

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

« 10 » февраля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Автоматизация в электромеханике  
(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 дисциплины - освоение базовых разделов теории автоматического управления для применения в задачах автоматизации электромеханических устройств и систем.

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; способов математического описания и математического моделирования систем автоматического управления электромеханическими объектами.

Формирование умений рассчитывать управляющие устройства и системы автоматического управления; применять методы анализа и синтеза систем автоматического управления на основе информации об объектах управления; выявлять достоинства и недостатки и сравнивать между собой системы автоматического управления; выполнять компьютерное моделирование систем автоматического управления электромеханическими объектами управления.

Формирование навыков расчета управляющих устройств (регуляторов) и систем автоматического управления; практического применения методов анализа и синтеза систем автоматического управления на основе информации об электромеханических объектах управления; оценки достоинств и недостатков различных способов построения систем автоматического управления; построения моделей и компьютерного моделирования систем автоматического управления электромеханическими объектами управления.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объекты:

- методы анализа и синтеза систем автоматического управления на основе информации об электромеханических объектах управления;
- математические модели и способы компьютерного моделирования систем автоматического управления электромеханическими объектами;
- достоинства и недостатки различных регуляторов и систем автоматического управления для автоматизации электромеханических объектов и систем.

### 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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает: современные информационные технологии для решения задач автоматизации в электротехнике и электромеханике, математические пакеты и принципы получения и построения математических моделей в электромеханике для анализа и синтеза систем автоматического управления	Знает современные информационные технологии, сетевые компьютерные технологии, математические пакеты в электротехнике	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы систем автоматического управления.	Умеет применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками математического моделирования при анализе и расчете систем автоматического управления электромеханическими объектами.	Владеет навыками математического моделирования при анализе и расчете объектов профессиональной деятельности	Контрольная работа
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает: математические основы теории автоматического управления, математические основы статистики и численных методов для анализа и синтеза систем автоматического управления в электромеханике.	Знает физико-математические основы теории электромагнитного поля, переработки полимеров, основы теории автоматического управления, теплопередачи, математические основы статистики и численных методов	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет применять физико-математический аппарат теории автоматического управления при решении задач анализа и синтеза систем автоматического управления.	Умеет применять соответствующий физико-математический аппарат при решении профессиональных задач	Защита лабораторной работы
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками анализа, моделирования, теоретического и экспериментального	Владеет навыками анализа, моделирования, теоретического и экспериментального	Курсовая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		исследования процессов в системах автоматического управления электромеханическими объектами.	исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности	
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает: способы анализа и синтеза систем автоматического управления электромеханическими объектами; способы моделирования систем автоматического управления в соответствии с заданными требованиями.	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: анализировать варианты построения систем автоматического управления; рассчитывать системы автоматического управления на основе информации об электромеханическом объекте управления.	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	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет: практическими навыками анализа вариантов систем автоматического управления; навыками расчета и компьютерного моделирования систем автоматического управления на основе априорной информации об электромеханическом объекте управления.	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	Курсовая работа

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

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	72	72	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	27	27	
- лабораторные работы (ЛР)	23	23	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
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	
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Введение. Способы описания систем автоматического управления.	7	8	6	30
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. Частотные характеристики. Типовые динамические звенья. Рассмотрение примеров описания электромеханических систем как объектов управления.				
Устойчивость и качество систем автоматического управления	10	6	6	40
Тема 3. Устойчивость систем автоматического управления. Геометрическая интерпретация устойчивости. Критерии устойчивости.  Тема 4. Точность и качество систем автоматического управления. Статическая и динамическая точность. Показатели качества систем управления. Методы оценки качества систем управления.				
Синтез систем автоматического управления.	10	9	6	38
Тема 5. Способы синтеза систем автоматического управления. Типовые законы регулирования линейных систем. Стандартные настройки контуров регулирования электромеханических систем. Ограничения координат электромеханических систем. Тема 6. Цифровые системы автоматического управления. Анализ и синтез цифровых систем управления. Тема 7. Современная теория автоматического управления. Метод пространства состояний для анализа и синтеза систем автоматического управления.				
ИТОГО по 6-му семестру	27	23	18	108
ИТОГО по дисциплине	27	23	18	108

## 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	Структурные схемы систем автоматического управления.
4	Построение структурной схемы двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
5	Построение структурной схемы системы автоматического управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения.
6	Определение устойчивости системы автоматического управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Определение границ устойчивости. Влияние коэффициента усиления на устойчивость.
7	Расчет одноконтурной системы управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения.
8	Расчет двухконтурной системы управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Настройка на модульный оптимум.
9	Расчет двухконтурной системы управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Настройка на симметричный оптимум.
10	Метод пространства состояний.

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Моделирование статической системы регулирования на примере простой технической системы.
2	Построение модели объекта управления на примере двигателя постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения.
3	Исследование модели объекта управления на примере двигателя постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения.
4	Исследование типовых регуляторов в системе управления ДПТ независимого возбуждения.
5	Исследование настройки регуляторов системы автоматического управления (САУ) ДПТ с учетом физических свойств объекта управления.
6	Исследование синтеза одноконтурной САУ ДПТ с настройкой на модульный (технический) оптимум.
7	Исследование синтеза двухконтурной САУ ДПТ с настройкой на модульный (технический) оптимум.
8	Исследование синтеза одноконтурной САУ ДПТ с настройкой на симметричный оптимум.
9	Исследование описания и моделирования САУ методом пространства состояний.

## Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Расчет системы автоматического управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения

### 5. Организационно-педагогические условия

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

<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.</p>
--

#### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

<p>При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.</li><li>2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.</li><li>3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.</li><li>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.</li></ol>
--

### 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
-------	---	---



№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Лукас В.А. Теория управления техническими системами : учебное пособие для вузов. 4-е изд., испр. Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2005. 676 с.	50
2	Ротач В. Я. Теория автоматического управления : учебник для вузов. 4-е изд., стер. Москва : Издат. дом МЭИ, 2007. 399 с. 32,25 усл. печ. л.	1
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления : пер. с англ. Москва : Лаб. Базовых Знаний, 2004. 831 с.	108
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Автоматика и телемеханика. Москва : Наука, 1936 - .	
2	Проблемы управления / Control Sciences : научно-технический журнал. Москва : СенСиДат-Контрол, 2002 - .	
<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)
Основная литература	Лукас В.А. Теория управления техническими системами : учебное пособие для вузов. 4-е изд., испр. Екатеринбург : Изд-во УГГУ, 2005. 676 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks100694">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks100694</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 XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

Вид ПО	Наименование ПО
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
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
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
Курсовая работа	Компьютер	10
Лабораторная работа	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»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

«Автоматизация в электромеханике»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (модуль) образовательной программы:** Электромеханика

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 3 **Семестр:** 6

**Трудоемкость:**  
Кредитов по рабочему учебному плану: 6 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 216 ч.

**Виды промежуточного контроля:**  
Экзамен: 6 семестр, курсовая работа: 6 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «**Автоматизация в электромеханике**». 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 – Компетенции, формируемыми в процессе освоения данной ОПОП, определенные на основе СУОС ВО ПНИПУ по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

<b>Компетенции, формируемые на основании базовых учебных планов</b>		
№ п.п	Код	Формулировка компетенции
	компетенции	
	<b>ПК-1.1.</b>	Способность использовать современные информационные технологии, управлять информацией с использованием прикладных программ, использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ в своей предметной области.
1	<b>ПК-1.2.</b>	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат для исследования процессов и режимов работы объектов профессиональной деятельности.
2	<b>ПК-2.3</b>	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра базового учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские

лекционные, практические, а также 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	КУ	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
Знает современные информационные технологии для решения задач автоматизации в электротехнике и электромеханике, математические пакеты и принципы получения и построения математических моделей в электромеханике для анализа и синтеза систем автоматического управления (ПК-1.1)		ТО1 ... ТО3		КР1 ... КР2	КУ	ТВ
Знает математические основы теории автоматического управления, математические основы статистики и численных методов для анализа и синтеза систем автоматического управления в электромеханике (ПК-1.2)		ТО1 ... ТО3		КР1 ... КР2	КУ	ТВ
Знает способы анализа и синтеза систем автоматического управления электромеханическими объектами; способы моделирования систем автоматического управления в соответствии с заданными требованиями (ПК-2.3)		ТО1 ... ТО3		КР1 ... КР2	КУ	ТВ

<b>Освоенные умения</b>						
Умеет применять современные программно-вычислительные комплексы для исследования процессов и режимов работы систем автоматического управления электромеханическими объектами. (ПК-1.1)			ОЛР 1 ... ОЛР 9	ПЗ1 ... ПЗ3	КУ	ПЗ
Умеет применять физико-математический аппарат теории автоматического управления при решении задач анализа и синтеза систем автоматического управления. (ПК-1.2)			ОЛР 1 ... ОЛР 9	ПЗ1 ... ПЗ3	КУ	ПЗ
Умеет рассчитывать системы автоматического управления на основе информации об электромеханическом объекте управления (ПК-2.3)			ОЛР 1 ... ОЛР 9	ПЗ1 ... ПЗ3	КУ	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
Владеет навыками математического моделирования при анализе и расчете систем автоматического управления электромеханическими объектами (ПК-1.1)			ОЛР 1 ... ОЛР 9	ПЗ1 ... ПЗ3	КУ	ПЗ
Владеет навыками анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов в системах автоматического управления электромеханическими объектами. (ПК-1.2)			ОЛР 1 ... ОЛР 9	ПЗ1 ... ПЗ3	КУ	ПЗ
Владеет навыками расчета и компьютерного моделирования систем автоматического управления на основе априорной информации об электромеханическом объекте управления (ПК-2.3)			ОЛР 1 ... ОЛР 9	ПЗ1 ... ПЗ3	КУ	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; КУ – курсовая работа.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в 6-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 обучающегося 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 усвоения материала в форме письменного выборочного теоретического опроса студентов 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 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 защиты отчетов по лабораторным работам, контроля выполнения практических заданий и рубежного контроля (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### 2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 9 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Шкала и критерии оценки защиты лабораторной работы

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
5	Максимальный уровень	Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Задание по лабораторной работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к лабораторной работе не полностью соответствует требованиям
3	Минимальный уровень	Студент правильно выполнил задание к лабораторной работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в практической работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.
2	Минимальный уровень не достигнут	Студент не выполнил все задания лабораторной работы и не может объяснить полученные результаты.

### 2.2.2. Практические задания

Согласно РПД запланировано 10 практических занятий и 3 рубежных практических задания (ПЗ) после освоения студентами учебных модулей дисциплины, первое ПЗ по модулю 1 «Введение. Способы описания систем автоматического управления», второе ПЗ – по модулю 2 «Устойчивость и



качество систем автоматического управления», третье ПЗ по модулю 3 «Синтез систем автоматического управления».

### Типовые задания первого ПЗ:

1. Записать математическое описание простого объекта управления в виде дифференциального уравнения и в виде передаточной функции. В качестве объекта управления задан цилиндрический вертикальный бак с водой, площадь поверхности воды в баке  $1 \text{ м}^2$ , также имеется две трубы, по одной трубе вода поступает в бак, по другой – забирается из бака. Считать, что расход воды из трубы на выходе из бака не зависит от высоты уровня воды в баке (воду потребляет насос). Использовать следующие обозначения:  $H$ , м – высота уровня жидкости в баке,  $q_1$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$  – расход воды в трубе, по которой поступает вода в бак,  $q_2$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$  – расход воды в трубе, по которой вода забирается из бака,  $S$ ,  $\text{м}^2$  – площадь поверхности воды в баке.

2. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения описывается следующими двумя дифференциальными уравнениями. Уравнение ЭДС:

$$U = E + IR_a + L_a \frac{dI}{dt}, \text{ уравнение движения: } M_d - M_c = J \frac{d\omega}{dt}. \text{ Требуется}$$

получить математическое описание двигателя постоянного тока по этим уравнениям в виде передаточных функций и структурной схемы, составленной из этих передаточных функций. Учесть соотношения:

$$M = C_M \Phi I = k_M I, C_E = C_M = \frac{pN}{2\pi a}, T_a = \frac{L_a}{R_a}, T_M = \frac{JR_a}{k_E k_M} = \frac{JR_a}{k^2}.$$

### Типовые задания второго ПЗ:

1. С помощью критерия Гурвица определить будет ли устойчива система автоматического регулирования «Тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока» с параметрами:  $T_M = 1 \text{ с}$ ,  $T_a = 0,1 \text{ с}$ ,  $T_{ТП} = 0,01 \text{ с}$ ,  $k = 14$  – суммарный коэффициент передачи разомкнутого контура.

2. Решить обратную задачу к выше сформулированной. Найти максимально допустимый по устойчивости коэффициент передачи разомкнутого контура при параметрах:  $T_M = 1 \text{ с}$ ,  $T_a = 0,1 \text{ с}$ ,  $T_{ТП} = 0,01 \text{ с}$ . Использовать критерий устойчивости Гурвица. Оценить возможные показатели качества переходного процесса для этого максимально коэффициента передачи.

### Типовые задания третьего ПЗ:

1. Для двигателя постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения рассчитать регулятор одноконтурной системы автоматического регулирования угловой скорости ДПТ. Использовать ПИ-регулятор. Настроить регулятор на модульный оптимум, желаемая передаточная

функция:  $W_{ж}(p) = \frac{1}{2T_{\mu}p(T_{\mu}p + 1)}$ , передаточная функция тиристорного

преобразователя:  $W_{\Pi}(p) = \frac{25}{0.005p + 1}$ , передаточная функция двигателя

постоянного тока:  $W_3(p) = \frac{0.7}{0.0008p^2 + 0.0755p + 1}$ .

2. Для двигателя постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения рассчитать регулятор одноконтурной системы автоматического регулирования угловой скорости ДПТ. Использовать ПИД-регулятор. Настроить регулятор на модульный оптимум, желаемая передаточная

функция:  $W_{\text{ж}}(p) = \frac{1}{2T_{\mu}p(T_{\mu}p + 1)}$ , передаточная функция тиристорного

преобразователя:  $W_{\Pi}(p) = \frac{46}{0.005p + 1}$ , передаточная функция двигателя

постоянного тока:  $W_3(p) = \frac{0.545}{0.0005p^2 + 0.0535p + 1}$ .

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### 2.2.3. Рубежная контрольная работа

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

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного модуля
		знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.
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. Привести пример физических объектов, которые могут быть представлены заданными типовыми динамическими звеньями (для каждого варианта даются свои три типовых динамических звена).

#### **Типовые задания второй КР:**

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

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

#### **Типовые задания третьей КР:**

1. Типовые законы регулирования линейных систем

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

### **2.3. Промежуточная аттестация**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и 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 освоенных 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.

### **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 безынерционного звена.
10. Типовые динамические звенья. Характеристики апериодического звена.

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

1. Рассчитать передаточную функцию системы по заданной структурной схеме и передаточным функциям отдельных звеньев этой системы.
2. Рассчитать передаточную функцию по заданному дифференциальному уравнению, описывающему объект управления.
3. Определить передаточную функцию по заданной ЛАЧХ.
4. Рассчитать устойчивость САУ с помощью критерия Гурвица при заданной передаточной функции САУ.
5. Рассчитать устойчивость САУ с помощью критерия Рауса при заданной передаточной функции САУ.
6. Рассчитать ПИ-регулятор для одноконтурной системы регулирования угловой скорости двигателя постоянного тока при настройке на модульный оптимум при заданных передаточных функциях ТП, ДПТ, датчиков.
7. Рассчитать ПИД-регулятор для одноконтурной системы регулирования угловой скорости двигателя постоянного тока при настройке на модульный оптимум при заданных передаточных функциях ТП, ДПТ, датчиков.

### **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. Курсовая работа**

Целью курсового проекта является применение полученных на лекционных, практических и лабораторных занятиях, а также при выполнении самостоятельной подготовки и изучении дополнительной литературы знаний, умений и навыков для расчета системы автоматического управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения.

Задачи курсовой работы.

1. Получить математическую модель двигателя постоянного тока (ДПТ) на основании его номинальных данных и паспортных параметров.
2. Составить алгоритмическую структурную схему ДПТ.
3. Получить передаточную функцию ДПТ по заданию и по возмущению.
4. Получить математическую модель преобразователя.
5. Рассчитать регулятор системы автоматического управления (САУ) ДПТ.
6. Провести анализ САУ ДПТ на устойчивость.
7. Проанализировать показатели качества синтезированной САУ ДПТ.
8. Выполнить программную реализацию и получить переходные процессы в системе визуального моделирования *Matlab/Simulink* (лицензия № 568405).
9. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы.

Тема типовой курсовой работы (задание выдаётся по вариантам): «Расчет системы автоматического управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения».

Курсовая работа включает разделы, соответствующие выше представленному перечню задач курсовой работы.

Оформляется отчет по курсовой работе 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 «Курсовая работа», ниже: «по дисциплине: Автоматизация в электромеханике». Еще через строчку тема курсовой работы.

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

### **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.