

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
 ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Председатель Совета  
 факультета энергетики и  
 систем управления  
 Бурковский А.В. \_\_\_\_\_  
 (подпись)  
 \_\_\_\_\_  
 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Теория автоматического управления**

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: **Электропривода, автоматике и управления в технических системах**

Направление подготовки (специальности):

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

(код, наименование )

Направленность: **Электропривод и автоматика, Электромеханика**

(название профиля по УП)

**Часов по УП: 288; Часов по РПД: 288;**

**Часов по УП (без учета часов на экзамены): 275; Часов по РПД: 275;**

**Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП:**

**Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД:**

**Часов на самостоятельную работу по УП: 243 (84,3%);**

**Часов на самостоятельную работу по РПД: 243 (84,3%)**

**Общая трудоемкость в ЗЕТ: 8;**

**Виды контроля в семестрах (на курсах):** Экзамены – 5; Зачеты – 4 ; Курсовые проекты – 0;

Курсовые работы – 5; Контрольные работы – 4.

**Форма обучения:** заочная;

**Срок обучения:** ускоренное обучение на базе СПО.

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 10		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции							4	4	4	4							8	8
Лабораторные							6	6	6	6							12	12
Практические							4	4	8	8							12	12
Ауд. занятия							14	14	18	18							32	32
Сам. работа							126	126	117	117							243	243
<b>Итого</b>							140	140	135	135							275	275

**Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля):** Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»: утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.09.15 г №955.

**Программу составил:** \_\_\_\_\_ Киселёва О.А.  
(подпись, ученая степень, ФИО)

**Рецензент (ы):** \_\_\_\_\_ Попова Т.В.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика, Электромеханика

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ЭАУТС  
протокол № \_от \_\_\_\_\_201\_\_ г.

Зав. кафедрой ЭАУТС \_\_\_\_\_ д.т.н., проф., Бурковский В.Л.

Согласовано:

Зав. выпускающей кафедрой  
«Электромеханических систем и  
электрооборудования» \_\_\_\_\_ Шелякин В.П.

Председатель МКНП \_\_\_\_\_ к.т.н. Тикунов А.В.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<b>Цель изучения дисциплины</b> – формирование у студентов прочной теоретической базы по современным методам исследования систем управления, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с получением математического описания, моделированием, анализом, проектированием, испытаниями и эксплуатацией современных систем управления.
1.2	<b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>
1.2.1	- классифицировать объекты и системы управления и описывать происходящие в них динамические процессы;
1.2.2	- анализировать структуру и математическое описание систем управления с целью определения областей их устойчивой и качественной работы;
1.2.3	- проводить синтез систем, их испытания и эксплуатацию

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1. В.ОД.6
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по информатике, теоретическим основам электротехники, электрическим машинам в пределах программы бакалавров	
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
Б1. В.ОД.8	Электрический привод
Б1. В.ОД.10	Моделирование и исследование электроприводов
Б1. В.ОД.12	Теория электропривода
Б1.В.ДВ.8.1	Основы систем управления электроприводами
Б3	Государственная итоговая аттестация

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-3	- способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей;
<b>знать:</b> принцип действия современных систем управления и особенности протекающих в них процессов;	
<b>уметь:</b> использовать полученную в результате обучения теоретическую и практическую базу для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, структурных схем; построения их характеристик и моделирования	
ПК-1	- способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике
<b>владеть:</b> навыками по испытаниям и эксплуатации систем управления.	

ПК-2	- способностью обрабатывать результаты экспериментов
<b>владеть:</b> навыками использования полученных знаний при решении практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления	

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	принцип действия современных систем управления и особенности протекающих в них процессов;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать полученную в результате обучения теоретическую и практическую базу для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, структурных схем; построения их характеристик и моделирования;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками использования полученных знаний при решении практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления, получить навыки по испытаниям и эксплуатации систем управления.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П./п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Основные понятия и определения теории автоматического управления	4		2	2	2	58	64
2	Математическое описание систем автоматического управления	4		2	2	4	68	76
3	Устойчивость линейных САУ	5		1,5	4	2	27	34,5
4	Анализ качества процессов регулирования САУ	5		2	2	4	20	28
5	Синтез корректирующих устройств и улучшение качества процессов регулирования	5		0	2	-	35	37
6	Инвариантные, нелинейные, дискретные и оптимальные САУ	5		0,5	-	-	35	35,5
<b>Итого</b>				<b>8</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>243</b>	<b>275</b>

## 4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
<b>4 семестр</b>		<b>4</b>	
<b>Раздел 1. Основные понятия и определения теории автоматического управления.</b>		<b>2</b>	
	<b>Введение. Основные понятия, определения и термины.</b> Понятие системы автоматического управления (САУ). Общая характеристика САУ. Характеристика объектов управления и сигналов. <i>Самостоятельное изучение.</i> Классификация САУ по фундаментальному признаку. Основные понятия и принципы построения САУ. Исторические аспекты становления Теории автоматического управления как науки.	0,5	
	<b>Фундаментальные принципы управления.</b> Фундаментальные принципы управления: разомкнутое управление, управление по возмущению, по отклонению, комбинированное управление. <i>Самостоятельное изучение.</i> Структурные схемы и особенности формирования управления в САУ различных принципов. Понятие структурной схемы САУ.	0,5	
	<b>Основные виды автоматического управления.</b> Основные виды автоматического управления: стабилизация, следящее, программное, оптимальное и адаптивное управление. <i>Самостоятельное изучение.</i> Классификация САУ по принципам и видам управления, типу сигналов и характеристикам параметров системы. Математическое описание и свойства функций Хевисайда и Дирака.	0,5	
	<b>Установившиеся и переходные процессы.</b> Установившиеся и переходные процессы в системах автоматического управления. <i>Самостоятельное изучение.</i> Уравнения статики и динамики САУ. Инструментальные средства моделирования процессов в динамическом режиме.	0,5	
<b>Раздел 2. Математическое описание систем автоматического управления.</b>		<b>2</b>	
	<b>Математическое описание линейных непрерывных САУ.</b> Понятие и принципы математического моделирования. Математическое описание линейных непрерывных САУ с помощью дифференциальных уравнений. <i>Самостоятельное изучение.</i> Линеаризация характеристик и дифференциальных уравнений САУ. Примеры составления дифференциальных уравнений для различных объектов. Принцип суперпозиции в линейных системах.	0,5	
	<b>Способы математического описания САУ.</b> Векторно-матричные уравнения системы и уравнения в пространстве состояний. <i>Самостоятельное изучение.</i> Применение операторного метода для решения уравнений системы. Методы решения матричных уравнений.	0,5	
	<b>Передаточная функция САУ.</b>	0,5	

	<p>Преобразование Лапласа. Понятие о передаточной функции, связь передаточной функции с весовой и переходной характеристиками. Нули и полюса передаточной функции. Характеристический полином и характеристическое уравнение системы. <b>Понятие динамического звена. Типовые динамические звенья и их характеристики.</b></p> <p>Динамические звенья. Временные, операторные и частотные характеристики позиционных динамических звеньев. Временные, операторные и частотные характеристики интегрирующих динамических звеньев.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Нули и полюсы передаточной функции САУ. Распределение нулей и полюсов передаточной функции САУ. Временные, операторные и частотные характеристики дифференцирующих динамических звеньев. Структурные схемы САУ и основные правила их преобразования.</p>		
	<p><b>Передаточные функции замкнутых САУ</b></p> <p>Передаточные функции замкнутых систем по управляющему воздействию, возмущающему воздействию, передаточная функция САУ по ошибке.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Временные, операторные и частотные характеристики различных типов САУ. Методы экспериментального измерения ошибки в САУ.</p>	0,5	
<b>5 семестр</b>		<b>4</b>	
<b>Раздел 3. Устойчивость линейных САУ</b>		<b>1,5</b>	
23	<p><b>Устойчивость линейных САУ.</b></p> <p>Понятие устойчивости по Ляпунову. Теоремы об устойчивости А.М. Ляпунова. Алгебраические и частотные критерии устойчивости.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Критерий Рауса. Критерий Гурвица. Типы границы устойчивости САУ. Определение границ колебательной и апериодической устойчивости. Использование алгебраического критерия Рауса при исследовании устойчивости САУ.</p>	0,5	
24	<p><b>Частотные критерии оценки устойчивости САУ.</b></p> <p>Частотный критерий устойчивости А.В. Михайлова. Определение устойчивости и границ колебательной устойчивости.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Определение уравнения кривой Михайлова и частоты колебаний на границе устойчивости. Применение современных инструментальных средств, для оценки устойчивости САУ.</p>	0,5	
25	<p><b>Частотные критерии оценки устойчивости САУ.</b></p> <p>Частотный критерий оценки устойчивости Найквиста. Понятие запаса устойчивости. Определение запасов устойчивости по фазе и модулю по критерию устойчивости Найквиста.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Структурная неустойчивость САУ.</p>	0,5	
26	<p><b>Определение устойчивости САУ по ЛАЧХ и областей устойчивости.</b></p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Определение устойчивости по логарифмическим амплитудно-фазовым частотным характеристикам разомкнутой системы. Запас по амплитуде и фазе в устойчивых системах. Определение областей устойчивости. Д-разбиение. Построение областей устойчивости САУ.</p>	0	
<b>Раздел 4. Анализ качества процессов регулирования САУ</b>		<b>2</b>	
27	<b>Анализ качества в линейных САУ.</b>	0,5	

	<p>Понятие качества в линейных САУ. Оценка качества в установившихся переходных процессах. Статические и астатические системы автоматического управления.</p> <p>Передаточная функция по ошибке. Коэффициенты ошибок.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Расчет установившейся ошибки при подаче на вход управляющего сигнала с ограниченным числом производных. Методы повышения качества процесса регулирования в САУ.</p>		
28	<p><b>Методы расчета и оценки качества процесса регулирования в САУ.</b></p> <p>Оценка качества при гармоническом воздействии. Ошибка по амплитуде и частоте. Полоса пропускания, частота среза, запасы устойчивости по фазе и амплитуде (модулю).</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Применение инструментальных средств для оценки качества регулирования в САУ. Методы оценки качества САУ при случайных воздействиях.</p>	0,5	
29	<p><b>Корневые методы оценки качества САУ.</b></p> <p>Корневые методы оценки качества САУ. Методы построения переходных процессов в САУ.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Определение корневых характеристик и их использование для оценки качества САУ. Метод корневого годографа и определение областей устойчивости по корневому годографу.</p>	0,5	
30	<p><b>Интегральные и частотные оценки качества САУ.</b></p> <p>Интегральные и частотные оценки качества САУ. Динамические и статические ошибки в системах автоматического управления.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Связь между свойствами частотных характеристик и показателями качества переходного процесса. Метод логарифмического корневого годографа.</p>	0,5	
<b>Раздел 5. Синтез корректирующих устройств и улучшение качества процессов регулирования</b>		<b>0</b>	
31	<p><b>Повышение качества и синтез линейных САУ.</b></p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Корректирующие средства, их классификация и особенности применения с целью улучшения динамических свойств САУ. Последовательные и параллельные корректирующие звенья. Введение местных обратных связей для повышения качества процесса регулирования. Понятие об оптимальном переходном процессе. Связь частоты среза с оценками качества переходных процессов.</p>	0	
32	<p><b>Коррекция САУ с помощью обратных связей.</b></p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Параллельные корректирующие устройства. Коррекция САУ с помощью обратных связей. Влияние гибких и жестких обратных связей на процесс регулирования и качество САУ. Введение местных обратных связей для повышения качества процесса регулирования. Применение инструментальных средств для синтеза корректирующих устройств САУ.</p>	0	
33	<p><b>Синтез корректирующих устройств по методу логарифмических амплитудно-фазовых частотных характеристик.</b></p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Синтез корректирующих устройств по методу логарифмических амплитудно-фазовых частотных характеристик. Построение ЛАЧХ неизменяемой части системы. Методика построения желаемой ЛАЧХ по В.В. Солодовникову. Сопряжение</p>	0	

	асимптот, определение наклона участков ЛАЧХ. Упрощенное построение желаемой ЛАЧХ. Номограммы для синтеза корректирующих устройств.		
34	<b>Последовательные корректирующие устройства.</b> <i>Самостоятельное изучение.</i> Применение пропорционального (П), пропорционально-интегрального (ПИ), пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регуляторов. Влияние регуляторов на устойчивость и точность САУ. Выбор корректирующего устройства. Выбор параметров и синтез корректирующих устройств по корневым годографам.	0	
<b>Раздел 6. Инвариантные, нелинейные, дискретные и оптимальные САУ.</b>		<b>0,5</b>	
35	<b>Теория инвариантных систем автоматического управления.</b> <i>Самостоятельное изучение.</i> Понятие инвариантности. Инвариантные САУ, основные принципы их структурного построения. Комбинированное управление. Методы создания САУ, инвариантных по возмущающим воздействиям. Неединичные обратные связи.	0	
36	<b>Особые системы автоматического управления.</b> <i>Самостоятельное изучение.</i> Понятие об особых системах автоматического управления. Системы с переменными параметрами. Системы с запаздыванием и с распределенными параметрами. Передаточные функции, устойчивость и качество управления систем с запаздыванием и с распределенными параметрами. Методы оценки качества и расчета параметров систем с переменной структурой.	0	
37	<b>Дискретные САУ.</b> Дискретные САУ и их классификация (импульсные, релейные, комбинированные САУ). Особенности процессов в дискретных системах. Понятия квантования по времени и уровню. <i>Самостоятельное изучение.</i> Модуляция. Решетчатая функция. Дискретное преобразование Лапласа D-преобразование). Понятие дискретной передаточной функции. Z-преобразование. Связь преобразования Лапласа и Z-преобразования. Временные и частотные характеристики импульсных систем. Условия устойчивости и качества импульсных систем управления. Виды модуляции. Методы решения линейных разностных уравнений. Оценки качества процессов в импульсных системах. Методы коррекции импульсных систем.	0,5	
38	<b>Релейные и комбинированные САУ.</b> <i>Самостоятельное изучение.</i> Методы математического описания релейных и цифровых САУ. Оценка качества релейных систем. Особенности динамики релейных САУ, методы исследования. Линеаризованные цифровые САУ. Устойчивость и качество дискретных САУ. Теорема Котельникова-Шеннона.	0	
39	<b>Нелинейные САУ.</b> <i>Самостоятельное изучение.</i> Нелинейные САУ. Структурная схема обобщенной нелинейной САУ. Типовые нелинейные характеристики. Методы анализа нелинейных САУ. Основные типы нелинейных систем, их характеристики. Автоколебания. Особенности динамики нелинейных систем. Устойчивость нелинейных САУ. Критерий оценки устойчивости В.М. Попова. Метод фазовых траекторий. Исследование нелинейных САУ на фазовой плоскости. Абсолютная устойчивость. Первый и второй методы А.М. Ляпунова	0	
40	<b>Системы оптимального управления.</b>	0	



	<i>Самостоятельное изучение.</i> Задачи оптимального управления. Методы теории оптимального управления. Системы оптимального управления: принципы построения, методы анализа и синтеза. Критерии оптимальности. Понятие об адаптивных САУ, виды адаптивных систем. Классификация адаптивных САУ.		
<b>Итого часов</b>		<b>8</b>	

#### 4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
<b>4 семестр</b>				
<b>Раздел 2. Математическое описание систем автоматического управления.</b>		<b>4</b>		
	Передаточные функции и частотные характеристики систем автоматического управления	2		обсуждение, проверка решения задач
	Исследование типовых динамических звеньев систем автоматического управления	2		обсуждение, проверка решения задач
<b>Раздел 3. Устойчивость линейных САУ</b>		<b>8</b>		
	Исследование устойчивости систем автоматического управления	4		обсуждение, проверка решения задач
	Определение запаса устойчивости систем автоматического управления	4		обсуждение, проверка решения задач
<b>Итого часов</b>		<b>12</b>		

### 4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
<b>4 семестр</b>		<b>6</b>		
<b>Раздел 1. Основные понятия и определения теории автоматического управления.</b>		<b>2</b>		
	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Преобразование структур звеньев и систем.	2		отчет
<b>Раздел 2. Математическое описание систем автоматического управления.</b>		<b>4</b>		
	Влияние обратной связи на динамические свойства звеньев и систем автоматического управления	4		отчет
<b>5 семестр</b>		<b>6</b>		
<b>Раздел 3. Устойчивость линейных САУ.</b>		<b>2</b>		
	Инструктаж по технике безопасности. Устойчивость систем с обратной связью при изменении параметров звеньев	2		отчет
<b>Раздел 4. Анализ качества процессов регулирования САУ</b>		<b>4</b>		
	Оценка точности регулирования в системах автоматического управления	4		отчет
<b>Итого часов</b>		<b>12</b>		

### 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Конспект лекций, список литературы и темы для самостоятельного изучения приведены на сайте ВГТУ.

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
<b>4 семестр</b>		<b>зачет</b>	<b>126</b>
	Подготовка к лекционным, практическим занятиям	собеседование	42
	Выполнение контрольных работ	проверка контрольных работ	44
	Подготовка к выполнению лабораторных работ	допуск к работе и защита текущей лабораторной работы	40
<b>5 семестр</b>		<b>курсовая работа, экзамен</b>	<b>117</b>
	Подготовка к лекционным, практическим занятиям	собеседование	30
	Подготовка к выполнению лабораторных работ	допуск к работе и защита текущей лабораторной работы	37
	Выполнение курсовой работы	проверка	50

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>Информационные лекции;</b>
5.2	<b>Практические занятия:</b> а) <b>работа в команде (ИФ)</b> – совместное обсуждение вопросов лекций, домашних заданий, решение творческих задач (метод Делфи); б) проведение контрольных работ;
5.3	<b>лабораторные работы:</b> – <b>работа в команде (ИФ)</b> – совместное обсуждение задач лабораторных работ, решение творческих задач (метод Делфи); – получение практических навыков работы со специальными расчетными программами; – выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, – защита выполненных работ;
5.4	<b>самостоятельная работа студентов:</b> – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету и экзамену; – выполнение курсовой работы.
5.5	<b>консультации</b> по всем вопросам учебной программы.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Паспорт фонда оценочных средств

Раздел Дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок исполнения
1	2	3	4	5
1. Основные понятия и определения теории автоматического управления	Знает терминологию и символику, используемую в теории автоматического управления (ТАУ); основные понятия и принципы построения САУ. Умеет строить структурные схемы и рассчитывать передаточные функции динамических звеньев. Владеет способами преобразования структурных схем САУ.	Устный опрос во время практических занятий. Защита лабораторной работы.	КР №1. ЛР №1	4 семестр
2. Математическое описание систем автоматического управления	Знает математические методы описания непрерывных САУ. Умеет рассчитывать частотные, временные характеристики и показатели качества процесса регулирования САУ. Владеет методами расчета точности регулирования САУ.	Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. КР №1	КР №1. ЛР №2	4 семестр
3. Устойчивость линейных САУ	Знает математические методы описания непрерывных САУ. Умеет использовать методы расчета устойчивости непрерывных САУ. Владеет методами расчета устойчивости непрерывных САУ.	Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. КР №1	ЛР №3	5 семестр
4. Анализ качества процессов регулирования САУ	Знает математические методы описания непрерывных САУ. Умеет использовать методы анализа качества непрерывных САУ. Владеет навыками анализировать качество процессов САУ.	Устный опрос во время лекционных занятий	Вопросы к опросу	5 семестр
5. Синтез корректирующих устройств и улучшение качества процессов регулирования	Знает математические методы описания непрерывных САУ. Умеет синтезировать корректирующие устройства. Владеет методами улучшения качества процессов регулирования.	Устный опрос во время практических и лабораторных занятий.	ЛР №4	5 семестр
6. Инвариантные, нелинейные, дискретные и оптимальные САУ	Знает основное понятие о системах с дискретными элементами и некоторые методы анализа нелинейных САУ. Умеет анализировать инвариантные, дискретные и оптимальные САУ. Владеет методами анализа САУ.	Устный опрос во время практических и лабораторных занятий. КР №2	Вопросы к опросу	5 семестр

Полная спецификация оценочных средств, процедур и контролируемых результатов в привязке к формируемым компетенциям, показателей и критериев оценивания приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>7.1 Рекомендуемая литература</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие</b>	<b>Годы издания. Вид издания</b>	<b>Обеспеченность</b>
<b>7.1.1. Основная литература</b>				
7.1.1.1	Дорф Р., Бишоп Р.	Современные системы управления. — М.: Лаборатория Базовых Знаний	2002 печат.	1,95
7.1.1.2	Никулин Е.А.	Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем / Учеб. пособие для вузов. — СПб.: БХВ-Петербург	2004 печат.	1,25
7.1.1.3	Певзнер Л.Д.	Практикум по теории автоматического управления: учеб. пособие. — М.: Высш. шк.	2006 печат.	0,875
<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
7.1.2.1	Винокуров С. А., Букатова В.Е.	Теория автоматического управления: лабораторный практикум: учеб. пособие. – Воронеж: ГОУ ВПО «ВГТУ»	2007 печат.	1,8
7.1.2.2	Под ред. А.А. Воронова	Теория автоматического управления: учеб в двух частях / Под ред. А.А. Воронова. – М.: Высш. шк.	1986 печат.	0,6
7.1.2.3	Гудвин Г.К., Гребе С.Ф., Сальгадо М.Э.	Проектирование систем управления. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний	2004 печат.	0,2
7.1.2.4	Лурье Б.Я., Энрайт П. Дж.	Классические методы автоматического управления. / Под ред. А.А. Ланнэ. – СПб.: БВХ-Петербург	2004 печат.	0,1
<b>7.1.3. Методические разработки</b>				
7.1.3.1	Винокуров С.А., Букатова В.Е., Киселёва О.А.	Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Теория автоматического управления» для студентов очной формы обучения / ГОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; Воронеж. (№ 392-2007)	2007 печат.	2,25
<b>7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>				
7.1.4.1				

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>8.1</b>	<b>Специализированная лекционная аудитория</b> , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
<b>8.2</b>	<b>Дисплейный класс</b> , оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума

## Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
<b>1. Основная литература</b>				
Л 1.1	Дорф Р., Бишоп Р.	Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний	2002 печат.	1,95
Л 1.2	Никулин Е.А.	Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем / Учеб. пособие для вузов. – СПб.: БХВ-Петербург	2004 печат.	1,25
Л 1.3	Певзнер Л.Д.	Практикум по теории автоматического управления: учеб. пособие. – М.: Высш. шк.	2006 печат.	0,875
<b>2. Дополнительная литература</b>				
Л 2.1	Винокуров С. А., Букатова В.Е.	Теория автоматического управления: лабораторный практикум: учеб. пособие. – Воронеж: ГОУ ВПО «ВГТУ»	2007 печат.	1,8
Л 2.2	Под ред. А.А. Воронова	Теория автоматического управления: учеб в двух частях / Под ред. А.А. Воронова. – М.: Высш. шк.	1986 печат.	0,6
Л 2.3	Гудвин Г.К., Гребен С.Ф., Сальгадо М.Э.	Проектирование систем управления. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний	2004 печат.	0,2
Л 2.4	Лурье Б.Я., Энрайт П. Дж.	Классические методы автоматического управления. / Под ред. А.А. Ланнэ. – СПб.: БВХ-Петербург	2004 печат.	0,1
<b>3. Методические разработки</b>				
Л 3.1	Винокуров С.А., Букатова В.Е., Киселёва О.А.	Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Теория автоматического управления» для студентов очной формы обучения / ГОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; Воронеж. (№ 392-2007)	2007 печат.	2,25

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / В.Л. Бурковский /

Директор НТБ \_\_\_\_\_ / Т.И. Буковшина /

**Фонд оценочных средств по дисциплине «Теория автоматического управления»**

Для направления подготовки (специальности):

**13.03.03 Электроэнергетика и электротехника**

(код, наименование)

Профиль: Электропривод и автоматика, Электромеханика  
(название профиля по УП)Форма обучения заочнаяСрок обучения 4 года**Индексированные результаты обучения**

Компетенция	Результат	Индекс
<b>ПК-1</b> Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	<b>Знает</b> основные понятия и принципы построения САУ; математические методы описания непрерывных САУ; основные понятия о системах с дискретными элементами; некоторые методы анализа нелинейных САУ.	ПК-1. P1
	<b>Умеет</b> использовать методы расчета устойчивости непрерывных САУ; рассчитывать частотные, временные характеристики и показатели качества процесса регулирования САУ; использовать методы анализа качества непрерывных САУ.	ПК-1. P2
<b>ПК-2</b> Способность обрабатывать результаты эксперимента	<b>Владеет</b> способами преобразования и структурных схем систем автоматического управления; методами расчета точности регулирования в САУ; навыками анализировать качество процессов в САУ.	ПК-2. P1

**1. Оценочные средства устного опроса.**

Проверяемый результат ПК-1. P1, ПК-1.P2, ПК-2.P1.

**1.1 Устный опрос по теме «Преобразование структур звеньев и систем» (при защите лабораторной работы)**

Вопросы:

1. Что представляет собой структурная схема САУ?
2. Как можно перенести узел через сумматор?
3. Чему равна эквивалентная передаточная функция двух параллельно включенных звеньев?
4. Можно ли менять местами звенья, и в каких случаях?

5. Чему равна эквивалентная передаточная функция двух последовательно включенных звеньев?
6. Поясните, будет ли зависеть результат последовательного соединения звеньев от порядка их соединения?
7. Какие функции в структурной схеме выполняют сумматоры и точки разветвления?

### **1.2 Устный опрос по теме «Математическое описание систем автоматического управления»**

Вопросы:

1. Что такое динамическое звено? Как классифицируются динамические звенья?
2. Каким образом производится анализ свойств динамических звеньев?
3. Дайте определение переходной функции САУ.
4. Дайте определение весовой функции САУ.
5. Каким образом аналитически получить выражения для переходной и весовой функций?
6. Как аналитически рассчитать и построить ЛАЧХ?

### **1.3 Устный опрос по теме «Устойчивость линейных САУ»**

Вопросы:

1. Чем отличаются положительные и отрицательные обратные связи?
2. Что такое жесткая и гибкая обратная связь?
3. Как связаны между собой передаточные функции разомкнутой и замкнутой систем автоматического регулирования?
4. В чем особенность единичной обратной связи?
5. Что такое переходная характеристика динамического звена или системы?
6. Как связана переходная характеристика с передаточной функцией?
7. Можно ли по корням характеристического уравнения определить устойчивость системы?
8. Как можно по передаточной функции замкнутой системы определить, жесткая или гибкая обратная связь реализована в системе?
9. Поясните, какая обратная связь действует только в переходных режимах?
10. Система может быть устойчивой, если корни характеристического уравнения комплексные сопряженные?
11. Влияет ли на корни характеристического уравнения изменение коэффициента усиления системы?
12. Влияет ли на корни характеристического уравнения изменение коэффициента усиления звена обратной связи системы?

### **1.4 Устный опрос по теме «Анализ качества процессов регулирования САУ»**

Вопросы:

1. Что понимают под устойчивостью САУ?
2. Какие методы применяются для оценки устойчивости САУ?
3. Как расположение корней характеристического уравнения САУ на комплексной плоскости определяет ее устойчивость?
4. Как по корням характеристического уравнения можно определить быстродействие системы?
5. Что такое степень устойчивости системы?
6. Как можно рассчитать колебательность системы?
7. Как определить полюс системы?
8. Как определить нуль системы?
9. Как рассчитать передаточную функцию по ошибке?



Методика проведения: проводится в аудитории для проведения лабораторных работ после выполнения работы по данной теме, используется устный метод контроля, применяется индивидуальная форма, время проведения опроса 5 минут, ответы даются без использования справочной литературы и средств коммуникации, результат сообщается немедленно.

**Критерий оценки ответов:**

- Оценка «отлично» выставляется студенту, ответившему на три вопроса;
- Оценка «хорошо» выставляется студенту, ответившему полностью на два вопроса и неполный ответ на третий вопрос ;
- Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, ответившему на два вопроса с поправками;
- Оценка «неудовлетворительно, не ответившему вопросы.

Задания и методические указания к выполнению лабораторных работ приведены в Л2.1.

**1.4 Устный опрос по защите курсовой работы**

Проверяемый результат ПК-1.Р1, ПК-1. Р2, ПК-2. Р1.

**Рекомендации.** Курсовая работа выполняется каждым студентом индивидуально, по заданию соответствующего варианта.

Вопросы к защите курсовой работы

1. Определение передаточной функции динамического звена.
2. Расчет амплитудно-фазовых частотных характеристик.
3. Расчет временных характеристик при изменении рабочих параметров.
4. Расчет эквивалентных передаточных функций САУ по управляющему и возмущающему воздействиям.
5. Исследование на устойчивость с применением критерия Михайлова.
6. Исследование устойчивости системы с помощью ЛАФЧХ.
7. Синтез последовательного корректирующего звена.
8. Определение ошибки по амплитуде при обработке синусоидального сигнала.
9. Определение коэффициентов ошибки, оценка добротности системы автоматического управления по скорости и ускорению.

Методика проведения: проводится в аудитории для проведения практических занятий после выполнения курсовой работы по вариантам, используется устный метод контроля, применяется индивидуальная форма, время проведения опроса 10-20 минут, ответы даются без использования справочной литературы и средств коммуникации, результат сообщается немедленно.

**Критерий оценки ответов:**

- Оценка «отлично» выставляется студенту, ответившему на три вопроса;
- Оценка «хорошо» выставляется студенту, ответившему полностью на два вопроса и неполный ответ на третий вопрос ;
- Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, ответившему на два вопроса с поправками;
- Оценка «неудовлетворительно, не ответившему на вопросы.

Задания и методические указания к выполнению курсовой работы приведены в Л3.1.

**Вопросы для зачёта и экзамена  
по дисциплине "Теория автоматического управления"**

1. Понятие системы. Классификация систем. Понятие системы автоматического управления (САУ).
2. Классификация систем автоматического управления.
3. Основные понятия и принципы построения САУ.
4. Характеристика объектов управления и сигналов, действующих в САУ.
5. Фундаментальные принципы управления: разомкнутое управление, управление по возмущению, по отклонению, комбинированное управление.
6. Основные виды автоматического управления: стабилизация, следящее, программное, оптимальное и адаптивное.
7. Классификация САУ по принципам и видам управления, типу сигналов и характеристикам параметров системы.
8. Математическое описание непрерывных САУ.
9. Установившиеся и переходные процессы в САУ. Уравнения статики и динамики.
10. Типовые позиционные динамические звенья, их характеристики.
11. Типовые интегрирующие динамические звенья, их характеристики.
12. Типовые дифференцирующие динамические звенья, их характеристики.
13. Методы линеаризации характеристик и дифференциальных уравнений САУ.
14. Векторно-матричные уравнения системы в пространстве состояний.
15. Применение операторного метода для решения уравнений САУ.
16. Понятие передаточной функции. Связь передаточной функции с весовой и переходной характеристиками.
17. Передаточные функции САУ. Нули и полюса передаточной функции.
18. Характеристический полином и характеристическое уравнение системы.
19. Передаточные функции замкнутых систем по управляющему воздействию.
20. Передаточные функции замкнутых систем по возмущающему воздействию.
21. Передаточная функция по ошибке. Коэффициенты ошибок.
22. Устойчивость линейных САУ. Алгебраические и частотные критерии устойчивости.
23. Алгебраический критерий устойчивости Рауса.
24. Критерий Гурвица. Определение границы колебательной и апериодической устойчивости.
25. Частотный критерий Найквиста. Определение запасов устойчивости.
26. Частотный критерий Михайлова. Определение устойчивости и границ колебательной устойчивости.
27. Запас по амплитуде и фазе в устойчивых системах.
28. Определение устойчивости по логарифмическим амплитудно-фазовым частотным характеристикам разомкнутой системы.
29. Определение областей устойчивости. Д-разбиение.
30. Ошибка в САУ по амплитуде и частоте. Полоса пропускания, частота среза, запасы устойчивости по фазе и амплитуде (модулю).
31. Статические и астатические системы автоматического управления.
32. Анализ качества в линейных САУ. Оценка качества в установившихся и переходных процессах.
33. Корневые методы оценки качества процессов в САУ.
34. Оценка качества управления при гармоническом воздействии. Запас по фазе и амплитуде.
35. Интегральные оценки качества САУ.
36. Частотные оценки качества САУ.
37. Динамические и статические ошибки в САУ.
38. Повышение качества и синтез линейных САУ.
39. Коррекция систем. Постановка задачи коррекции САУ.
40. Последовательные корректирующие устройства.

41. Параллельные корректирующие устройства.
42. Использование обратных связей для повышения качества процесса управления САУ.
43. Понятие желаемой ЛАЧХ, методика ее построения.
44. Синтез корректирующих устройств по ЛАЧХ.
45. Теория инвариантных систем.
46. Методы создания инвариантных по возмущающему воздействию систем.
47. Дискретные САУ, их классификация и принципы функционирования.
48. Импульсные САУ, их характеристики.
49. Передаточная функция импульсной САУ.
50. Использование  $Z$  – преобразования для анализа импульсных САУ.
51. Устойчивость и качество импульсных систем.
52. Нелинейные САУ, их особенности и принципы функционирования.
53. Особенности математического описания нелинейных САУ.
54. Анализ нелинейных САУ с помощью метода фазовых траекторий.
55. Метод гармонической линеаризации нелинейных САУ.
56. Устойчивость нелинейных САУ.
57. Релейные САУ, их характеристики и принципы функционирования.
58. Понятие особых САУ. Системы с переменными параметрами.
59. Системы с запаздыванием и распределенными параметрами.
60. Особенности динамики нелинейных систем. Релейные системы. Устойчивость.
61. Системы оптимального управления: принципы построения, методы анализа и синтеза.  
Критерии оптимальности.