

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

« 03 » марта 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Специальные главы теории автоматического управления  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Автоматизация в электроэнергетике и электротехнике  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – освоение отдельных активно развиваемых в настоящее время разделов теории автоматического управления.

Задачи учебной дисциплины:

Изучение общих представлений о принципах создания управляющих устройств и систем автоматического управления; методов, приемов и способов анализа и синтеза систем автоматического управления на основе априорной информации об объектах управления; достоинств и недостатков различных способов реализации систем автоматического управления; способов настройки и компьютерного моделирования систем автоматического управления.

Формирование умения создавать и различным способом рассчитывать управляющие устройства и системы автоматического управления; применять методы, различные приемы и способы анализа и синтеза систем автоматического управления на основе априорной информации об объектах управления; оценивать достоинства и недостатки различных способов реализации систем автоматического управления; выполнять настройку и компьютерное моделирование систем автоматического управления.

Формирование навыков создания управляющих устройств и систем автоматического управления; практического применения методов, приемов и способов анализа и синтеза систем автоматического управления на основе априорной информации об объектах управления; оценки достоинств и недостатков различных способов реализации систем автоматического управления; настройки и компьютерного моделирования систем автоматического управления.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объекты:

- методы, приемы и способы анализа и синтеза систем автоматического управления на основе априорной информации об объектах управления;

- методы и способы настройки и компьютерного моделирования систем автоматического управления;

- достоинства и недостатки различных реализации систем автоматического управления и управляющих устройств.

### 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-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает: – способы анализа и синтеза систем автоматического управления; – способы настройки систем автоматического управления в соответствии с заданными требованиями.	Знает нормативные и методические документы, регламентирующие вопросы качества продукции, методы выполнения измерений, контроля и испытаний изготавливаемых изделий, методы статистической обработки результатов измерений и контроля, государственные и международные стандарты в области качества, методы планирования производственной деятельности	Экзамен
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет: – анализировать варианты построения систем автоматического управления; – разрабатывать и рассчитывать системы автоматического управления на основе априорной информации об объекте управления.	Умеет анализировать нормативную и технологическую документацию, использовать методики измерений, контроля и испытаний материалов и комплектующих изделий, выполнять статистическую обработку результатов контроля и измерений, использовать методики измерения и контроля для оценки характеристик продукции, применять современные методы анализа производственной деятельности	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет: – практическими навыками анализа вариантов систем автоматического управления; – навыками практической разработки, расчета и компьютерного моделирования систем автоматического управления на основе априорной информации об объекте управления.	Владеет навыками использования средств измерений для проведения контроля качества продукции, навыками проведения статистической обработки результатов измерений, навыками оформления производственно-технической документации в соответствии с действующими требованиями, навыками планирования	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			производственно-технической деятельности	
ПК-2.6	ИД-1ПК-2.6	Знает: – способы выбора серийных и проектирования новых управляющих устройств для построения систем автоматического управления.	Знает методы решения задач инженерной сложности по выбору серийных объектов, основы междисциплинарного подхода и документирования требований при проектировании новых объектов в области профессиональной деятельности	Экзамен
ПК-2.6	ИД-2ПК-2.6	Умеет: – выбирать серийные и проектировать новые управляющие устройства для построения систем автоматического управления.	Умеет решать основные задачи инженерной сложности по выбору серийных объектов, документировать требования при проектировании новых объектов в области профессиональной деятельности	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.6	ИД-3ПК-2.6	Владеет: – навыками выбора и практического проектирования управляющих устройств для систем автоматического управления.	Владеет навыками выбора серийных объектов и проектирования отдельных частей новых объектов в области профессиональной деятельности	Курсовой проект

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 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
1-й семестр				
Введение. Способы описания систем автоматического управления.	4	0	4	17
Введение. Тема 1. Статические и астатические системы автоматического управления. Классификация систем автоматического управления. Статические и астатические системы автоматического управления. Тема 2. Способы описания систем автоматического управления. Задачи математического описания систем автоматического управления. Описание с помощью передаточных функций. Описание с помощью пространства состояний. Логарифмические амплитудно-частотные характеристики. Сравнение способов описания. Методы идентификации для получения моделей систем автоматического управления. Описание стохастических систем.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Устойчивость и качество систем автоматического управления.	3	0	4	21
Тема 3. Устойчивость систем автоматического управления. Обзор критериев устойчивости. Устойчивость нелинейных систем. Устойчивость по Ляпунову. Тема 4. Точность и качество систем автоматического управления. Статическая и динамическая точность. Показатели качества. Оптимальные системы. Автоматизация настройки систем автоматического управления.				
Синтез систем автоматического управления.	6	0	14	31
Тема 5. Способы синтеза систем автоматического управления. Разновидности ПИД-регуляторов. Системы подчиненного регулирования. Модульный и симметричный оптимум. Модальное управление. Синтез цифровых систем автоматического управления. Цифроаналоговые системы управления. Тема 6. Многомерные системы автоматического управления. Многомерные и переопределенные системы, проблемы управления ими. Способы селектирования сигналов в системах управления.				
Современные проблемы теории автоматического управления. Заключение.	5	0	12	21
Тема 7. Современные проблемы теории автоматического управления. Интеллектуальные системы управления. Оптимальные системы управления. Робастные системы управления. Адаптивные системы управления. Нечеткое и нейросетевое управление. Заключение.				
ИТОГО по 1-му семестру	18	0	34	90
ИТОГО по дисциплине	18	0	34	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Построение статических и астатических систем автоматического регулирования.
2	Дифференциальные уравнения и передаточные функции при описании систем управления.
3	Метод пространства состояний.
4	Описание цифровых систем управления.

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы практического (семинарского) занятия</b>
5	Описание цифроаналоговых систем управления.
6	Работа с ЛАЧХ.
7	Устойчивость систем автоматического управления.
8	Показатели качества систем автоматического управления.
9	Автоматизация настройки систем автоматического управления.
10	Структурная и параметрическая идентификация.
11	ПИД-регуляторы.
12	Стандартные настройки на модульный и симметричный оптимум.
13	Системы подчиненного регулирования.
14	Многомерные системы управления
15	Модальное управление.
16	Адаптивные системы управления.
17	Интеллектуализация управления.

#### Тематика примерных курсовых проектов/работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы курсовых проектов/работ</b>
1	Идентификация структуры и параметров модели объекта управления по данным экспериментальных наблюдений и оценка адекватности полученной модели.
2	Расчет модального управления для линейного стационарного объекта по заданному расположению корней на комплексной плоскости.

## 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 креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; 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, ролевые игры, тренинги и 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 и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
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	Дьяконов В. П. Matlab 6/6.1/6.5+Simulink 4/5. Основы применения. Москва : СОЛОН-Пресс, 2004. 767 с.	36
2	Лукас В. А. Теория автоматического управления : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Недра, 1990. 416 с.	42



3	Лукас В.А. Теория управления техническими системами : учебное пособие для вузов. 4-е изд., испр. Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2005. 676 с.	50
4	Ротач В.Я. Теория автоматического управления : учебник для вузов. 3-е изд., стер. М. : Изд-во МЭИ, 2005. 399 с.	35
5	Хижняков Ю. Н. Современные проблемы теории управления : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2015. 236 с. 15,0 усл. печ. л.	15
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Бакулева М. А., Корячко В. П., Орешков В. И. Нечеткая логика и мягкие вычисления : учебное пособие. Рязань : РГРТУ, 2016. 64 с. URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168070">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-168070</a> (дата обращения: 03.03.2022).	1
2	Денисенко В. В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием. Москва : Горячая линия-Телеком, 2009. 606 с.	6
3	Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления : пер. с англ. Москва : Лаб. Базовых Знаний, 2004. 831 с.	108
4	Леготкина Т. С. Методы идентификации систем : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2008. 121 с.	46
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Автоматика и телемеханика. Москва : Наука, 1936 - .	1
2	Проблемы управления / Control Sciences : научно-технический журнал. Москва : СенСиДат-Контрол, 2002 - .	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Протопопова Е. Э. Научная работа. Новые правила оформления. Библиографический аппарат научных, исследовательских и творческих работ (ГОСТ 7.80-2000, ГОСТ 7.32-2001, ГОСТ 7.82-2001, ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ 7.0.5-2008, ГОСТ 7.0.12-2011) : практическое пособие. Москва : Литера, 2014. 63 с. 4 усл. печ. л.	6
<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)
Основная литература	Лукас В. А. Теория автоматического управления : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Недра, 1990. URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib2572">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib2572</a> (дата обращения: 03.03.2022).	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib2572">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP Uelib2572</a>	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
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	Компьютер	10
Лекция	Компьютер, проектор, маркерная (меловая) доска	1
Практическое занятие	Компьютер	10

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

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

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**  
«Специальные главы теории автоматического управления»  
основной профессиональной образовательной программы высшего  
образования – программы магистратуры

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

**Направление подготовки:** 13.04.02 Электроэнергетика и  
электротехника

**Направленность (профиль)  
образовательной  
программы:** Автоматизация в электроэнергетике и  
электротехнике

**Квалификация  
выпускника:** «Магистр»

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 1 **Семестр:** 1  
**Трудоемкость:**  
Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

**Виды промежуточного контроля:**  
Экзамен: 1 семестр, курсовой проект: 1 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «**Специальные главы теории автоматического управления**». 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 формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения**

### **1.1. Формируемые компетенции**

Таблица 1.1 Профессиональные компетенции, заданные ФГОС ВПО по направлению подготовки.

№ п.п	Компетенции, формируемые на основании базовых учебных планов	
	Код компетенции	Формулировка компетенции
1	ПК-2.1	Способен обеспечивать выпуск продукции, соответствующей требованиям нормативных документов и технических условий, утвержденным образцам проектно-конструкторской и технологической документации
2	ПК-2.6	Способен выбирать серийные и проектировать новые объекты в области профессиональной деятельности

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра базового учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические, а также выполнение курсового проекта и самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения.

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.2.

Таблица 1.2. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	С	ТО	ОЛР	Т/КР	КП	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
Знает способы анализа и синтеза систем автоматического управления, способы настройки систем автоматического управления в соответствии с заданными требованиями (ПК-2.1)		ТО1 ТО2		КР1 КР2	КП	ТВ
Знает способы выбора серийных и проектирования новых управляющих устройств для построения систем автоматического управления (ПК-2.6)		ТО1 ТО2		КР1 КР2	КП	ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
Умеет анализировать варианты построения систем автоматического управления, разрабатывать и рассчитывать системы автоматического управления на основе априорной информации об объекте управления (ПК-2.1)				ПЗ1 ПЗ2	КП	ПЗ
Умеет выбирать серийные и проектировать новые управляющие устройства для построения систем автоматического управления (ПК-2.6)				ПЗ1 ПЗ2	КП	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
Владеет практическими навыками анализа вариантов систем автоматического управления, навыками практической разработки, расчета и компьютерного моделирования систем автоматического управления на основе априорной информации об объекте управления (ПК-2.1)				ПЗ1 ПЗ2	КП	ПЗ
Владеет навыками выбора и практического проектирования управляющих устройств для систем автоматического управления (ПК-2.6)				ПЗ1 ПЗ2	КП	ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КП – курсовая работа.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в 1-м семестре 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 освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме контрольных работ с обязательным привлечением компьютерной техники для того, чтобы студенты в среде визуального моделирования *Matlab/Simulink* продемонстрировали преподавателю полученные результаты расчетов, графики переходных процессов и синтезированные схемы систем автоматического управления.

Результаты по 5-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении

промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.2) проводится в форме контроля выполнения практических заданий и рубежного контроля (после изучения соответствующих модулей учебной дисциплины).

### **2.2.1. Практические задания**

Согласно РПД подготовлено 17 типовых практических занятий. Их названия приведены в РПД. В ходе практических занятий студент закрепляет и углубляет полученные ранее теоретические знания. Особое внимание уделяется решению типовых практических задач, связанных с будущей профессиональной деятельностью по работе с электроэнергетическими системами. Для контроля выполнения практических занятий предусмотрена выдача студентам двух практических заданий. Первое ПЗ по модулю 1 «Введение. Способы описания систем автоматического управления» и по модулю 2 «Устойчивость и качество систем автоматического управления», второе ПЗ по модулю 3 «Синтез систем автоматического управления» и по модулю 4 «Современные проблемы теории автоматического управления».

Защита выполнения практического задания проводится индивидуально каждым студентом.

Типовая шкала и критерии оценки результатов защиты практических заданий приведены в общей части ФОС образовательной магистерской программы.

#### **Типовые задания первого ПЗ:**

1. Математическое описание двигателя постоянного тока (ДПТ) как объекта управления с помощью преобразования Лапласа (в виде передаточных функций).
2. Модель тиристорного преобразователя (ТП) в системе ТП – ДПТ.
3. Стандартные регуляторы САУ ДПТ.
4. Способы улучшения динамических свойств САУ в режиме стабилизации.
5. Оптимальные настройки контуров регулирования ДПТ. Модульный оптимум.
6. Оптимальные настройки контуров регулирования ДПТ. Симметричный оптимум.
11. Системы управления ДПТ в программном режиме. Способы ограничения координат.
12. Синтез системы подчиненного регулирования ДПТ.

#### **Типовые задания второго ПЗ:**

1. Математическое описание двигателя постоянного тока как объекта управления в векторно-матричной форме (с помощью матриц)



2. Критерии качества регулирования и их связь с настройкой контуров регулирования ДПТ.
3. Синтез САУ методом модального управления.
4. Многомерные системы управления (привести примеры).
5. Адаптивные системы управления (сигнальная настройка).
6. Адаптивные системы управления (параметрическая настройка).
7. Адаптивные системы управления с эталонной моделью.
8. Адаптивные системы управления с настраиваемой моделью.
9. Структурная и параметрическая идентификация.
10. Искусственные нейронные сети для управления техническими объектами.
11. Нечеткое управление в электроэнергетике и электротехнике.
12. Искусственный интеллект при управлении в электроэнергетике и электротехнике.

### 2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежных контрольных работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Введение. Способы описания систем автоматического управления» и по модулю 2 «Устойчивость и качество систем автоматического управления», вторая КР по модулю 3 «Синтез систем автоматического управления» и по модулю 4 «Современные проблемы теории автоматического управления».

Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. – Шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
5	Максимальный уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
3	Минимальный уровень	Студент полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Типовые динамические звенья ТАУ (их переходная характеристика и передаточная функция). Для каждого варианта даются свои три типовых динамических звена.

2. Численный пример на идентификацию модели объекта управления, используются численные методы идентификации, результат проверяется в цифровой среде *Matlab/Simulink*.

3. Критерии устойчивости (в каждом варианте дается свой критерий устойчивости).

4. Численный пример на расчет устойчивости по передаточной функции замкнутой САУ.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Типовые законы регулирования линейных систем

2. Численный пример на расчет регулятора при настройке САУ на модульный оптимум.

3. Численный пример на расчет цифровой системы управления методом пространства состояний.

4. Характеристики и свойства адаптивных систем управления.

5. Направления интеллектуализации в САУ.

### **2.3. Промежуточная аттестация**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических заданий, 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 и практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и приобретенных владений всех заявленных компетенций.

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

### **Защита курсового проекта**

Защита курсового проекта проводится в устной форме. Преподаватель проверяет пояснительную записку и задает два вопроса по содержанию пояснительной записки, если ответ его не удовлетворяет, преподаватель задает третий вопрос.

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

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

1. Классификация современных САУ.
2. Основные (типовые) управляющие воздействия САУ.
3. Переходная характеристика (понятие, пример).
4. Импульсная переходная характеристика (понятие, пример).
5. Передаточная функция звена (получение, пример).
6. Амплитудно-фазовая характеристика.
7. Амплитудно-частотная характеристика.
8. Фазо-частотная характеристика.
9. Типовые динамические звенья. Характеристики.
10. Цифровые системы автоматического управления.
11. Адаптивные системы автоматического управления.
12. Использование искусственных нейронных сетей для управления техническими объектами.
13. Нечеткое управление и нейро-нечеткое управление.
14. Искусственный интеллект при управлении техническими системами.

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

1. Рассчитать устойчивость САУ с помощью критерия Гурвица при заданной передаточной функции САУ.
2. Рассчитать цифровую систему автоматического управления методом переменного коэффициента усиления при заданном математическом описании объекта управления.
3. Рассчитать цифровой модальный регулятор для системы автоматического управления.
4. Предложить структуру искусственной нейронной сети для решаемой задачи (например для получения модели газотурбинной электростанции).
5. Предложить схему адаптивного управления для заданного объекта на основе эталонной модели.
6. Составить структурную схему интеллектуализированной иерархической системы управления технологическим процессом.
7. Предложить и обосновать перечень задач, возлагаемых на SCADA-

систему для заданного преподавателем технологического процесса.

8. Построить структурно-функциональную схему автоматизированного управления газотурбинной электростанцией, работающей в автономном режиме.

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

### **2.4. Курсовой проект**

Примерные темы курсового проекта содержатся в РПД.

Рассмотрим содержание курсового проекта по теме «Идентификация структуры и параметров модели объекта управления по данным экспериментальных наблюдений и оценка адекватности полученной модели».

Целью курсового проекта является применить полученные на лекционных и практических занятиях, а также при выполнении самостоятельной подготовки и изучении дополнительной литературы знания, умения и навыки для идентификации модели объекта исследований по экспериментальным данным

Задачи курсового проекта.

1. Получить математическую модель статического объекта по экспериментальным данным, параметры оценить методом наименьших квадратов, структуру модели выбрать экспериментальным путем.
2. Проверить адекватность полученной модели по критерию Фишера.
3. Получить математическую модель динамического объекта по экспериментальным данным, параметры оценить методом наименьших квадратов.
4. Идентифицировать матрицу перехода динамической модели.
5. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Задание на курсовой проект выдается по вариантам.

Курсовой проект включает разделы, соответствующие выше представленному перечню задач курсового проекта.

Оформляется отчет по курсовому проекту в соответствии с требованиями ГОСТ. Пояснительная записка оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2017 (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления).

На титульном листе указывается название министерства, полное название университета, название кафедры.

По центру надпись «Курсовой проект», ниже: «по дисциплине: Специальные главы теории автоматического управления». Еще через строчку тема курсового проекта.

Справа внизу ФИО и подпись студента и место для подписи преподавателя. Внизу – год и город.

### **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 магистерской программы.

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

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных 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 магистерской программы.

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