

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ 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 технических системах**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

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

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2018 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Лабораторные работы	54	54	часов
3	Всего аудиторных занятий	90	90	часов
4	Самостоятельная работа	126	126	часов
5	Всего (без экзамена)	216	216	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	252	252	часов
		7.0	7.0	З.Е.

Экзамен: 6 семестр

Томск

## 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 30 мая 2019 года, протокол № 17.

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

\_\_\_\_\_ М. В. Черкашин

Заведующий выпускающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Ю. А. Шурыгин

Эксперты:

профессор каф. КСУП

\_\_\_\_\_ В. М. Зюзьков

доцент каф. 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 систем управления при различных воздействиях

### 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.12) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математические основы теории систем, Физика.

## 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 их моделям при различных воздействиях.
- **уметь** применять принципы и методы построения моделей, методы анализа и синтеза при исследовании систем автоматического управления при различных воздействиях
- **владеть** принципами и методами анализа и синтеза систем автоматического управления при различных воздействиях

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	90	90
Лекции	36	36
Лабораторные работы	54	54
Самостоятельная работа (всего)	126	126

Оформление отчетов по лабораторным работам	68	68
Проработка лекционного материала	9	9
Написание рефератов	49	49
Всего (без экзамена)	216	216
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	252	252
Зачетные Единицы	7.0	7.0

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр					
1 Основные понятия, история развития и задачи ТАУ	4	0	16	20	ОПК-1, ОПК-3
2 Математическое описание линейных САУ	8	34	60	102	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1
3 Устойчивость линейных САУ	8	0	2	10	ОПК-3, ПК-1
4 Качество регулирования линейных САУ.	8	0	14	22	ОПК-3, ПК-1
5 Синтез линейных САУ.	8	20	34	62	ОПК-1, ОПК-3, ПК-1
Итого за семестр	36	54	126	216	
Итого	36	54	126	216	

### 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)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
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.	4	ОПК-1, ОПК-3
	Итого	4	
2 Математическое описание линейных САУ	Постановка задачи. Разбиение системы на звенья. Уравнения и характеристики звеньев. Типовые звенья. Структурный анализ САУ. Линейные законы регулирования.	8	ПК-1
	Итого	8	

3 Устойчивость линейных САУ	Понятие устойчивости. Необходимое и достаточное условие устойчивости. Критерии устойчивости: алгебраические, Михайлова, Найквиста.	8	ОПК-3, ПК-1
	Итого	8	
4 Качество регулирования линейных САУ.	Оценка качества регулирования. Точностные критерии качества. Оценка качества переходных процессов: по переходной характеристике, частотные критерии, корневые критерии, интегральные критерии.	8	ПК-1
	Итого	8	
5 Синтез линейных САУ.	Повышение точности. Улучшение качества переходных процессов. Корректирующие звенья. Повышение запаса устойчивости. Метод ЛАХ.	8	ПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

### 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
Предшествующие дисциплины					
1 Математические основы теории систем	+	+			
2 Физика		+			

### 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 и	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, 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	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Математическое описание линейных САУ	Повышение точности. Улучшение качества переходных процессов. Корректирующие звенья. Повышение запаса устойчивости. Метод ЛАХ.	10	ПК-1
	Частотные характеристики линейных стационарных звеньев.	12	
	Временные характеристики линейных стационарных звеньев.	12	
	Итого	34	
5 Синтез линейных САУ.	Коррекция линейных САУ.	20	ОПК-1, ПК-1
	Итого	20	
Итого за семестр		54	

## 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, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Основные понятия, история развития и задачи ТАУ	Написание рефератов	15	ОПК-1, ОПК-3	Защита отчета, Контрольная работа, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	16		
2 Математическое описание линейных САУ	Написание рефератов	10	ОПК-3, ПК-1, ОПК-1	Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Итого	60		
3 Устойчивость линейных САУ	Проработка лекционного материала	2	ОПК-3, ПК-1	Контрольная работа, Тест,

	Итого	2		Экзамен
4 Качество регулирования линейных САУ.	Написание рефератов	12	ОПК-3, ПК-1	Защита отчета, Контрольная работа, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	14		
5 Синтез линейных САУ.	Написание рефератов	12	ОПК-1, ПК-1, ОПК-3	Защита отчета, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	20		
	Итого	34		
Итого за семестр		126		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		162		

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

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
6 семестр				
Защита отчета	5	8	8	21
Контрольная работа	4	6	6	16
Отчет по лабораторной работе	6	6	6	18
Реферат	5	5	5	15
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 [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Карпов А. Г. - 2011. 212 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6249> (дата обращения: 01.07.2019).

### 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 [Электронный ресурс]: Изд-во Томского политехн. ун-та, 2008, 368 с. — Режим доступа: <http://new.kcup.tusur.ru/library/sbornik-testovyh-zadach-po-teorii-avtomaticheskogo-upravlenija-am-malyshenko> (дата обращения: 01.07.2019).

2. Теория автоматического управления. [Электронный ресурс]: 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. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6250> (дата обращения: 01.07.2019).

#### 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:

<https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh> 20.04.2018.

<http://protect.gost.ru/> 20.04.2018.

<https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/uis-rossiya> 20.04.2018.

<https://elibrary.ru/defaultx.asp> 20.04.2018.

<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:
- Mathcad 13, 14
  - Microsoft EXCEL Viewer
  - Windows Server 2012 R2

### **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 видеоувеличителей 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

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

- 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?

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

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

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

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

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?

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

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

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

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

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.

#### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Понятие управления. Автоматическое и автоматизированное управление.
2. История развития ТАУ.
3. Математическое описание линейных САУ.
4. Передаточные функции и характеристики линейных систем.
5. Типовые звенья.
6. Понятие устойчивости, необходимое и достаточное условие устойчивости.
7. Алгебраические критерии устойчивости.
8. Частотные критерии устойчивости.
9. D-разбиение в пространстве одного параметра.
10. D-разбиение в пространстве двух параметров.
11. Общие понятия о качестве регулирования.
12. Оценка качества регулирования по переходной характеристике.
13. Корневые критерии качества.
14. Частотные критерии качества.
15. Интегральные критерии качества.
16. Общие методы повышения точности САУ.
17. Теория инвариантности и комбинированное управление.

18. Корректирующие звенья.
19. Синтез в пространстве состояний.
20. Методы демпфирования САУ.

#### **14.1.3. Темы рефератов**

История развития ТАУ.  
Классификация САУ.  
Теория инвариантности и комбинированное управление.  
Синтез САУ методом корневых годографов.  
Критерий устойчивости Рауса.  
Интегральные критерии качества.  
Области устойчивости в пространстве параметров.  
Оценка устойчивости нелинейных систем по уравнениям линеаризованных САУ.  
Синтез САУ методом ЛАХ.  
Описание САУ в пространстве состояний.

#### **14.1.4. Темы контрольных работ**

Метод коэффициентов ошибок.  
Управляемость и наблюдаемость линейных систем.  
Модальное управление.  
Методы повышения запаса устойчивости.  
Многомерные САУ.  
Параллельные корректирующие звенья.  
Критерии устойчивости.

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

Повышение точности. Улучшение качества переходных процессов. Корректирующие звенья. Повышение запаса устойчивости. Метод ЛАХ.  
Частотные характеристики линейных стационарных звеньев.  
Временные характеристики линейных стационарных звеньев.  
Коррекция линейных САУ.

### **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.