

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 05 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Системы управления электроприводом  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 216 (6)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи 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).

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.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- 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.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает состав, этапы, последовательность проектирования систем управления электроприводом в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Знает состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Экзамен
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования систем управления электроприводом в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Умеет применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Защита лабораторной работы
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования систем управления электроприводом в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Владеет навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Курсовой проект
ПК-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знает нормативные требования и основные критерии оценки	Знает нормативные требования и основные критерии оценки	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		принимаемых проектных решений; структуру и правила оформления проектных и отчетных документов при проектировании систем электропривода, методы математического описания функциональных компонентов электроприводов, современные методы анализа и синтеза систем управления электроприводами в технической среде	принимаемых проектных решений; структуру и правила оформления проектных и отчетных документов.	
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	Умеет формировать обоснованные проектные решения по системам управления электроприводом; оформлять проектные и отчетные документы при проектировании систем управления электроприводом.	Умеет формировать обоснованные проектные решения по объектам профессиональной деятельности; оформлять проектные и отчетные документы.	Защита лабораторной работы
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	Владеет навыками публичной защиты проектов и отчетов; проводить доработку проектов и отчетов с учетом высказанных замечаний.	Владеет навыками публичной защиты проектов и отчетов; проводить доработку проектов и отчетов с учетом высказанных замечаний.	Курсовой проект

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	81	81	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	27	27	
- лабораторные работы (ЛР)	36	36	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	99	99	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<b>7-й семестр</b>				
Классификация и характеристики СУЭП.	4	6	0	4
Введение. Тема 1. Классификационные признаки и основные статические и динамические характеристики СУЭП. Тема 2. Задачи исследования и стадии проектирования СУЭП.				
Функциональные компоненты СУЭП.	4	6	0	10
Тема 3. Обобщенная функциональная схема СУЭП. Тема 4. Модели силовых компонентов СУЭП. Тема 5. Модели информационно-управляющих компонентов СУЭП.				
Принципы построения разомкнутых и замкнутых СУЭП.	4	8	0	16
Тема 6. Релейно-контакторные и полупроводниковые разомкнутые СУЭП. Тема 7. Замкнутые системы стабилизации, программного и следящего управления.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Общая постановка задачи синтеза СУЭП.	3	0	7	17
Тема 8. Частотные и временные методы синтеза СУЭП. Тема 9. Типовые регуляторы и корректирующие звенья. Тема 10. Типовая методика структурно-параметрического синтеза.				
СУЭП постоянного тока.	4	8	0	18
Тема 11. Системы «Тиристорный преобразователь-двигатель» и «Генератор-двигатель». Тема 12. Система двухзонного регулирования скорости. Тема 13. Системы регулирования положения СУЭП.				
СУЭП переменного тока.	4	8	0	12
Тема 14. Способы управления электроприводами переменного тока. Тема 15. Частотно-регулируемые электроприводы переменного тока.				
Дискретно-непрерывные СУЭП.	4	0	7	22
Тема 16. Синтез дискретно-непрерывных СУЭП. Тема 17. Микропроцессорные контроллеры в структурах СУЭП. Тема 18. Интегрированные среды для разработки и исследования (анализа и синтеза) СУЭП.				
ИТОГО по 7-му семестру	27	36	14	99
ИТОГО по дисциплине	27	36	14	99

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Синтез и анализ непрерывных двухконтурных статических систем регулирования скорости с применением ПК.
2	Синтез и анализ непрерывных двухконтурных астатических систем регулирования скорости с применением ПК.
3	Синтез и анализ микропроцессорных систем регулирования скорости с регуляторами состояния с применением ПК.
4	Синтез и анализ микропроцессорных систем регулирования скорости с регуляторами класса «вход-выход» в среде MatLab/Simulink разработки и исследования СУЭП.

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Исследование аппаратурной реализации СУЭП на основе стендов МИК-1 фирмы National Instruments.
2	Исследование программно-аппаратурной реализации СУЭП на основе стендов МИК-1 фирмы National Instruments.
3	Релейно-контакторная панель управления ПУ-5522 асинхронным короткозамкнутым электродвигателем
4	Исследования электроприводных систем «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока» (Стенд «ТП-ДПТ-нагрузка»).
5	Исследования электроприводных систем «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель» (Стенд «ПЧ-АД-нагрузка»).
6	Исследования электроприводных систем «Преобразователь частоты - синхронный двигатель» (Стенд «ПЧ-СД-нагрузка»).

### Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	«Разработка и исследование цифровых систем управления электроприводами с аperiodическими регуляторами состояния и регуляторами класса «вход-выход»

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и методов для решения проблем и принятия решений; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. 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.
4. 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.

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

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Автоматизация технологических процессов : учебное пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2017.	1
2	Анашкин А. С. Техническое и программное обеспечение распределенных систем управления : учебное пособие для вузов / А. С. Анашкин, Э. Д. Кадыров, В. Г. Харазов. - СПб: Р-2, Иван Федоров, 2004.	60
3	Башарин А. В. Управление электроприводами : учебное пособие для вузов / А. В. Башарин, В. А. Новиков, Г. Г. Соколовский. - Ленинград: Энергоиздат, 1982.	70
4	Лыков А. Н. Системы управления электроприводами / А. Н. Лыков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	59
5	Схиртладзе А. Г. Автоматизация технологических процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, С. В. Бочкарев, А. Н. Лыков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	80
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Алексеев В. В. Электрический привод. Моделирование приводов с векторным управлением горного оборудования : учебное пособие / В. В. Алексеев, А. Е. Козярук, С. В. Бабурин. - Санкт-Петербург: Изд-во НМСУ Горный, 2013.	1
2	Алексеев К.Б. Микроконтроллерное управление электроприводом : учебное пособие / К.Б. Алексеев, К.А. Палагута. - М.: Изд-во МГИУ, 2008.	5
3	Казанцев В. П. Системы управления исполнительными механизмами : учебное пособие / В. П. Казанцев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	20
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		



	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Греков, Э. Л. Исследование системы автоматического управления электроприводом постоянного тока : учебное пособие / Э. Л. Греков, В. Б. Фатеев. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks30057">http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks30057</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Микропроцессорные системы управления электроприводами и технологическими комплексами : учебное пособие / Г. М. Симаков, А. М. Бородин, Д. А. Котин, Ю. В. Панкрац. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks91602">http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks91602</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Казанцев В. П. Системы управления электроприводом : учебно-методическое пособие / В. П. Казанцев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6170">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6170</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Лыков А. Н. Системы управления электроприводами / А. Н. Лыков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2009.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2927">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2927</a>	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Схиртладзе А. Г. Автоматизация технологических процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, С. В. Бочкарев, А. Н. Лыков. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3176">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3176</a>	локальная сеть; свободный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь	10
Лабораторная работа	Лабораторный стенд «Микропривод постоянного тока»	1
Лабораторная работа	Лабораторный стенд исследования электропривода постоянного тока	1
Лабораторная работа	Лабораторный учебный стенд исследования электропривода переменного тока ПЧ-АД	1
Лабораторная работа	Лабораторный учебный стенд исследования электропривода переменного тока ПЧ-СД	1
Лабораторная работа	Стенд автоматизированного управления электроприводом	1
Лекция	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер	1
Практическое занятие	ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь	10

### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Системы управления электроприводом»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Автоматизированный электропривод и  
робототехнические комплексы

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Микропроцессорных средств автоматизации

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 4

**Семестр:** 7

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 6 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 216 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Экзамен: 1 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 7 учебных модулей. Во всех модулях предусмотрены аудиторские лекционные занятия и самостоятельная работа студентов, в 5 модулях предусмотрены лабораторные занятия, в 2 модулях предусмотрены практические занятия. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным, курсового проекта 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		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	КП		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> знать состав, этапы, последовательность проектирования систем управления электроприводом в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	С1	ТО1				ТВ
<b>3.2</b> знать нормативные требования и основные критерии оценки принимаемых проектных решений	С2	ТО1				ТВ
<b>3.3.</b> знать структуру и правила оформления проектных и отчетных документов при проектировании систем электропривода, методы математического описания функциональных компонентов электроприводов, современные методы анализа и синтеза систем управления электроприводами в технической среде	С3	ТО2				ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования систем управления			ОЛР2 ОЛР3	КП		ПЗ

электроприводом в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования						
<b>У.2</b> уметь формировать обоснованные проектные решения по системам управления электроприводом;			ОЛР1 ОЛР4	КП		ПЗ
<b>У.3.</b> уметь оформлять проектные и отчетные документы при проектировании систем управления электроприводом			ОЛР4 ОЛР3	КП		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1.</b> владеть навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования систем управления электроприводом в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования			ОЛР1	КП		КЗ
<b>В.2.</b> владеть навыками публичной защиты проектов и отчетов				КП		КЗ
<b>В.3.</b> владеть навыками проведения доработки проектов и отчетов с учетом высказанных замечаний.			ОЛР2			КЗ
<b>В.4.</b> владеть навыками программирования и наладки микропроцессорных средств СУИМ			ОЛР3			КЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; ОПЗ – отчет по практическому занятию; КП – курсовой проект; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

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

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

– входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

– текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

– промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

– межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

– контроль остаточных знаний.

## **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или 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.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по лабораторным работам и курсового проекта.

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 4 отчета по лабораторным работам. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита отчета по лабораторным работам проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Защита курсового проекта**

Запланирован курсовой проект. Тема курсового проекта приведена в РПД.

Защита курсового проекта проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Классификационные признаки электромеханических объектов управления (ЭМОУ). Общее устройство и принципы функционирования электрических, пневматических, гидравлических и электромагнитных ИМ поворотного, многооборотного и прямоходного действия.

2. Классификационные признаки СУЭП. Основные режимы функционирования и области применения СУЭП в составе ЭМОУ.

3. Обобщенная функциональная схема СУЭП постоянной скорости. Разомкнутые релейно-контакторные и бесконтактные СУЭП.

4. Основные схемные решения СУЭП постоянной скорости в режимах стабилизации технологических координат.

5. Обобщенная структура СУЭП переменной скорости. Режимы стабилизации, программного и следящего управления ИМ.

6. Стадии создания автоматизированных систем (ГОСТ 34.601-90).

7. Основные положения Межгосударственного стандарта «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе» (ГОСТ 7.32-2001).

### **Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Рассчитать параметры модели силового преобразователя энергии как апериодического звена СУЭП при следующих данных: номинальное напряжение управления 5 В, номинальное выходное средневыхпрямленное напряжение 230 В, время переходного процесса 0,02 с.

2. Найти параметры аналогового ПИ-регулятора некоего контура регулирования СУЭП на базе операционного усилителя при следующих элементах в его прямой и обратной цепи:  $R_{вх} = 10$  кОм,  $R_{ос} = 100$  кОм,  $C_{ос} = 1$  мкФ.

3. Определить дискретную передаточную функцию ПИ-регулятора некоего контура регулирования СУЭП, используя метод прямоугольников, при следующих исходных данных: коэффициент усиления  $K_{п} = 10$ , постоянная времени интегрирования  $T_{и} = 0,1$  с, такт дискретного управления  $T_{о} = 0,01$  с.

4. Записать разностное уравнение дискретного регулятора СУЭП класса «вход-выход» с передаточной функцией:  $D(z) = \frac{U(z)}{\varepsilon(z)} = \frac{10}{1 - 0,5 z^{-1}}$ .

### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Дискретные передаточные функции и разностные уравнения элементов СУЭП.

2. Методы синтеза цифровых СУЭП. Метод дискретизации аналоговых регуляторов класса «вход/выход» (метод аналогий). Цифровой ПИД-регулятор.

3. Метод синтеза апериодических дискретно-непрерывных СУЭП с регуляторами состояния.

4. Принципы построения типовых систем регулирования температуры, давления, расхода и др. технологических координат.

Типовой ситуационной кейс для проверки умений и владений представлен в приложении 1. *Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на*

выпускающей кафедре.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

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

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

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

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

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

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.



**Типовые ситуационные задания и кейсы для проверки умений и владений**

**Задание № \_\_. (анализ кейс-стади)**

Проверяемые результаты обучения: y2; v2

Задание. Внимательно прочитайте текст предложенного кейса и ответьте на вопросы задания.

**Критерии оценки ситуационных заданий**

**Оценка «пять» ставится, если обучающийся осознанно излагает и оценивает суть данной ситуации, с аргументацией своей точки зрения, умеет анализировать, обобщать и предлагает верные пути решения складывающейся ситуации.**

**Оценка «четыре» ставится, если обучающийся понимает суть ситуации, логично строит свой ответ, но допускает незначительные неточности при определении путей решения.**

**Оценка «три» ставится, если обучающийся ориентируется в сущности складывающейся ситуации, но нуждается в наводящих вопросах, не умеет анализировать и не совсем верно намечает пути решения ситуации.**

**Оценка «два» ставится, если обучающийся не ориентируется и не понимает суть данной ситуации, не может предложить путей ее решения, либо допускает грубые ошибки.**

**Ситуация 1.** Имеется структурная схема электромеханического объекта управления (ЭМОУ) (рисунок 1). Составьте математическое описание ЭМОУ в виде обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) и в векторно-матричном виде. Настройте контур регулирования скорости на симметричный оптимум (СО), чтобы обеспечить астатизм СУЭП при изменении нагрузки на валу. Параметры ЭМОУ представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры ДПТ

Параметры ДПТ												
U <sub>н</sub> (В)	I <sub>н</sub> (А)	R <sub>яц</sub> (Ом)	L <sub>яц</sub> (Гн)	J (кг·м <sup>2</sup> )	B	ω <sub>н</sub> (1/с)	T <sub>тп</sub> (с)	k <sub>тп</sub> (о.е.)	z <sub>p</sub>	T <sub>s</sub>	Brake	
52	15	0,5	0,00053	0,00022	0,001	125,6	0,0001	51	1	0,00001	0	

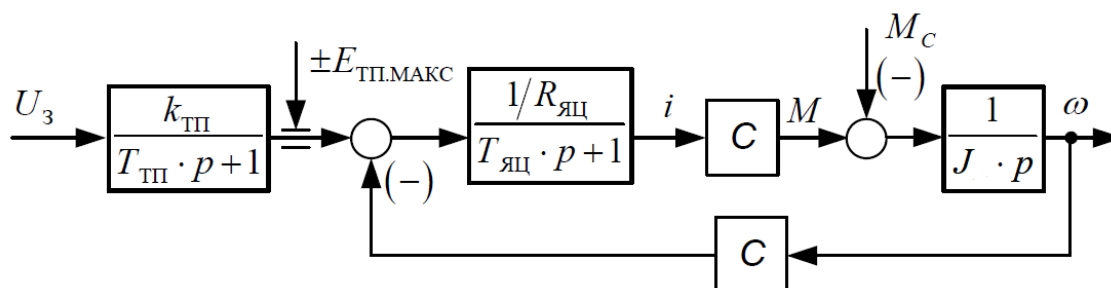


Рисунок 1 – Структурная схема двигателя постоянного тока с питанием от транзисторного преобразователя