭП с обратной связью по скорости или с обратной связью по току якоря может работать неустойчиво.
3. Какие принципы управления для нескольких координат вы знаете?
4. Как получить логарифмическую амплитудно-частотную характеристику последовательно соединенных звеньев, если известна логарифмическая амплитудно-частотная характеристика каждого звена?
5. Для последовательной коррекции выбирают между ПИ- и ПИД-регулятором. В каком случае будет больший запас устойчивости, если одноименные коэффициенты равны?
6. Что такое некомпенсируемая постоянная времени?
7. Почему при настройке контура на симметричный оптимум колебательность выше, чем при настройке на технический оптимум?
8. Докажите, что при настройке на технический оптимум регулятор скорости электропривода это П-регулятор.
9. В чем преимущества СУЭП с модальным регулятором перед СУЭП с системой подчиненного регулирования?
10. Какие переменные состояния можно выбрать в электроприводе постоянного тока?

Типовые задания третьей КР:

1. Почему жесткость искусственных механических характеристик в асинхронно-вентильном каскаде с увеличением выпрямленной ЭДС падает?
2. Что означают термины «подсинхронный» и «надсинхронный» режимы работы?
3. Перечислите известные вам законы частотного регулирования.
4. Поясните назначение токовой отсечки.
5. Чем отличается скольжение s от скорости вращения ω ?
6. В чем заключается принцип прямого управления моментом?

7. Почему в автономном инверторе напряжения существует только 8 возможных положений?

8. Вдоль каких векторов переменных асинхронного двигателя может быть направлена система координат при векторном управлении?

9. Как реализуются известные вам способы полеориентирования?

10. Почему точность полеориентирования классических систем векторного управления зависит от сопротивления ротора?

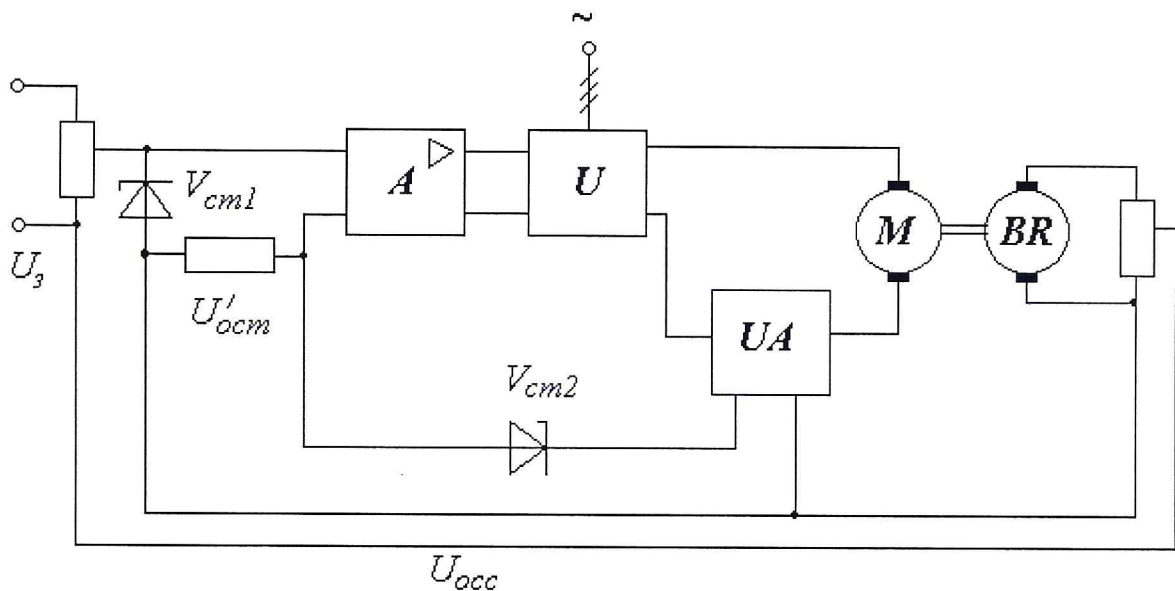
Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине
Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Общие сведения о СУЭП, их классификация и их сравнительный анализ.
2. Основные понятия и область применения логических схем управления электроприводом. Синтез логических схем СУ-ЭП.
3. Типовые узлы релейно-контакторных систем управления.
4. Одноконтурные СУЭП постоянного тока. Типовые обратные связи.
5. Настройка регуляторов электропривода постоянного тока методом последовательной коррекции. Реализация регуляторов на базе операционных усилителей.
6. Подчиненное регулирование координат. Требования к объекту управления. Настройка контуров на технический оптимум, требования к желаемой логарифмической амплитудно-частотной характеристике (ЛАЧХ).
7. Подчиненное регулирование координат. Настройка контура на симметричный оптимум, требования к желаемой ЛАЧХ. Сравнение настроек на симметричный и технический оптимумы.
8. Принцип модального управления. Особенности процедуры расчёта модального регулятора.
9. Настройка модального регулятора. Пример для двигателя постоянного тока.
10. Замкнутые СУЭП на базе асинхронных двигателей. Классификация, область применения. Допущения при регулировании асинхронного двигателя (АД).
11. Регулирование напряжения статора АД.
12. Регулирование напряжения ротора АД.
13. Машины двойного питания.
14. Скалярное частотное управление АД. Разомкнутое управление, типовые схемы с одной главной обратной связью.
15. Варианты реализации источника тока.
16. Системы частотно-токового управления АД с инвертором тока.
17. Системы частотно-токового управления АД с инвертором напряжения.
18. Прямое управление моментом АД.
19. Классическое токовое векторное управление АД.
20. Классическое векторное управление по напряжению АД.
21. Общая структура системы векторного управления АД. Особенности выбора вектора полеориентирования. Показатели регулирования.
22. Полеориентирование АД по потокосцеплению ротора. Настройка канала потока.
23. Полеориентирование АД по потокосцеплению ротора. Настройка канала момента и скорости.
24. Полеориентирование АД по потокосцеплению статора. Настройка канала потока.
25. Полеориентирование АД по потокосцеплению статора. Настройка канала момента и скорости.

26. Особенности синхронного электропривода. Принцип регулирования возбуждения синхронного двигателя (СД).
27. Частотно-токовое регулирование момента СД.
28. Векторное регулирование момента СД.
29. Регулирование СД по схеме вентильного двигателя.
30. Система управления СД с постоянными магнитами.
31. Система управления бесколлекторным двигателем постоянного тока.
32. СУЭП регулирования положения. Функциональные схемы для электроприводов постоянного и переменного тока, основные узлы.
33. Режимы работы СУЭП регулирования положения. Настройка регуляторов.
34. Оценка точности СУЭП регулирования положения. Количественные значения показателей.
35. Электроприводы с числовым программным управлением (ЧПУ). Позиционный электропривод с ЧПУ. Следящий электропривод с ЧПУ.
36. Сопряжение системы ЧПУ с электроприводом.
37. Управление многодвигательным электроприводом, работающим на один вал.
38. Управление многодвигательным электроприводом соотношения скоростей.
39. Цифровое управление в электроприводах. Особенности, вносимые в работу цифровой СУЭП квантованностью по уровню и дискретностью по времени.


Типовые задания для контроля приобретенных умений:

1. Для замкнутой системы стабилизации скорости с отдельными отсечками по скорости и току построить статические характеристики системы для 2-х значений задающего воздействия $U_{з1}$ и $U_{з2}$. Двигатель ПБСТ-22; $P_n = 0,4$ кВт; $\eta_n = 70,5\%$; $U_n = 220$ В; $I_{ян} = 2,4$ А. Коэффициенты передачи: суммирующего усилителя $K_a = 10$; преобразователя $K_{п} = 23$; датчика скорости $K_c = 0,096$ Вс; датчика тока $K_T = 2,08$ Ом; напряжение пробоя стабилитрона $V_{см1} = 7$ В; $V_{см2} = 8$ В.



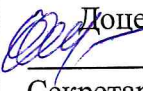
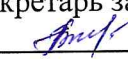


2. Для замкнутой системы стабилизации скорости с отрицательной обратной связью по ЭДС и положительной обратной связью по току определить значение коэффициентов передачи обратных связей $K_{Э}$ и K_T , чтобы статизм замкнутой системы в диапазоне регулирования $D=100$ не превышал значения $\delta=0,02$. Двигатель П111; $P_n = 102$ кВт; $n_n = 1450$ об/мин; $\eta_n = 90,5\%$; $U_n = 220$ В; $I_{ян} = 463$ А. Коэффициенты передачи: суммирующего усилителя $K_a = 10$; преобразователя $K_{п} = 23$; сопротивление дополнительных полюсов $R_{оп} = 0,005$ Ом; напряжение задания $U_з = 10$ В.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2018-2019 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2017» изложить в следующей редакции « Лысьва 2018 »	<p style="text-align: center;">«31» августа 2018 г., протокол № 1</p> <p style="text-align: center;">Доцент с и.о. зав. каф. ЕН</p> <p style="text-align: center;"> / Е.Н. Хаматнурова</p>
2	Исходя из содержания Указа Президента Российской Федерации от 15 мая 2018 г., №215 «О структуре федеральных органов исполнительной власти», на титульном листе строку «Министерство образования и науки Российской Федерации», заменить словами « Министерство науки и высшего образования Российской Федерации »	
3	На основании приказа от 29.06.2019 №209 «О реорганизации в форме слияния кафедры ГСЭ и кафедры ЕН», на листах 1 и 2 фрагменты «естественнонаучных дисциплин», заменить словами « общенаучных дисциплин »	

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2019-2020 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва, 2018» заменить словами « Лысьва, 2019 »	28.08.2019, протокол №1 Доцент с и.о. зав. каф. ОНД  / Е. Н. Хаматнурова Секретарь заседания кафедры ОНД  / Л.Г. Вилькова
2	В разделе 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, в подразделе 6.1 Карта обеспеченности дисциплины Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для изучения дисциплины, заменить на новый	28.08.2019, протокол №1 Доцент с и.о. зав. каф. ОНД  / Е. Н. Хаматнурова Секретарь заседания кафедры ОНД  / Л.Г. Вилькова

6.1. Карта обеспеченности учебно-методической литературой дисциплины «Системы управления электроприводом»

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Направление	Семестры	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Кол-во экз. в библ.	Основной лектор
13.03.02	7	15	<p style="text-align: center;">Основная литература</p> <p>1. Системы управления электроприводов. Конспект для студентов Лысьвенского филиала ПГТУ / В.П. Казанцев. - Пермь : ПГТУ, 2003. - 168 с.</p> <p>2. Лыков, А.Н. Системы управления электроприводами: монография / А.Н. Лыков; Перм. гос. техн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009. – 148 с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=462 , свободный</p> <p>3. Казанцев В. П. Системы управления электроприводом : учебно-методическое пособие / В. П. Казанцев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018. Режим доступа: http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4335 по IP- адресам компьютерной сети ПНИПУ</p> <p style="text-align: center;">Дополнительная литература</p> <p>1. Ключев, В.И. Теория электропривода : учебник для вузов / В.И. Ключев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 2001. - 704 с. : ил.</p> <p>2. Москаленко, В.В. Электрический привод : учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования / В.В. Москаленко. - М. : Мастерство, 2000. - 368 с.</p> <p>3. Кацман, М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу : учеб. пособие для студ. сред. спец. учеб. заведений / М.М. Кацман. - 2-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2000. - 215 с. : ил.</p> <p>4. Чернышёв. А.Ю. Электропривод переменного тока: Учебное пособие для академического бакалавриата / А.Ю. Чернышёв, Ю.Н. Деменьев, И.А. Чернышёв. – М.: Изд. Юрайт.- 2018, -2015с. (серия. Университет России) Режим доступа: https://biblionline.ru/book/E7D108CE-168A-458B-B740-635AE1EDC20F/, по сети IP-адресам компьютерной сети ПНИПУ</p> <p style="text-align: center;">Периодические издания</p> <p>1. Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2019 гг. - Режим доступа: http://vestnik.pstu.ru/elinf/about/inf/ , свободный.</p>	69 ЭР 30 74 24 ЭР	Вагизов В.А.


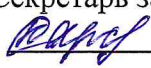

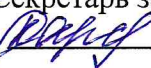
		<p>2. Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность: научно-технический журнал/ Учредитель ОАО «Электрозавод». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2012-2017 гг.</p> <p>3. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт/ Учредитель ООО «ИЕДЕПЕНДЕНТ МАСС МЕДИА» - Архив номеров 2018-2019 г.</p> <p>4. Электрик Международный Электротехнический Журнал/ Учредитель ДП «Издательство Радиоматор» Киев,, «Радиоматор». Архив номеров 2018г.</p> <p>5. Информационно-аналитический журнал Электроэнергетика: сегодня, завтра. ООО «Издательский Дом «Деловая Пресса», ИП Левлюх Ю.А. Архив номеров 2019 г.</p>	
--	--	--	--

Отдел научной библиотеки
 Лысьвенского филиала федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Пермский национальный университет

Зав. отделом научной библиотеки **Л.А. Стругова**
 Книгообеспеченность дисциплины составляет _____
 Книгообеспеченность дисциплины на семестр составляет _____

- основной учебной литературой: на 01.09.2019 – 1 экз/обуч.
 (число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)
- дополнительной учебной литературой: на 01.09.2019 – 1 экз/обуч.
 (число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)

Лист регистрации изменений

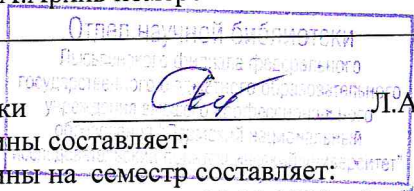
№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2020-2021 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва, 2019» заменить словами « Лысьва, 2020 »	31.08.2020, протокол №1 Доцент с и.о. зав. каф. ОНД  Е. Н. Хаматнурова Секретарь заседания кафедры ОНД  / О.Н. Карсакова
2	В разделе 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, в подразделе 6.1 Карта обеспеченности дисциплины Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для изучения дисциплины, заменить на новый	31.08.2020, протокол №1 Доцент с и.о. зав. каф. ОНД  Е. Н. Хаматнурова Секретарь заседания кафедры ОНД  / О.Н. Карсакова

6.1. Карта обеспеченности учебно-методической литературой дисциплины «Системы управления электроприводом»

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Направление	Семестры	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Кол-во экз. в библ.	Основной лектор
13.03.02			Основная литература		
	7	12	1. Системы управления электроприводов. Конспект для студентов Лысьвенского филиала ПГТУ / В.П. Казанцев. - Пермь : ПГТУ, 2003. - 168 с.	69	
	9	10	2. Лыков, А.Н. Системы управления электроприводами: монография / А.Н. Лыков; Перм. гос. техн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009. – 148 с. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/view.php?fDocumentId=462 , свободный	ЭР	
	9	9	3. Казанцев В. П. Системы управления электроприводом : учебно-методическое пособие / В. П. Казанцев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018. Режим доступа: http://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=4335 по IP- адресам компьютерной сети ПНИПУ	ЭР	
			Дополнительная литература		
			1. Ключев, В.И. Теория электропривода : учебник для вузов / В.И. Ключев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 2001. - 704 с. : ил.	30	
			2. Москаленко, В.В. Электрический привод : учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования / В.В. Москаленко. - М. : Мастерство, 2000. - 368 с.	74	
			3. Кацман, М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу : учеб. пособие для студ. сред. спец. учеб. заведений / М.М. Кацман. - 2-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2000. - 215 с. : ил.	24	
			Периодические издания		
			1. Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2019 гг. - Режим доступа: http://vestnik.pstu.ru/elinf/about/inf/ , свободный. 2. Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность: научно-технический журнал/ Учредитель ОАО «Электрозавод». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2012-2017 гг. 3. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт/ Учредитель ООО «ИЕДЕНДЕНТ МАСС МЕДИА» - Архив номеров 2018-2019 г. 4. Электрик Международный Электротехнический Журнал/ Учредитель ДП «Издательство Радиоматор» Киев,, «Радиоматор». Архив номеров 2018г.		Сошин И.В.

		5. Информационно-аналитический журнал Электроэнергетика: сегодня, завтра. ООО «Издательский Дом «Деловая Пресса», ИП Левлюх Ю.А. Архив номеров 2019 г.		
--	--	--	--	--




Зав. отделом научной библиотеки Л.А. Стругова

Книгообеспеченность дисциплины составляет:

Книгообеспеченность дисциплины на семестр составляет:

- основной учебной литературой: на 01.09.2020 – 1 экз/обуч.
(число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)
- дополнительной учебной литературой: на 01.09.2020 – 1 экз/обуч.
(число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой	
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2021-2022 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2020» изложить в следующей редакции « Лысьва 2021 »		
2	Пункт 6.1.Карта обеспеченности учебно-методической литературой дисциплины раздела 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, заменить на новую	<p style="text-align: center;">«<u>28</u>» <u>06</u> 20<u>21</u> г., протокол № <u>39</u></p> <p style="text-align: center;">Доцент с и.о. зав. каф. ОНД</p> <p style="text-align: center;"> / Е.Н. Хаматнурова</p>	
3	Во исполнение пункта 16 приказа от 07.04.2021 года № 24-О «О создании автономного учреждения путем изменения типа существующего учреждения», на титульном листе строку «Лысьвенский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования» изложить в следующей редакции « Лысьвенский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования »		


6.1. Карта обеспеченности учебно-методической литературой дисциплины «Системы управления электроприводом»

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Направление	Семестры	Кол-во студентов	Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место, изд-во, год издания, кол-во страниц)	Кол-во экз. в библ.	Основной лектор
13.03.02	7 9 9	11 24 10	<p style="text-align: center;">Основная литература</p> <p>1. Системы управления электроприводов. Конспект для студентов Лысьвенского филиала ПГТУ / В.П. Казанцев. - Пермь : ПГТУ, 2003. - 168 с.</p> <p>2. Лыков, А.Н. Системы управления электроприводами: монография / А.Н. Лыков; Перм. гос. техн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009. – 148 с. – Режим доступа: https://elib.pstu.ru/docview.?fDocumentId=462 , авторизованный</p> <p>3. Казанцев В. П. Системы управления электроприводом : учебно-методическое пособие / В. П. Казанцев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018. Режим доступа: https://elib.pstu.ru/docview/4335 авторизованный</p> <p style="text-align: center;">Дополнительная литература</p> <p>1. Ключев, В.И. Теория электропривода : учебник для вузов / В.И. Ключев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 2001. - 704 с. : ил.</p> <p>2. Москаленко, В.В. Электрический привод : учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования / В.В. Москаленко. - М. : Мастерство, 2000. - 368 с.</p> <p>3. Кацман, М.М. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу : учеб. пособие для студ. сред. спец. учеб. заведений / М.М. Кацман. - 2-е изд., испр. - М. : Высшая школа, 2000. - 215 с. : ил.</p> <p style="text-align: center;">Периодические издания</p> <p>1. Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2021 гг. - Режим доступа: http://vestnik.pstu.ru/elinf/about/inf/ , свободный.</p> <p>2. Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность: научно-технический журнал/ Учредитель ОАО «Электрозавод». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2012-2017 гг.</p> <p>3. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт/ Учредитель ООО «ИЕДЕПЕНДЕНТ МАСС МЕДИА» - Архив номеров 2018-2021 гг.</p> <p>4. Электрик Международный Электротехнический Журнал/ Учредитель ДП «Издательство Радиоматор» Киев,, «Радиоматор». Архив номеров 2018 г.</p>	69 ЭР ЭР 30 74 24	Вагизов В.А., Сошин И.В.

		5. Информационно-аналитический журнал Электроэнергетика: сегодня, завтра. ООО «Издательский Дом «Деловая Пресса», ИП Левлюх Ю.А. Архив номеров 2019-2021 гг.		
--	--	--	--	--

Зав. отделом научной библиотеки




Л.А. Стругова

Книгообеспеченность дисциплины составляет:

Книгообеспеченность дисциплины на семестр составляет:

- основной учебной литературой: на 01.09.2021 – 1 экз/обуч.
(число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)
- дополнительной учебной литературой: на 01.09.2021 – 1 экз/обуч.
(число, месяц, год) (экз. на 1 обучаемого)

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2022-2023 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2021» изложить в следующей редакции «Лысьва 2022»	«29» августа 2022 г., протокол № 1 Доцент с и.о. зав. каф. ОНД  Е.Н. Хаматнурова