

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

**Прикладные математические методы в радиотехнике и автоматике**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **3, 4**

Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	16	часов
2	Лабораторные работы	0	4	4	часов
3	Контроль самостоятельной работы	2	2	4	часов
4	Всего контактной работы	10	14	24	часов
5	Самостоятельная работа	94	85	179	часов
6	Всего (без экзамена)	104	99	203	часов
7	Подготовка и сдача экзамена / зачета	4	9	13	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	216	часов
				6.0	З.Е.

Контрольные работы: 6 семестр - 1; 7 семестр - 1

Зачет: 6 семестр

Экзамен: 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) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

**Разработчики:**

старший преподаватель каф. ТЭО \_\_\_\_\_ А. В. Гураков  
доцент каф. РТС \_\_\_\_\_ В. А. Кологривов

Заведующий обеспечивающей каф.  
РТС \_\_\_\_\_ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО \_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР \_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

**Эксперты:**

Доцент кафедры технологий  
электронного обучения (ТЭО) \_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Доцент кафедры радиотехнических  
систем (РТС) \_\_\_\_\_ В. А. Громов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Ознакомить студентов с математическим аппаратом и методами, используемыми для определения основных характеристик аналоговых, дискретных и цифровых устройств и систем с привлечением матричного аппарата, операционного исчисления (Лапласа и Z-преобразований), обыкновенных дифференциальных и разностных уравнений.

Развить способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, а также проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов радиотехнических устройств и систем.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Способствовать более активному и глубокому изучению специальных дисциплин и творческому использованию прикладных математических методов, при решении конкретных задач, как в аналитическом, так и численном виде.

– Обеспечить непрерывность и преемственность математической подготовки в процессе профессионального образования. Систематизировать и углубить ранее полученные знания при изучении математических курсов и информатики на примерах решения простых инженерных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Прикладные математические методы в радиотехнике и автоматике» (Б1.В.ДВ.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Теория электрических цепей, Прикладные математические методы в радиотехнике и автоматике.

Последующими дисциплинами являются: Общая теория связи, Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, Цифровая обработка сигналов, Прикладные математические методы в радиотехнике и автоматике.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-8 умением собирать и анализировать информацию для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов;

– ПК-16 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основные характеристики аналоговых и дискретных (цифровых) цепей, устройств и систем; математические методы описания аналоговых и дискретных устройств в частотной и временной областях; входные языки программирования систем для инженерных и научных расчетов и моделирования.

– **уметь** формировать математические модели аналоговых и цифровых устройств в частотной и временной областях. Создавать простые и эффективные программы для моделирования и исследования основных характеристик аналоговых и цифровых устройств.

– **владеть** численно-аналитическими методами анализа частотных и временных характеристик аналоговых и цифровых устройств с использованием систем компьютерного моделирования.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		6 семестр	7 семестр

Контактная работа (всего)	24	10	14
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	16	8	8
Лабораторные работы	4	0	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
Самостоятельная работа (всего)	179	94	85
Подготовка к контрольным работам	72	36	36
Оформление отчетов по лабораторным работам	10	10	0
Подготовка к лабораторным работам	12	12	0
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	85	36	49
Всего (без экзамена)	203	104	99
Подготовка и сдача экзамена / зачета	13	4	9
Общая трудоемкость, ч	216	108	108
Зачетные Единицы	6.0		

## 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	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>						
1 Описание сигналов и цепей в радиотехнике.	1	0	2	12	13	ПК-16, ПК-8
2 Аналитическое определение временных характеристик аналоговых устройств и систем.	1	0		34	35	ПК-16, ПК-8
3 Обыкновенные дифференциальные уравнения. Методы интегрирования.	1	0		12	13	ПК-16, ПК-8
4 Определение начальных условий дифференциальных уравнений исследуемых цепей.	2	0		12	14	ПК-16, ПК-8
5 Временной анализ линейных дискретных систем.	2	0		12	14	ПК-16, ПК-8
6 Цифровая фильтрация.	1	0		12	13	ПК-16, ПК-8
Итого за семестр	8	0	2	94	104	
<b>7 семестр</b>						
7 Классификация систем радиоавтоматики.	1	0	2	7	8	ПК-16, ПК-8
8 Функциональные и структурные	1	0		7	8	ПК-16, ПК-8

схемы систем радиоавтоматики.						
9 Элементы систем радиоавтоматики и типовые радиотехнические звенья.	1	4		16	21	ПК-16, ПК-8
10 Дифференциальные уравнения и передаточные функции систем радиоавтоматики.	1	0		16	17	ПК-16, ПК-8
11 Устойчивость линейных систем радиоавтоматики.	1	0		16	17	ПК-16, ПК-8
12 Анализ качества систем радиоавтоматики.	1	0		16	17	ПК-16, ПК-8
13 Основы проектирования систем радиоавтоматики.	2	0		7	9	ПК-16, ПК-8
Итого за семестр	8	4	2	85	99	
Итого	16	4	4	179	203	

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Описание сигналов и цепей в радиотехнике.	Общие сведения о радиотехнических сигналах. Радиотехнические цепи, устройства и системы. Элементы теории графов. Топологическое обоснование метода узловых потенциалов. Многополюсный подход к узловому методу. Расчет передаточных характеристик узловым методом.	1	ПК-16, ПК-8
	Итого	1	
2 Аналитическое определение временных характеристик аналоговых устройств и систем.	Основные понятия и определения. Элементы методики исследования временных характеристик. Иллюстрация методики исследования временных характеристик. Функциональные модели аналоговых систем.	1	ПК-16, ПК-8
	Итого	1	
3 Обыкновенные дифференциальные уравнения. Методы интегрирования.	Основные понятия и определения. Методы интегрирования дифференциальных уравнений. Элементы общей теории обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы интегрирования. Переход от дифференциального	1	ПК-16, ПК-8

	уравнения n-го порядка к системе n дифференциальных уравнений первого порядка. Собственные вектора и собственные значения матриц. Понятие аналитической функции от матричного аргумента. Нормальная система дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Иллюстрация методики исследования временных характеристик цепей второго порядка.		
	Итого	1	
4 Определение начальных условий дифференциальных уравнений исследуемых цепей.	Постановка задачи. Методы определения начальных условий. Примеры определения начальных значений.	2	ПК-16, ПК-8
	Итого	2	
5 Временной анализ линейных дискретных систем.	Исходные понятия и определения. Решетчатые функции. Исчисление конечных разностей. Уравнения и характеристики дискретных систем. Методы решения разностных уравнений первого порядка. Примеры определения основных характеристик дискретных систем первого порядка. Методы решения разностных уравнений высоких порядков. Пример решения и применения разностных уравнений второго порядка. Пример определения основных характеристик дискретных систем второго порядка.	2	ПК-16, ПК-8
	Итого	2	
6 Цифровая фильтрация.	Исходные понятия и определения. Алгоритм цифровой фильтрации. Реализация алгоритмов цифровой фильтрации. Элементы синтеза цифровых фильтров.	1	ПК-16, ПК-8
	Итого	1	
Итого за семестр		8	
7 семестр			
7 Классификация систем радиоавтоматики.	Краткие исторические сведения. Предмет изучения теории управления и радиоавтоматики. Классификация систем автоматического управления и радиоавтоматики.	1	ПК-16, ПК-8
	Итого	1	
8 Функциональные и структурные схемы систем	Определения и условные обозначения компонентов функциональных и структурных схем систем. Система	1	ПК-16, ПК-8

радиоавтоматики.	автоматической регулировки усиления. Система автоматической подстройки частоты. Система фазовой автоподстройки частоты. Система автоматического сопровождения цели РЛС. Система автоматического измерения дальности РЛС. Обобщенная структурная схема системы радиоавтоматики.		
	Итого	1	
9 Элементы систем радиоавтоматики и типовые радиотехнические звенья.	Описание элементов систем радиоавтоматики. Элементы систем радиоавтоматики. Фазовые детекторы. Частотные дискриминаторы. Угловые дискриминаторы. Временные дискриминаторы. Исполнительные устройства. Типовые радиотехнические звенья. Виды соединения типовых радиотехнических звеньев и структурные преобразования сложных схем систем радиоавтоматики. Передаточные функции сложных многоконтурных систем. Определение параметров элементов систем.	1	ПК-16, ПК-8
	Итого	1	
10 Дифференциальные уравнения и передаточные функции систем радиоавтоматики.	Дифференциальные уравнения систем радиоавтоматики. Передаточная функция систем радиоавтоматики. Переходная и импульсная функции системы РА. Выходной сигнал системы радиоавтоматики при произвольном воздействии. Комплексный коэффициент передачи и частотные характеристики.	1	ПК-16, ПК-8
	Итого	1	
11 Устойчивость линейных систем радиоавтоматики.	Основные понятия и определения устойчивости систем. Условие устойчивости линейных систем. Критерии устойчивости Гурвица, Михайлова, Найквиста. Логарифмическая форма критерия Найквиста. Области и запасы устойчивости. Основные понятия и определения. Частотные оценки запасов устойчивости. Корневые оценки запасов устойчивости. Метод D-разбиения.	1	ПК-16, ПК-8
	Итого	1	
12 Анализ качества систем радиоавтоматики.	Постановка задачи исследования качества работы систем радиоавтоматики. Показатели качества переходного процесса. Частотные показатели качества. Анализ точности работы систем радиоавтоматики.	1	ПК-16, ПК-8

	Итого	1	
13 Основы проектирования систем радиоавтоматики.	Постановка задачи. Синтез передаточной функции разомкнутой системы радиоавтоматики. Определение передаточных функций корректирующих устройств. Синтез систем с неполной информацией о воздействиях. Комплексные системы.	2	ПК-16, ПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		16	

### 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	10	11	12	13
Предшествующие дисциплины													
1 Математика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Теория электрических цепей	+	+											
3 Прикладные математические методы в радиотехнике и автоматике	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины													
1 Общая теория связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности												+	+
3 Цифровая обработка сигналов	+	+	+	+	+	+							
4 Прикладные математические методы в радиотехнике и	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+



автоматике													
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

#### 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
	СРП	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	
ПК-8	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест
ПК-16	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест

#### 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
7 семестр			
9 Элементы систем радиоавтоматики и типовые радиотехнические звенья.	Исследование типовых радиотехнических звеньев систем радиоавтоматики.	4	ПК-16, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

#### 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
6 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-16, ПК-8
7 семестр			
1	Контрольная работа	2	ПК-16, ПК-8
Итого		4	

#### 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 Описание сигналов и цепей в радиотехнике.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
2 Аналитическое определение временных характеристик аналоговых устройств и систем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к лабораторным работам	12		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	34		
3 Обыкновенные дифференциальные уравнения. Методы интегрирования.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
4 Определение начальных условий дифференциальных уравнений исследуемых цепей.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
5 Временной анализ линейных дискретных систем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части	6	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест

	курса			
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
6 Цифровая фильтрация.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
	Выполнение контрольной работы	2	ПК-16, ПК-8	Контрольная работа
Итого за семестр		94		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
7 семестр				
7 Классификация систем радиоавтоматики.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-16, ПК-8	Тест, Экзамен
	Итого	7		
8 Функциональные и структурные схемы систем радиоавтоматики.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-16, ПК-8	Тест, Экзамен
	Итого	7		
9 Элементы систем радиоавтоматики и типовые радиотехнические звенья.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-16, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	9		
	Итого	16		
10 Дифференциальные уравнения и передаточные функции систем радиоавтоматики.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-16, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	9		
	Итого	16		

11 Устойчивость линейных систем радиоавтоматики.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-16, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	9		
	Итого	16		
12 Анализ качества систем радиоавтоматики.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-16, ПК-8	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	9		
	Итого	16		
13 Основы проектирования систем радиоавтоматики.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-16, ПК-8	Тест, Экзамен
	Итого	7		
	Выполнение контрольной работы	2	ПК-16, ПК-8	Контрольная работа
Итого за семестр		85		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		192		

**10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)**  
Не предусмотрено РУП.

**11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**  
Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Кологривов В.А. Прикладные математические методы в радиотехнике [Электронный ресурс]: Учебное пособие. В 2-х разделах. / В.А. Кологривов – Томск Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2005. – Раздел 1. – 174 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 02.08.2018).

2. Кологривов В.А. Прикладные математические методы в радиотехнике [Электронный ресурс]: Учебное пособие. В 2-х разделах. / В.А. Кологривов – Томск Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2005. – Раздел 2. – 181 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 02.08.2018).

3. Пушкарёв В. П. Радиоавтоматика [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. П. Пушкарёв, Д. Ю. Пелявин. – Томск ФДО, ТУСУР, 2017. – 182 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 02.08.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Нефедов, В. И. Радиотехнические цепи и сигналы [Электронный ресурс]: учебник для

академического бакалавриата / В. И. Нефедов, А. С. Сигов; под ред. В. И. Нефедова. — М. Издательство Юрайт, 2018. — 266 с. Доступ из личного кабинета студента - Режим доступа: <https://biblio.fdo.tusur.ru> (дата обращения: 02.08.2018).

2. Чумаков, А.С. Радиоавтоматика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А.С. Чумаков, А.С. Бернгардт. — Электрон. дан. — Москва ТУСУР, 2012. — 27 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <http://lanbook.fdo.tusur.ru>. (дата обращения: 02.08.2018).

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Пушкарёв В. П. Исследование типовых радиотехнических звеньев систем радиоавтоматики [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторной работы в компьютерной среде QUCS по дисциплине «Радиоавтоматика»./ В. П. Пушкарёв. – Томск ФДО ТУСУР, 2017. – 36 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 02.08.2018).

2. Пушкарёв В. П. Радиоавтоматика [Электронный ресурс]: учебное методическое пособие./ В. П. Пушкарёв, Д. Ю. Пелявин. — Томск ФДО, ТУСУР, 2017. — 100 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 02.08.2018).

3. Кологривов В.А. Прикладные математические методы в радиотехнике : электронный курс / В.А. Кологривов. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента.

4. Пушкарёв В. П. Радиоавтоматика : электронный курс / В. П. Пушкарёв. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2017. Доступ из личного кабинета студента.

5. Кологривов В.А. Прикладные математические методы в радиотехнике [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / В.А. Кологривов, С. В. Мелихов. – Томск ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 02.08.2018).

#### **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**

1. Рекомендуется использовать источники из списка <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh> (со свободным доступом). ЭБС «Юрайт»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) (доступ из личного кабинета студента по ссылке <https://biblio.fdo.tusur.ru/>). ЭБС «Лань»: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) (доступ из личного кабинета студента по ссылке <http://lanbook.fdo.tusur.ru>).

### **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 дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

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

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice
- Qucs (с возможностью удаленного доступа)

### **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**

Тесты по радиотехнике

1. Математическая модель цепи (системы) в частотной области:

- а) Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ);
- б) Система нелинейных алгебраических уравнений (СНАУ);
- в) Система обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ);
- г) Система дифференциальных уравнений в частных производных (ДУЧП).

2. Использование МУП или МКТ позволяет найти:

- а) Переходную характеристику системы;
- б) Передаточную и частотную характеристики системы;
- в) Импульсную характеристику системы;
- г) Амплитудную характеристику.

3. Математическая модель цепи (системы) во временной области:

- а) Система функциональных уравнений;
- б) Система алгебраических уравнений;
- в) Система обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ);
- г) Система тригонометрических уравнений.

4. Интегрирование обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) модели позволяет найти:

- а) Частотную характеристику системы;
- б) Передаточную характеристику системы;
- в) Весовую характеристику системы;
- г) Переходную и импульсную характеристики системы.

5. Наиболее распространенным алгоритмом решения СЛАУ является:

- а) Метод Гаусса;
- б) Операторный метод;
- в) Метод Лагранжа;
- г) Метод Коши.

6. Наиболее распространенными алгоритмами интегрирования ОДУ являются:

- а) Методы Гаусса, Гаусса-Жордана, LU- и QR-факторизации;
- б) Операторный, Лагранжа, Коши – методы;
- в) Метод Крамера;
- г) Метод факторизации.

7. Передаточная характеристика системы это:

- а) Отношение оригинала реакции к оригиналу входного воздействия;
- б) Отношение оригинала реакции к изображению входного воздействия;
- в) Отношение изображения реакции системы к изображению входного воздействия;
- г) Отношение изображения реакции к оригиналу входного воздействия.

8. Частотная характеристика системы это:

- а) Зависимость частоты реакции системы от времени;
- б) Зависимость частоты реакции системы от амплитуды входного воздействия;
- в) Зависимость частоты реакции системы от частоты входного воздействия;
- г) Зависимость изображения реакции системы от частоты входного воздействия.

9. Переходная характеристика системы это:

- а) Оригинал реакции системы находящейся в состоянии покоя на единичный скачок (функцию Хэвисайда);
- б) Реакция системы находящейся в состоянии покоя на единичный импульс (дельта-функцию Дирака);
- в) Реакция системы находящейся в состоянии покоя на последовательность прямоугольных импульсов (меандр);
- г) Реакция системы находящейся в состоянии покоя на гармоническое воздействие.

10. Импульсная характеристика системы это:

- а) Реакция система на импульс Гаусса на входе;
- б) Оригинал реакции системы находящейся в состоянии покоя на единичный импульс (дельта-функцию Дирака);
- в) Реакция система на импульс Рэлея на входе;
- г) Реакция система на единичный скачок.

11. Состояние покоя это:

- а) Отсутствие каких-либо токов и потенциалов;
- б) Разряжены все конденсаторы;
- в) Нулевые начальные условия для пассивных систем либо полное установление реакции на предыдущее воздействие (например, включение питания) для активных систем;
- г) Обесточены все катушки индуктивности.

12. Обыкновенное дифференциальное уравнение (ОДУ) это:

- а) Уравнение, содержащее производные от функции;



- б) Уравнение, содержащее дифференциалы функции;
- в) Уравнение, содержащее операцию дифференцирования;
- г) Уравнение связи неизвестной функции и ее производных.

13. Преимущество операторного метода:

- а) Позволяет интегральные преобразования заменить алгебраическими;
- б) Позволяет комплексные операции заменить вещественными;
- в) Позволяет вещественные операции свести к целочисленным;
- г) Позволяет использовать логические операции и операции отношения.

14. Операторный метод это:

- а) Прием упрощающий работу с комплексными переменными;
- б) Получение выражения для изображения искомой переменной и последующее нахождение оригинала по изображению;
- в) Метод решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ);
- г) Метод решения систем нелинейных алгебраических уравнений (СНАУ).

15. В основе операторного метода применительно к аналоговым системам лежит:

- а) Метод узловых потенциалов (МУП);
- б) Метод контурных токов (МКТ);
- в) Интегральное преобразование Лапласа (преобразование оригинала в изображение и наоборот);
- г) Использование уравнений Кирхгофа.

16. В основе операторного метода применительно к дискретным системам лежит:

- а) Замена производной дифференциалом;
- б) Замена производных конечными приращениями;
- в) Замена интегралов суммами
- г) Дискретное преобразование Лапласа (или его разновидность Z-преобразование)

17. Разностное уравнение (РУ) это:

- а) Уравнение связи неизвестной функции и ее сдвигов или разностей;
- б) Уравнение, содержащее сдвиги функции;
- в) Уравнение, содержащее операцию дифференцирования;
- г) Уравнение, содержащее разности функции.

18. Наиболее распространенными алгоритмами решения разностных уравнений (РУ) являются:

- а) Методы Гаусса, Гаусса-Жордана, Гаусса-Зейделя ;
- б) Операторный, Лагранжа, Коши – методы;
- в) Метод Лопиталья
- г) LU- и QR-факторизации .

19. Для перехода от аналоговых сигналов к цифровым необходимо:

- а) Проквантовать сигнал по уровням ;
- б) Взять дискретные отсчеты по времени;
- в) Дискретизировать сигнал во времени по Котельникову, проквантовать по уровням и оцифровать (представить его уровни двоичными последовательностями)
- г) Пропустить сигнал через фильтр.

20. Особенностью частотных характеристик дискретных и цифровых систем является:

- а) Частотная характеристика становится вещественной;
- б) Частотная характеристика становится комплексно-сопряженной;
- в) Частотная характеристика становится мнимой;

г) Их периодическая повторяемость по частотной оси.

21. Отличие цифрового фильтра от дискретного заключается:

- а) В том, что операции масштабирования, задержки и суммирования производятся в регистрах процессора и учитывается конечность разрядной сетки;
- б) Не учитывается конечность разрядной сетки;
- в) Задержка производится на элементах задержки;
- г) Суммирование производится сумматорами.

22. Трансверсальные цифровые фильтры это:

- а) Фильтры, суммирующие входные и выходные сигналы с весовыми коэффициентами и задержками;
- б) Фильтры, суммирующие входные сигналы с весовыми коэффициентами и задержками и нет обратной связи с выхода в сумматор;
- в) Фильтры, имеющие бесконечную импульсную характеристику;
- г) Параллельно-соединенные фильтры.

23. Рекурсивные цифровые фильтры это:

- а) Фильтры, суммирующие входные сигналы с весовыми коэффициентами и задержками и нет обратной связи с выхода в сумматор;
- б) Фильтры, имеющие конечную импульсную характеристику;
- в) Фильтры, суммирующие входные и выходные сигналы с весовыми коэффициентами и задержками;
- г) Последовательно соединенные фильтры.

24. Интегрирование (решение) обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) означает:

- а) Интегрирование функции правой части уравнения;
- б) Интегрирование функции правой части уравнения в заданных пределах;
- в) Взятие производной от правой части уравнения;
- г) Нахождение функции, обращающей при подстановке уравнение в тождество.

25. Решение разностного уравнения (РУ) подразумевает:

- а) Нахождение функции, при подстановке которой уравнение обращается в тождество;
- б) Нахождение сдвигов (разностей) функции правой части;
- в) Интегрирование функции правой части;
- г) Дифференцирование функции правой части.

Тесты по автоматике

1. Типовым линейным звеном называют:

- а) Такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами
- б) Такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным алгебраическим уравнением не выше второго порядка
- в) Такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным дифференциальным уравнением с переменными коэффициентами
- г) Такую совокупность элементов, входящих в систему регулирования, переходные процессы в которых описываются линейным алгебраическим уравнением не выше третьего порядка

2. Безынерционным усилительным звеном системы называют звено

- а) У которого выходная величина в каждый момент времени пропорциональна входной величине
- б) У которого выходная величина в любой момент времени равна входной величине
- в) У которого выходная величина в каждый момент времени пропорциональна интегралу от входной величины
- г) У которого выходная величина в каждый момент времени пропорциональна производной от входной величины

3. Интегрирующим называется звено

- а) В котором выходная величина пропорциональна интегралу во времени от входной величины
- б) В котором скорость изменения выходной величины пропорциональна входной
- в) В котором выходная величина при подаче на вход единичного скачка линейно зависит от времени
- г) В котором при подаче на вход гармонического сигнала фаза выходного сигнала сдвигается на 90 градусов

4. Дифференцирующим называется звено

- а) В котором в котором выходная величина пропорциональна производной во времени от входной величины
- б) В котором скорость изменения выходной величины пропорциональна входной величине
- в) В котором выходная величина при подаче на вход единичного скачка линейно зависит от времени
- г) В котором при подаче на вход гармонического сигнала фаза выходного сигнала сдвигается на 90 градусов

5. Выберите верный ответ

- а) Передаточная функция представляет собой дифференциальный оператор, выражающий связь между входом и выходом линейной стационарной системы
- б) Передаточная функция представляет собой систему уравнений линейной стационарной системы.
- в) Передаточная функция представляет собой алгебраическое уравнение
- г) Передаточная функция представляет собой интегральное уравнение

6. Выберите верный ответ

- а) Устойчивость системы радиоавтоматики можно оценить с помощью алгебраических и частотных критериев
- б) Устойчивость системы радиоавтоматики можно оценить с помощью интегральных критериев
- в) Устойчивость системы радиоавтоматики можно оценить с помощью дифференциальных критериев
- г) Устойчивость системы радиоавтоматики можно оценить с помощью линейных критериев

7. Алгебраический критерий устойчивости системы радиоавтоматики

- а) Гурвица
- б) Найквиста
- в) Котельникова
- г) Чебышева

8. Частотный критерий устойчивости системы радиоавтоматики

- а) Гурвица
- б) Найквиста
- в) Котельникова
- г) Чебышева

9. Система ФАПЧ отличается от системы АПЧ наличием
- интегратора
  - ФНЧ
  - ФВЧ
  - усилителя
10. Степень астатизма системы радиоавтоматики можно определить по числу
- усилителей
  - интеграторов
  - ФНЧ
  - ФВЧ
11. Передаточную функцию системы радиоавтоматики можно получить из
- Дифференциального уравнения, связывающего входные и выходные параметры
  - Интегрального уравнения, связывающего входные и выходные параметры
  - Алгебраического уравнения, связывающего входные и выходные параметры
  - Тригонометрического уравнения, связывающего входные и выходные параметры
12. ФНЧ в системе радиоавтоматики необходим для
- Выделения быстрых изменений входного параметра
  - Выделения медленных изменений входного параметра
  - Выделения быстрых изменений выходного параметра
  - Выделения медленных изменений выходного параметра
13. Варикап в системе АПЧ используется для
- Изменения частоты сигнала гетеродина
  - Изменения фазы сигнала гетеродина
  - Изменения амплитуды сигнала гетеродина
  - Изменения задержки сигнала гетеродина
14. Система АРУ необходима для поддержания
- Постоянного уровня выходного сигнала
  - Постоянной фазы выходного сигнала
  - Постоянной задержки выходного сигнала
  - Постоянной частоты выходного сигнала
15. Импульсную характеристику системы радиоавтоматики можно получить из передаточной функции путем
- Замены входного воздействия на дельта функцию
  - Замены дифференциального уравнения на интегральное
  - Замены интегрального уравнения на дифференциальное уравнение
  - Замены выходного отклика системы на дельта функцию
16. Система АПЧ предназначена для
- Стабилизации фазы выходного сигнала приемника
  - Стабилизации амплитуды выходного сигнала приемника
  - Стабилизации задержки выходного сигнала приемника
  - Стабилизации промежуточной частоты приемника
17. Ошибки статической системы радиоавтоматики состоят из
- Ошибок, связанных с начальными условиями, связанных с изменением скорости и связанных с изменением ускорения
  - Ошибок, связанных с изменением скорости и связанных с изменением ускорения

- в) Ошибок, связанных с изменением ускорения
- г) Ошибок, связанных с уровнем задающего воздействия

18. Ошибки системы радиоавтоматики с астатизмом первого порядка состоят из

- а) Ошибок, связанных с начальными условиями, связанных с изменением скорости и связанных с изменением ускорения
- б) Ошибок, связанных с изменением скорости и связанных с изменением ускорения
- в) Ошибок, связанных с изменением ускорения
- г) Ошибок, связанных с уровнем задающего воздействия

19. Ошибки системы радиоавтоматики с астатизмом второго порядка состоят из

- а) Ошибок, связанных с начальными условиями, связанных с изменением скорости и связанных с изменением ускорения
- б) Ошибок, связанных с изменением скорости и связанных с изменением ускорения
- в) Ошибок, связанных с изменением ускорения
- г) Ошибок, связанных с уровнем задающего воздействия

20. Математической моделью системы называется совокупность элементов

- а) пространство состояний, пространство входных сигналов, пространство выходных сигналов и соотношения, связывающие входные и выходные сигналы и переменные состояния
- б) пространство выходных сигналов и соотношения, связывающие входные и выходные сигналы и переменные состояния
- в) пространство состояний и пространство входных сигналов
- г) пространство входных сигналов и соотношения, связывающие входные и выходные сигналы и переменные состояния

#### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1. Создателем технического устройства, входящего в состав оборудования парового котла был:

- а) Древнегреческий математик и механик Герон Александрийский (130 ... 70 до н.э.)
- б) 2. Английский изобретатель Джеймс Уатт (1765 г.)
- в) Английский изобретатель Томас Сейвери (1698 г.)
- г) Английский изобретатель Томас Ньюкомен (1762 г.)

2. Какая система радиоавтоматики использовались в первых радиоприемных устройствах?

- а) Автоматическая подстройка частоты.
- б) Фазовая автоподстройка.
- в) Частотная автоподстройка.
- г) Автоматическая регулировка усиления

3. Выберите верное определение классификации систем радиоавтоматики

- а) Поддержание постоянной или изменение по заданному закону некоторой величины.
- б) Ручная подстройка частоты или фазы в радиоприемных устройствах.
- в) Процесс воздействия на объект с участием человека (оператора)
- г) Процесс воздействия на объект без вмешательства человека

4. Функциональная схема системы радиоавтоматики – это:

- а) Условное графическое изображение элемента или системы, описывающее поведение системы радиоавтоматики.
- б) Графическое изображение элемента или системы, описывающее состав системы и поясняющее принцип взаимодействия между собой отдельных составляющих системы радиоавтоматики.
- в) Условное графическое изображение системы, позволяющее составить математическое описание поведения системы в виде математической операции.
- г) 4. Графическое изображение элемента или системы, описывающее состав системы и

поясняющее принцип взаимодействия между собой отдельных составляющих системы

5. Какое из допущений принимается при математическом описании свойств систем радиоавтоматики с использованием типовых радиотехнических звеньев?

- а) Свойства и параметры типового радиотехнического звена влияют на «выход» предыдущего и не влияют на «вход» последующего звеньев;
- б) Свойства и параметры типового радиотехнического звена не влияют на «выход» предыдущего и влияют на «вход» последующих звеньев;
- в) Типовое радиотехническое звено имеет только один «вход» и один «выход» и не имеет обратную связь;
- г) Типовое радиотехническое звено имеет один «вход» и один «выход» и может иметь положительную или отрицательную обратную связь.

6. Система автоматического сопровождения цели радиолокационной станции предназначена для:

- а) Стабилизации частоты генерируемых колебаний, слежения за частотой сигнала в радиолокационной станции.
- б) Измерения дальности до цели, информация о которой используется в устройствах систем наведения летательных аппаратов и в навигационных комплексах
- в) Автоматической стабилизации фазы генерируемых сигналов.

7. Система радиоавтоматики, осуществляющая регулирование (подстройку) напряжения, предназначена для:

- а) Частотной автоподстройки;
- б) Фазовой автоподстройки;
- в) Фазовой автоподстройка частоты;
- г) Стабилизации напряжения;

8. В состав радиолокационной станции, осуществляющей определение координат объекта, обязательно входит:

- а) стабилизатор;
- б) автоматическая подстройка частоты;
- в) фазовая автоподстройка частоты;
- г) временная автоматическая подстройки;

9. Структурная схема фазовой автоподстройки частоты радиолокационной станции наведения включает в себя:

- а) амплитудный дискриминатор;
- б) фильтр нижних частот;
- в) регулируемый напряжением усилитель;
- г) интегратор;

10. Функция  $W(p)=k$  является передаточной функцией:

- а) Звена задержки;
- б) Реального дифференцирующего звена;
- в) Колебательного звена;
- г) Пропорционального звена;

11. Правила структурных преобразований применяются для:

- а) Перехода от структурной схемы радиоавтоматики к функциональной;
- б) Нахождения характеристического уравнения системы радиоавтоматики;
- в) Упрощения структурных схем систем радиоавтоматики;
- г) Преобразования функциональных схем систем радиоавтоматики;

12. Система радиоавтоматики называется линейной, если:

- а) Система устойчива;
- б) Уравнение системы не имеет особенностей в правой полуплоскости плоскости корней;
- в) Уравнение системы имеет нулевые начальные условия;
- г) Система описывается линейным дифференциальным уравнением;

13. Принцип суперпозиции применяется для:

- а) 1. Анализа линейных систем;
- б) 2. Анализа нелинейных систем;
- в) 3. Анализа стационарных систем;
- г) 4. Анализа нестационарных систем;

14. Диаграмма Бode – это:

- а) Годограф системы управления;
- б) Амплитудно-фазовая характеристика характеристического уравнения системы;
- в) Годограф характеристического уравнения системы радиоавтоматики;
- г) Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики системы.

15. Годограф Найквиста – это

- а) амплитудно-фазовая характеристика разомкнутой системы управления;
- б) амплитудно-фазовая характеристика характеристического уравнения система радиоавтоматики;
- в) вольт-амперная характеристика управителя системы управления;
- г) амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики системы управления, изображенные на одном графике;

16. Исследование устойчивости системы радиоавтоматики по критерию Найквиста показывает, что:

- а) Система радиоавтоматики устойчива, если частота среза в системе управления будет ниже критической частоты системы;
- б) Система управления устойчива, если годограф Найквиста последовательно обходит против часовой стрелки  $n$  – квадрантов, где  $n$  – порядок системы;
- в) Амплитудно-фазовая характеристика системы не охватывает точку с координатами  $[-1, j0]$ ;
- г) Годограф Найквиста устойчивой системы радиоавтоматики, не проходит через начало координат;

17. Укажите правильный набор показателей качества работы данной системы.

- а) колебательность – 66%, перерегулирование – 100%, частота собственных колебаний – 10 Гц;
- б) колебательность – 30%, перерегулирование – 50%, длительность переходного процесса – 0,35 сек;
- в) колебательность – 66%, перерегулирование – 50 %; время установления – 0,05 сек,
- г) перерегулирование – 100%, длительность переходного процесса – 0,5 сек; частота собственных колебаний – 10 Гц,

18. Определите этап проектирования, предшествующий решению задачи синтеза системы радиоавтоматики.

- а) Анализ устойчивости проектируемой системы РА;
- б) Нахождение передаточной характеристики системы РА;
- в) Исследование объекта регулирования с целью определения его динамических свойств и условий, в которых его используют;
- г) Определение частотных свойств типового радиотехнического звена.

19. Какие системы радиоавтоматики называются системами с неполной информацией о воздействии?

- а) использующие цепи обратной связи, содержащие дифференцирующие звенья;
- б) робастного типа.
- в) использующие цепи обратной связи, не содержащие интегрирующие звенья;
- г) любые системы РА.

20. Динамический синтез системы радиоавтоматики может проводиться:

- а) если известна вся информация о состоянии объекта управления;
- б) в случае обнаружения ошибок в системе;
- в) если известна информация об объекте управления;
- г) всегда, независимо от состояния системы РА.

### 14.1.3. Зачёт

1. Графическое отображение электрического соединения элементов соответствует понятиям:

- а) цепи;
- б) схемы;
- в) эквивалентной модели;
- г) устройства;
- д) средства;
- е) системы.

2. Математическая модель цепи, аналогового устройства, системы в частотной области:

- а) система обыкновенных дифференциальных уравнений;
- б) система дифференциальных уравнений в частных производных;
- в) система линейных алгебраических уравнений;
- г) система разностных уравнений;
- д) система нелинейных алгебраических уравнений.

3. В частном случае пассивных устройств (за исключением дифференцирующих устройств) исходное состояние покоя совпадает по смыслу с нулевыми начальными условиями и подразумевает отсутствие в начальный момент времени:

- а) напряжений на конденсаторах;
- б) токов катушек индуктивности;
- в) сторонних источников;
- г) зарядов и магнитных потоков;
- д) линейных и нелинейных искажений.

4. Представление любого воздействия во времени его частотным спектром (спектральной плотностью либо линейной суперпозицией гармонических составляющих на кратных частотах) соответствует:

- а) интегральному преобразованию Лапласа для непериодического воздействия;
- б) интегральному преобразованию Фурье для непериодического воздействия;
- в) ряду Фурье для периодического воздействия;
- г) дискретному преобразованию Лапласа для непериодического воздействия;
- д) Z - преобразованию для непериодического воздействия.

5. Различают следующие классические формы АЧХ аналоговых устройств и систем (например, фильтров):

- а) типа фильтра нижних частот (ФНЧ);
- б) типа фильтра верхних частот (ФВЧ);
- в) типа полосно-пропускающего фильтра (ППФ);
- г) типа полосно-заграждающего фильтра (ПЗФ);
- д) типа квадрата (КФ);



е) типа эллипса (ЭФ).

6. Переменные линейных суперпозиций, образующих алгебраическую систему уравнений, соответствуют:

- а) вектору неизвестных;
- б) вектору свободных членов;
- в) матрице коэффициентов системы;
- г) собственным частотам колебаний моделируемой системы;
- д) амплитудам собственных колебаний моделируемой системы.

7. Собственные значения матрицы коэффициентов системы соответствуют:

- а) диагональным элементам исходной матрицы;
- б) корням характеристического уравнения;
- в) диагональным элементам обратной матрицы коэффициентов;
- г) диагональным элементам матрицы алгебраических дополнений;
- д) логарифмам корней характеристического уравнения.

8. Условия существования прямого классического преобразования Лапласа:

- а) функция оригинал определена и непрерывна на всей вещественной оси, за возможным исключением конечного числа точек разрыва первого рода;
- б) значение оригинала равно нулю при аргументе равном нулю;
- в) функция оригинала нарастает медленнее любой наперед заданной показательной функции;
- г) предел изображения при аргументе, стремящемся к бесконечности, равен нулю.

9. В качестве математической модели аналоговой цепи, устройства, системы во временной области, в общем случае, используется:

- а) система линейных алгебраических уравнений (для линейных цепей);
- б) система обыкновенных дифференциальных уравнений (для сосредоточенных цепей);
- в) система дифференциальных уравнений в частных производных (для распределенных цепей);
- г) система нелинейных алгебраических уравнений (для нелинейных цепей).

10. Методы аналитического решения (интегрирования линейных обыкновенных дифференциальных уравнений):

- а) Крамера;
- б) операторный;
- в) вариации произвольных постоянных (Лагранжа);
- г) Коши (представление решения в форме Коши);
- д) неопределенных коэффициентов;
- е) разделения переменных.

11. Решить или проинтегрировать дифференциальное уравнение, означает найти:

- а) корни характеристического уравнения;
- б) неизвестную функцию;
- в) производную внешнего воздействия на систему;
- г) интеграл внешнего воздействия на систему;
- д) начальные условия.

12. Характеристическое уравнение системы может быть определено по однородной части дифференциального уравнения путем замены функции и ее производных:

- а) экспонентами;
- б) логарифмами;
- в) переменной соответствующей степени;

- г) начальными значениями;
- д) граничными значениями.

13. В общей теории обыкновенных дифференциальных уравнений утверждается, что:

- а) частное решение неоднородного уравнения определяется суммой частного решения однородного уравнения и общего решения неоднородного уравнения;
- б) общее решение неоднородного уравнения определяется суммой общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного уравнения;
- в) реакция на выходе аналоговой динамической системы определяется суммой свободных колебаний системы обусловленных начальными условиями и вынужденных колебаний, обусловленных внешним воздействием на систему;
- г) реакция на выходе аналоговой динамической системы определяется суммой переходного процесса, обусловленного начальными условиями и внешним воздействием и установившегося стационарного процесса, обусловленного внешним воздействием.

14. Дискретными называются системы, реагирующие на входное воздействие:

- а) непрерывно;
- б) в определенные моменты времени;
- в) дискретными (решетчатыми) функциями времени;
- г) на основе дифференциального и интегрального исчисления;
- д) на основе исчисления конечных разностей.

15. Преобразование аналогового сигнала в цифровой и обратно осуществляется с помощью:

- а) активного фильтра;
- б) аналого-цифрового преобразователя (АЦП);
- в) умножителя;
- г) детектора;
- д) цифро-аналогового преобразователя (ЦАП).

16. Основными элементами функциональной модели дискретных или цифровых устройств и систем являются:

- а) сумматоры;
- б) детекторы;
- в) звенья задержки;
- г) интеграторы;
- д) масштабирующие звенья;
- е) коммутаторы.

17. Частотная характеристика дискретной или цифровой системы, находящейся в состоянии покоя, может быть определена как:

- а) реакция системы на дискретное гармоническое воздействие единичной амплитуды;
- б) установившаяся реакция системы на дискретное гармоническое воздействие единичной амплитуды;
- в) реакция системы на последовательность единичных дельта – импульсов;
- г) установившаяся реакция системы на последовательность единичных дельта – импульсов;
- д) реакция системы на одиночный единичный дельта – импульс.

18. Смена характера входного воздействия на дискретную систему:

- а) оставляет однородную часть разностного уравнения неизменной;
- б) изменяется лишь неоднородная (правая) часть уравнения, обусловленная внешним воздействием;
- в) система фундаментальных решений разностного уравнения остается неизменной;
- г) могут измениться лишь начальные условия;
- д) общее решение неоднородного разностного уравнения не изменится;

е) изменится лишь частное решение неоднородного разностного уравнения.

19. Начальные условия разностного уравнения дискретной или цифровой системы могут быть определены:

а) по предельной теореме Z- преобразований о начальном значении дискретной функции оригинала;

б) по предельной теореме преобразования Лапласа о начальном значении непрерывной функции оригинала;

в) по исходному разностному уравнению, путем придания определенных значений номерам отсчетов;

г) по исходному дифференциальному уравнению, путем приравнивания значений аргумента нулю;

д) по функциональной схеме и известному входному воздействию (в простых случаях).

20. Согласно методу Лагранжа, частное решение неоднородного разностного уравнения находится путем определения варьируемых постоянных общего решения, используя:

а) наложение ограничений на рост порядка разностей.

б) определяющую систему уравнений;

в) либо начальные условия;

г) либо независимые дополнительные условия.

#### 14.1.4. Темы контрольных работ

Исследование типовых радиотехнических звеньев и структурные преобразования систем радиоавтоматики;

определить передаточную функцию сложной системы радиоавтоматики, для чего произвести структурные преобразования;

построить линеаризованную ЛАЧХ и ЛФЧХ системы радиоавтоматики;

определить устойчивость заданной системы РА по её передаточной функции разными критериями;

определить качественные показатели системы РА.

исследование показателей качества систем радиоавтоматики.

Исследование показателей качества систем радиоавтоматики

анализ устойчивости;

определение запаса устойчивости;

определение качественных показателей исследуемой системы радиоавтоматики;

обеспечение заданного запаса устойчивости.

Данными к исследованию являются структурная схема системы радиоавтоматики и электрические принципиальные схемы основных ее узлов.

Прикладные математические методы в радиотехнике и автоматике

#### ККР

1. Задана передаточная характеристика аналоговой системы

$$K(p) = \frac{b_1 \cdot p}{(p + \alpha_1)(p + \alpha_2)}$$

и оригинал входного воздействия на систему  $e(t)=1(t)$  - единичный скачок (функция Хевисайда).

Укажите определитель Вронского, построенный из фундаментальной системы решений дифференциального уравнения предложенной Вам аналоговой системы.

$$1) W = \begin{vmatrix} e^{-\alpha_1 \cdot t} & e^{-\alpha_2 \cdot t} \\ -\alpha_1 \cdot e^{-\alpha_1 \cdot t} & -\alpha_2 \cdot e^{-\alpha_2 \cdot t} \end{vmatrix};$$

$$2) W = \begin{vmatrix} e^{-\alpha \cdot t} & t \cdot e^{-\alpha \cdot t} \\ -\alpha \cdot e^{-\alpha \cdot t} & (1 - \alpha) \cdot e^{-\alpha \cdot t} \end{vmatrix};$$

$$3) W = \begin{vmatrix} 1 & t \\ 0 & 1 \end{vmatrix};$$

$$4) W = \begin{vmatrix} 1 & e^{-\alpha \cdot t} \\ 0 & -\alpha \cdot e^{-\alpha \cdot t} \end{vmatrix}.$$

2. Задана передаточная характеристика аналоговой системы

$$K(p) = \frac{b_2 \cdot p^2 + b_1 \cdot p}{p \cdot (p + \alpha)}.$$

По предложенной передаточной характеристике аналоговой системы определить начальное значение производной реакции системы, как составляющую начальных условий дифференциального уравнения, при подаче на вход единичного скачка  $1(t)$ .

$$1) v'(0) = 0;$$

$$2) v'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) + \left( \frac{b_1}{b_2} - (\alpha_1 + \alpha_2) \right) \right];$$

$$3) v'(0) = b_2 \cdot \delta(0);$$

$$4) v'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) + \left( \frac{b_1}{b_2} - 2 \cdot \alpha \right) \right];$$

$$5) v'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) - (\alpha_1 + \alpha_2) \right];$$

$$6) v'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) - 2 \cdot \alpha \right];$$

$$7) v'(0) = b_1;$$

$$8) v'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) + \left( \frac{b_1}{b_2} - \alpha \right) \right];$$

$$9) v'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) - \alpha \right];$$

$$10) v'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) + b_1 \right].$$

3. Задана передаточная характеристика аналоговой системы

$$K(p) = \frac{b_1 \cdot p + b_0}{(p + \alpha)^2}.$$

и оригинал входного воздействия на систему  $e(t) = \cos(\omega t)$ .

Укажите вид неоднородной части дифференциального уравнения предложенной Вам аналоговой системы.

- 1)  $b_2 \cdot e''(t) + b_1 \cdot e'(t) + b_0 \cdot e(t)$ ;
- 2)  $b_2 \cdot e''(t) + b_1 \cdot e'(t)$ ;
- 3)  $b_1 \cdot e'(t)$ ;
- 4)  $b_1 \cdot e'(t) + b_0 \cdot e(t)$ ;
- 5)  $b_2 \cdot e''(t)$ ;
- 6)  $b_0 \cdot e(t)$ .

4. Задана передаточная характеристика аналоговой системы

$$K(p) = \frac{b_2 \cdot p^2}{(p + \alpha_1)(p + \alpha_2)}$$

и оригинал входного воздействия на систему  $e(t)=1(t)$  - единичный скачок (функция Хевисайда).

Укажите выражение изображения предложенного Вам аналогового воздействия.

- 1) 1;
- 2)  $\frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$ ;
- 3)  $\frac{p}{p^2 + \omega^2}$ ;
- 4)  $\frac{1}{p}$ .

5. Задана передаточная характеристика аналоговой системы

$$K(p) = \frac{b_1 \cdot p}{p^2}$$

и оригинал входного воздействия на систему  $e(t)=\delta(t)$  - дельта импульс (функции Дирака).

Укажите фундаментальную систему решений дифференциального уравнения предложенной Вам аналоговой системы.

- 1)  $C_1 \cdot e^{-\alpha_1 t} + C_2 \cdot t \cdot e^{-\alpha_1 t}$ ;
- 2)  $C_1 + C_2 \cdot e^{-\alpha_1 t}$ ;
- 3)  $C_1 + C_2 \cdot t$ ;
- 4)  $C_1 \cdot e^{-\alpha_1 t} + C_2 \cdot e^{-\alpha_2 t}$ .

6. Задана передаточная характеристика аналоговой системы

$$K(p) = \frac{b_1 \cdot p}{p^2}$$

и оригинал входного воздействия на систему  $e(t)=\sin(\omega t)$ .

Укажите вид однородной части дифференциального уравнения предложенной Вам аналоговой системы.

- 1)  $y'' + 2 \cdot \alpha \cdot y' + \alpha^2 \cdot y$ ;
- 2)  $y''$ ;
- 3)  $y'' + (\alpha_1 + \alpha_2) \cdot y' + \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot y$ ;
- 4)  $y'' + \alpha \cdot y'$ .

7. Задана передаточная характеристика аналоговой системы

$$K(p) = \frac{b_1 \cdot p}{p^2}$$

По предложенной передаточной характеристике аналоговой системы определить начальное значение реакции системы, как составляющую начальных условий дифференциального уравнения, при подаче на вход единичного скачка  $1(t)$ .

- 1)  $\nu(0) = b_2$ ;
- 2)  $\nu(0) = 0$ ;
- 3)  $\nu(0) = b_0$ ;
- 4)  $\nu(0) = b_1$ .

8. Задана системная характеристика дискретной системы

$$S(z) = \frac{z}{(z-d_1)(z-d_2)}$$

По предложенной системной характеристике дискретной системы определить начальное значение сдвига реакции системы, как составляющую начальных условий разностного уравнения, при подаче на вход последовательности единичных дельта импульсов  $1_k$ .

- 1)  $\nu_1 = 0$ ;
- 2)  $\nu_1 = d_1 + d_2$ ;
- 3)  $\nu_1 = 1$ ;
- 4)  $\nu_1 = 1 + d$ ;
- 5)  $\nu_1 = 1 + d_1 + d_2$ ;
- 6)  $\nu_1 = 1 + b$ .

9. Задана системная характеристика дискретной системы

$$S(z) = \frac{1}{(z-1)(z-d)}$$

и оригинал входного воздействия на систему  $e_k=1_0$  – одиночный единичный дельта импульс. Укажите вид однородной части разностного уравнения предложенной Вам дискретной системы.

- 1)  $e_{k+1}$ ;
- 2)  $e_{k+2} + b \cdot e_{k+1}$ ;
- 3)  $e_k$ .

10. Задана системная характеристика дискретной системы

$$S(z) = \frac{1}{(z-d_1)(z-d_2)}$$

и оригинал входного воздействия на систему  $e_k=1_0$  – одиночный единичный дельта импульс. Укажите фундаментальную систему решений разностного уравнения предложенной Вам дискретной системы.

- 1)  $C_1 \cdot 1^k + C_2 \cdot k \cdot 1^k = C_1 + C_2 \cdot k$ ;
- 2)  $C_1 \cdot d^k + C_2 \cdot k \cdot d^k$ ;
- 3)  $C_1 \cdot d_1^k + C_2 \cdot d_2^k$ ;
- 4)  $C_1 \cdot 1^k + C_2 \cdot d^k = C_1 + C_2 \cdot d^k$ .

#### 14.1.5. Темы лабораторных работ

Исследование типовых радиотехнических звеньев систем радиоавтоматики.

#### 14.1.6. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных

учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

#### **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.