

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория автоматического управления**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **27.03.03 Системный анализ и управление**

Направленность (профиль) / специализация: **Системный анализ и управление в информационных технологиях**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**

Курс: **3, 4**

Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2017 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	20	36	56	часов
2	Лабораторные работы	34	54	88	часов
3	Всего аудиторных занятий	54	90	144	часов
4	Самостоятельная работа	54	54	108	часов
5	Всего (без экзамена)	108	144	252	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	72	часов
7	Общая трудоемкость	144	180	324	часов
		4.0	5.0	9.0	З.Е.

Экзамен: 6, 7 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.03 Системный анализ и управление, утвержденного 11.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП « 20 » марта 2018 года, протокол № 8.

Разработчик:

доцент каф. КСУП

\_\_\_\_\_ А. Г. Карпов

Заведующий обеспечивающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФВС

\_\_\_\_\_ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Ю. А. Шурыгин

Эксперты:

Профессор кафедры  
компьютерных систем в  
управлении и проектировании  
(КСУП)

\_\_\_\_\_ В. М. Зюзьков

Доцент кафедры компьютерных  
систем в управлении и  
проектировании (КСУП)

\_\_\_\_\_ Н. Ю. Хабибулина

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Обучение студентов основам теории автоматического управления, необходимым при проектировании, исследовании, производстве и эксплуатации систем и средств автоматики и управления.

Освоение основных принципов построения систем управления, форм представления и преобразования моделей систем, методов анализа и синтеза линейных и нелинейных систем управления при детерминированных и случайных воздействиях.

Достижение указанных целей способствует формированию компетенций: ОПК-1 готовность применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук; ОПК-3 способность представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики; ПК-1 способность принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

### 1.2. Задачи дисциплины

- ознакомление студентов с современным состоянием теории автоматического управления;
- привитие студентам навыков теоретического анализа и синтеза систем автоматического управления;
- привитие студентам навыков экспериментального проектирования и исследования систем автоматического управления.
- 

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория автоматического управления» (Б1.В.ОД.10) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Теория автоматического управления, Математические основы теории систем, Физика, Теория систем, Теория вероятностей и математическая статистика, Электротехника, электроника и схемотехника.

Последующими дисциплинами являются: Теория автоматического управления.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук;
- ОПК-3 способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
- ПК-1 способностью принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основные положения теории управления, принципы и методы построения, преобразования моделей систем управления (СУ), методы расчёта СУ по линейным и нелинейным моделям при детерминированных и случайных воздействиях.
- **уметь** применять принципы и методы построения моделей, методы анализа и синтеза при исследовании линейных и нелинейных систем автоматического управления при детерминированных и случайных воздействиях.
- **владеть** принципами и методами анализа и синтеза линейных и нелинейных систем автоматического управления при де-терминированных и случайных воздействиях.



## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Ое	МК	Ос	М	БС	КО
<b>6 семестр</b>							
1 Основные понятия, история развития и задачи ТАУ.	Краткая история возникновения и развития ТАУ. Основные понятия и определения. Классификация САУ. Общая характеристика процессов в САУ.	2					ОПК-3
	Итого	2					
2 Математическое описание линейных САУ.	Постановка задачи. Разбиение системы на звенья. Уравнения и характеристики звеньев. Типовые звенья. Структурный анализ САУ. Линейные законы регулирования.	6					ОПК-1, ОПК-3
	Итого	6					
3 Устойчивость линейных САУ.	Понятие устойчивости. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости: алгебраические, Михайлова, Найквиста.	4					ОПК-1, ОПК-3, ПК-1
	Итого	4					
4 Качество регулирования линейных САУ.	Оценка качества регулирования. Точностные критерии качества. Оценка качества переходных процессов: по переходной характеристике, частотные критерии, корневые критерии, интегральные критерии.	4					ОПК-1, ПК-1
	Итого	4					
5 Синтез линейных САУ.	Повышение точности. Улучшение качества переходных процессов. Корректирующие звенья. Повышение запаса устойчивости. Метод ЛАХ.	4					ПК-1
	Итого	4					
Итого за семестр		20					
<b>7 семестр</b>							
6 Особые линейные системы.	Системы с запаздыванием: особенности анализа и синтеза. Системы с переменными параметрами – методы исследования.	8					ОПК-1, ПК-1
	Итого	8					
7 Нелинейные системы.	Типовые нелинейности. Методы исследования: устойчивость по Ляпунову, фазовой плоскости, интегрируемой аппроксимации, частотный критерий В.М. Попова, гармонической линеаризации. Качество переходных процессов и коррекция.	10					ОПК-1
	Итого	10					
8 Статистическая динамика САУ.	Прохождение случайного сигнала через линейные звенья. Статистически оптимальные системы, уравнение Винера – Хопфа и его решение. Прохождение случайного сигнала через нелинейные звенья. Статистическая линеаризация.	8					ОПК-1, ПК-1

	Итого	8	
9 Оптимальные системы.	Понятие об оптимальных системах. Критерии оптимальности. Методы оптимизации: вариационное исчисление, метод максимума Понтрягина, динамическое программирование Беллмана.	10	ОПК-1, ПК-1
	Итого	10	
Итого за семестр		36	
Итого		56	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Теория автоматического управления	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Математические основы теории систем	+	+							+
3 Физика		+							
4 Теория систем	+	+							
5 Теория вероятностей и математическая статистика								+	
6 Электротехника, электроника и схемотехника	+	+			+		+		
Последующие дисциплины									
1 Теория автоматического управления	+	+	+	+	+	+	+	+	+

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат

ОПК-3	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат
ПК-1	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест, Реферат

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	ое	МК	ОС	М	БС	КО
6 семестр							
2 Математическое описание линейных САУ.	Типовые звенья и их характеристики.	4					ОПК-1, ОПК-3, ПК-1
	Частотные характеристики линейных стационарных звеньев.	12					
	Временные характеристики линейных стационарных звеньев.	6					
	Итого	22					
5 Синтез линейных САУ.	Коррекция линейных САУ.	12					ПК-1
	Итого	12					
Итого за семестр		34					
7 семестр							
7 Нелинейные системы.	Анализ нелинейной системы методом фазовой плоскости.	18					ОПК-1, ПК-1
	Анализ нелинейной системы с помощью частотного критерия В.М. Попова	18					
	Анализ нелинейной системы методом гармонической линеаризации.	18					
	Итого	54					
Итого за семестр		54					
Итого		88					

### 8. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено РУП.

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	трудоемкость,	формируемые	комп	Формы контроля
6 семестр					
1 Основные понятия,	Написание рефератов	5	ОПК-3		Защита отчета,

история развития и задачи ТАУ.	Проработка лекционного материала	1		Контрольная работа, Реферат, Тест, Экзамен
	Итого	6		
2 Математическое описание линейных САУ.	Написание рефератов	4	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1	Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Написание рефератов	4		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	26		
3 Устойчивость линейных САУ.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-1	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	2		
4 Качество регулирования линейных САУ.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Итого	2		
5 Синтез линейных САУ.	Написание рефератов	5	ПК-1, ОПК-1	Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	12		
	Итого	18		
Итого за семестр		54		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
<b>7 семестр</b>				
6 Особые линейные системы.	Написание рефератов	9	ОПК-1	Контрольная работа, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	10		
7 Нелинейные системы.	Написание рефератов	9	ОПК-1, ПК-1	Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		



	Итого	23		
8 Статистическая динамика САУ.	Написание рефератов	6	ОПК-1, ПК-1	Защита отчета, Контрольная работа, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
9 Оптимальные системы.	Написание рефератов	10	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1	Защита отчета, Контрольная работа, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	13		
Итого за семестр		54		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		180		

### 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
<b>6 семестр</b>				
Защита отчета	2	5	5	12
Контрольная работа	4	6	6	16
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Реферат	8	8	8	24
Итого максимум за период	20	25	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	45	70	100
<b>7 семестр</b>				
Защита отчета	2	5	5	12
Контрольная работа	4	6	6	16
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Реферат	8	8	8	24
Итого максимум за период	20	25	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	45	70	100

## 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

## 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Теория автоматического управления. Часть 1: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2011. 212 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6249>, дата обращения: 21.05.2018.

2. Теория автоматического управления. Часть 2: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2012. 268 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6251>, дата обращения: 21.05.2018.

### 12.2. Дополнительная литература

1. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. Учебник для вузов. СПб, Питер, 2005, 333 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Малышенко А.М., Вадутов О.С. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления. Томск: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2008, 368 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://new.kcup.tusur.ru/library/sbornik-testovyh-zadach-po-teorii-avtomaticheskogo-upravlenija-am-malyshenko>, дата обращения: 21.05.2018.

2. Теория автоматического управления.: Учебное методическое пособие по проведению практических, лабораторных и самостоятельных занятий для студентов направления подготовки "Управление в технических системах" 27.03.04 / Карпов А. Г. - 2016. 105 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6250>, дата обращения: 21.05.2018.

### **12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### **Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ:

1. <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh> 20.04.2018.
2. <http://protect.gost.ru/> 20.04.2018.
3. <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/uis-rossiya> 20.04.2018.
4. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> 20.04.2018.
5. <http://www.tehnorma.ru/> 20.04.2018.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория элементов и устройств систем автоматизации

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 330 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор LG RD-DX130;
- Стенд для исследования приводов;
- Стенд для изучения и программирования промышленных контроллеров MOSCAD;
- Стенд для изучения и программирования промышленных контроллеров систем управления;
- Стенд для изучения АСУ дорожным движением в комплекте;
- Стенд для изучения АСУ наружным освещением в комплекте;
- Стенд для систем ПИД-регулирования;
- Стенд для изучения систем регулирования давления на основе управляемого электропривода;
- Стенд для изучения СУ движением на основе интеллектуального электропривода

переменного тока;

- Стенд для использования систем бесперебойного электропитания;
- Учебный стенд на базе логических модулей LOGO;
- Учебный стенд на базе программируемого логического контроллера;
- Учебный электромеханический робот с компьютерным управлением и элементами

технического зрения;

- Экран интерактивный SMARTBOARD;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft EXCEL Viewer
- Microsoft PowerPoint Viewer
- Microsoft Word Viewer
- Windows XP Professional Edition

### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеовеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для

людей с инвалидностью.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1. Какая типовая задача управления реализуется в автоматическом манипуляторе, используемом для раскрытия листового металла?

- программное управление;
- стабилизации;
- слежения;
- финитное управление.

2. Каков характер изменения во времени задающего воздействия у следящей системы?

- неизменная во времени величина;
- изменяемая во времени по заранее неизвестному закону величина;
- изменяемая во времени по заранее известному закону величина;
- нарастающая с течением времени величина.

3. Линейной или нелинейной является система с входом  $x$  и выходом  $y$ , описываемая

дифференциальным уравнением  $T^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2\xi T \frac{dy}{dt} + y = k_1 x + k_2 \frac{dx}{dt}$  ?

- система линейная
- система нелинейная
- мало данных.

4. Что называется передаточной функцией линейной стационарной обыкновенной непрерывной системы с одним входом и одним выходом?

- отношение выходного сигнала к входному,
- отношение выходного сигнала к входному при нулевых начальных условиях,
- отношение изображения по Лапласу выходного сигнала к изображению по Лапласу входного сигнала при нулевых начальных условиях,
- отношение изображения по Лапласу выходного сигнала к изображению по Лапласу входного сигнала.

5. Какова связь между переходной функцией  $h(t)$  и импульсной переходной (весовой) функцией  $w(t)$  системы?

$$- h(t) = \frac{1}{2\pi} \int_0^t w(\tau) d\tau$$

$$- h(t) = \int_0^t w(\tau) d\tau$$

$$- h(t) = \frac{dw(t)}{dt}$$

$$- h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} w(t-\tau) d\tau .$$

6. Какова связь между амплитудно-частотной функцией  $A(\omega)$  и передаточной функцией  $W(s)$  системы?

$$- A(\omega) = |W(s)|_{s=j\omega}$$

$$- A(\omega) = 20 \lg |W(s)|_{s=j\omega}$$

$$- A(\omega) = 20 \lg \operatorname{Re} W(s)|_{s=j\omega}$$

$$- A(\omega) = \operatorname{Re} W(s) \Big|_{s=j\omega}.$$

7. Определите конечное значение амплитудно-частотной функции при  $\omega \rightarrow \infty$  для системы с передаточной функцией  $W(s) = \frac{10s}{(1+0,2s)^2}$

$$- 0$$

$$- \infty$$

$$- 50$$

$$- 10.$$

8. Каким уравнением описывается идеальное дифференцирующее звено, имеющее вход  $x$  и выход  $y$ ?

$$- \frac{dy}{dt} = x$$

$$- y = \frac{dx}{dt}$$

$$- T \frac{dy}{dt} + y = kx$$

$$- T \frac{dy}{dt} + y = k \frac{dx}{dt}.$$

9. Какому требованию должна удовлетворять переходная функция устойчивой системы?

$$- \lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = \text{const}$$

$$- \lim_{t \rightarrow 0} h(t) = \text{const}$$

$$- \lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = 0$$

$$- \lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = \infty.$$

10. Устойчива ли система с характеристическим уравнением  $2s^3 - s^2 + 3s + 4 = 0$ ?

- устойчива;

- неустойчива;

- на границе устойчивости;

- мало данных.

11. Какое условие является необходимым и достаточным для устойчивости системы с характеристическим уравнением  $a_2s^2 + a_1s + a_0 = 0$ ?

- положительность одного коэффициента характеристического уравнения

- положительность двух коэффициентов характеристического уравнения

- положительность коэффициентов  $a_1$  и  $a_2$  характеристического уравнения

- все коэффициенты характеристического уравнения имеют одинаковые знаки.

12. Передаточная функция системы автоматического регулирования с отрицательной единичной обратной связью в разомкнутом состоянии  $W_p(s) = \frac{10}{s(s+1)}$ . Определите аналитическое

выражение вектора  $D(j\omega)$  для кривой Михайлова замкнутой системы.

$$- D(j\omega) = \frac{10}{j\omega(1+j\omega)};$$

$$- D(j\omega) = \frac{10}{j\omega(1+j\omega)+10};$$

$$- D(j\omega) = j\omega(1+j\omega)+10;$$

$$- D(j\omega) = j\omega(1+j\omega).$$

13. Об устойчивости каких систем (замкнутых или разомкнутых) судят по амплитудно-фазовой частотной характеристике разомкнутой системы, используя критерий Найквиста?

- разомкнутых
- замкнутых с отрицательной обратной связью
- замкнутых с положительной обратной связью
- и разомкнутых и замкнутых.

14. Уравнение статического режима получают из уравнения динамики системы

$$A(s)y = B(s)x, \text{ где } s = \frac{d}{dt} \text{ оператор дифференцирования, при}$$

- $s \rightarrow 0$ ;
- $s \rightarrow \infty$ ;
- $s \rightarrow 1$ ;
- $s \rightarrow j\omega$ .

15. Передаточная функция по ошибке замкнутой следящей системы имеет вид

$$\Phi_\varepsilon(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}. \text{ Каковы условия получения астатизма первого порядка?}$$

- $a_0 = b_0, a_1 \neq b_1$
- $a_0 \neq 0, b_0 = 0, b_1 \neq 0$
- $a_0 = b_0 = 0, a_1 \neq 0, b_1 \neq 0$ .

16. Передаточная функция системы автоматического регулирования имеет вид

$$W(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}. \text{ Чем определяется устойчивость такой системы?}$$

- корнями знаменателя
- корнями числителя
- корнями знаменателя и числителя
- входным воздействием.

17. Какой эффект обычно стремятся получить в системе автоматического регулирования за счет включения в алгоритм ПИД-регулятора интегральной составляющей?

- повысить статическую точность
- повысить динамическую точность
- улучшить качество переходных процессов
- повысить быстродействие системы.

18. В корневых критериях качества степень устойчивости  $\eta$  определяет

- быстродействие системы
- запасы устойчивости
- точность
- перерегулирование.

19. При синтезе системы методом логарифмических характеристик какое из условий является основным при формировании высокочастотной части желаемой ЛАЧХ синтезируемой системы?

- обеспечение требований по быстродействию
- обеспечение требований по перерегулированию
- обеспечение требований по точности
- максимальная простота корректирующего устройства.

20. Под каким наклоном рекомендуется проводить среднечастотный участок желаемой ЛАЧХ системы автоматического регулирования в разомкнутом состоянии?

- -20 дБ/дек
- -40 дБ/дек
- +40 дБ/дек
- +20 дБ/дек.
- 0 дБ/дек.

#### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Построение частотных характеристик

2. Параллельные корректирующие звенья
3. Построение временных характеристик
4. История развития ТАУ
5. Теория инвариантности и комбинированное управление.
6. Частотные критерии качества.
7. Метод коэффициентов ошибок.
8. D-разбиение Неймарка в области 1-го параметра.
9. D-разбиение Неймарка в области 2-х параметров.
10. Описание САУ в пространстве состояний.
11. Управляемость и наблюдаемость линейных систем.
12. Модальное управление.
13. Методы повышения точности.
14. Методы повышения запаса устойчивости.
15. Многомерные САУ.
16. Алгебраические критерии устойчивости.
17. Частотные критерии устойчивости.
18. Типовые звенья и их характеристики.
19. Системы с запаздыванием.
20. Системы с переменными параметрами и методы их исследования.
21. Второй метод Ляпунова.
22. Метод Гольдфарба.
23. Метод абсолютной устойчивости Попова.
24. Статистически оптимальные системы.
25. Уравнение Винера-Хопфа.
26. Оптимальные системы и методы их исследования.

#### **14.1.3. Темы контрольных работ**

Критерии устойчивости  
Параллельные корректирующие звенья  
История развития ТАУ  
Теория инвариантности и комбинированное управление.  
Частотные критерии качества.  
Метод коэффициентов ошибок.  
Описание САУ в пространстве состояний.  
Управляемость и наблюдаемость линейных систем.  
Модальное управление.  
Методы повышения запаса устойчивости.  
Многомерные САУ.  
Типовые нелинейности.  
Метод статистической линеаризации.  
Метод гармонической линеаризации.

#### **14.1.4. Темы рефератов**

История развития ТАУ.  
Типовые нелинейности.  
Теория инвариантности и комбинированное управление.  
Синтез САУ методом корневых годографов.  
Устойчивость систем с запаздыванием.  
Задачи вариационного исчисления.  
Принцип максимума Понтрягина.  
Динамическое программирование Беллмана.  
Прохождение случайного сигнала через нелинейные цепи.  
Описание САУ в пространстве состояний.

#### **14.1.5. Темы лабораторных работ**

Типовые звенья и их характеристики.



Частотные характеристики линейных стационарных звеньев.  
 Временные характеристики линейных стационарных звеньев.  
 Коррекция линейных САУ.  
 Анализ нелинейной системы методом фазовой плоскости.  
 Анализ нелинейной системы с помощью частотного критерия В.М. Попова  
 Анализ нелинейной системы методом гармонической линеаризации.

#### **14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### **14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.