

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

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: **2**

Семестр: **4**

Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	10	10	часов
2	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
3	Всего контактной работы	12	12	часов
4	Самостоятельная работа	92	92	часов
5	Всего (без экзамена)	104	104	часов
6	Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
			3.0	З.Е.

Контрольные работы: 4 семестр - 1

Зачет: 4 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» (Б1.В.ДВ.4.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математические методы описания сигналов, Математический анализ, Теория электрических цепей.

Последующими дисциплинами являются: Общая теория связи, Цифровая обработка сигналов.

## 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 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Контактная работа (всего)	12	12
Самостоятельная работа под руководством	10	10

преподавателя (СРП)		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	92	92
Подготовка к контрольным работам	46	46
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	46	46
Всего (без экзамена)	104	104
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	

## 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	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Описание сигналов и цепей в радиотехнике.	2	2	16	18	ПК-16, ПК-8
2 Аналитическое определение временных характеристик аналоговых устройств и систем.	2		16	18	ПК-16, ПК-8
3 Обыкновенные дифференциальные уравнения. Методы интегрирования.	1		16	17	ПК-16, ПК-8
4 Определение начальных условий дифференциальных уравнений исследуемых цепей.	2		16	18	ПК-16, ПК-8
5 Временной анализ линейных дискретных систем.	2		14	16	ПК-16, ПК-8
6 Цифровая фильтрация.	1		14	15	ПК-16, ПК-8
Итого за семестр	10	2	92	104	
Итого	10	2	92	104	

### 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
4 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.	2	ПК-16, ПК-8
	Итого	2	
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.	2	ПК-16, ПК-8
	Итого	2	
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 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.	1	ПК-16, ПК-8
	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	2	ПК-16, ПК-8

	разностных уравнений второго порядка. Пример определения основных характеристик дискретных систем второго порядка.		
	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		10	

### 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
Предшествующие дисциплины						
1 Математические методы описания сигналов	+	+	+	+	+	+
2 Математический анализ	+		+	+		
3 Теория электрических цепей	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Общая теория связи	+	+	+	+	+	+
2 Цифровая обработка сигналов	+	+	+	+	+	+

### 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	КСР	Сам. раб.	
ПК-8	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, Тест
ПК-16	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, Тест

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

### 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

### 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
4 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-16, ПК-8
Итого		2	

### 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
4 семестр				
1 Описание сигналов и цепей в радиотехнике.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	16		
2 Аналитическое определение временных характеристик аналоговых устройств и систем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	16		
3 Обыкновенные дифференциальные уравнения. Методы интегрирования.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	16		
4 Определение начальных условий дифференциальных уравнений исследуемых цепей.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	8		
	Итого	16		

5 Временной анализ линейных дискретных систем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	14		
6 Цифровая фильтрация.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-16, ПК-8	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	7		
	Итого	14		
	Выполнение контрольной работы	2	ПК-16, ПК-8	Контрольная работа
Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		96		

**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: 15.08.2018).

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: 15.08.2018).

### **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: 15.08.2018).

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

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

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

2. 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, А. В. Фатеев. – Томск ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.08.2018).

### **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 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. Математическая модель цепи (система 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 систем 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 Рэля 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:
- уравнение содержащее производные от функции;
  - уравнение содержащее дифференциалы функции;
  - уравнение содержащее операцию дифференцирования;
  - уравнение связи неизвестной функции и ее производных.
13. Преимущество операторного метода:
- позволяет интегральные преобразования заменить алгебраическими;
  - позволяет комплексные операции заменить вещественными;
  - позволяет вещественные операции свести к целочисленным;
  - позволяет использовать логические операции и операции отношения.
14. Операторный метод это:
- прием упрощающий работу с комплексными переменными;
  - получение выражения для изображения искомой переменной и последующее нахождение оригинала по изображению;
  - метод решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ);
  - метод решения систем нелинейных алгебраических уравнений (СНАУ).
15. В основе операторного метода применительно к аналоговым системам лежит:
- метод узловых потенциалов (МУП);
  - метод контурных токов (МКТ);
  - интегральное преобразование Лапласа (преобразование оригинала в изображение и наоборот);
  - использование уравнений Кирхгофа.
16. В основе операторного метода применительно к дискретным системам лежит:
- замена производной дифференциалом;
  - замена производных конечными приращениями;
  - замена интегралов суммами;
  - дискретное преобразование Лапласа (или его разновидность Z-преобразование).
17. Разностное уравнение (РУ) это:
- уравнение связи неизвестной функции и ее сдвигов или разностей;
  - уравнение, содержащее сдвиги функции;
  - уравнение, содержащее операцию дифференцирования;
  - уравнение, содержащее разности функции.
18. Наиболее распространенными алгоритмами решения разностных уравнений (РУ) являются:
- методы Гаусса, Гаусса-Жордана, Гаусса-Зейделя ;
  - операторный, Лагранжа, Коши – методы;
  - метод Лопиталья
  - LU- и QR-факторизации
19. Для перехода от аналоговых сигналов к цифровым необходимо:
- проквантовать сигнал по уровням ;
  - взять дискретные отсчеты по времени;
  - дискретизировать сигнал во времени по Котельникову, проквантовать по уровням и оцифровать (представить его уровни ; двоичными последовательностями);
  - пропустить сигнал через фильтр.
20. Особенностью частотных характеристик дискретных и цифровых систем является:
- частотная характеристика становится вещественной;
  - частотная характеристика становится комплексно-сопряженной;
  - частотная характеристика становится мнимой;
  - их периодическая повторяемость по частотной оси.

### 14.1.2. 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 неперiodического воздействия;
- б) интегральному преобразованию Фурье для неперiodического воздействия;
- в) ряду Фурье для перiodического воздействия;
- г) дискретному преобразованию Лапласа для неперiodического воздействия;
- д)  $Z$  - преобразованию для неперiodического 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 равно 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.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Прикладные математические методы в радиотехнике.

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)  $\nu'(0) = 0$ ;
- 2)  $\nu'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) + \left( \frac{b_1}{b_2} - (\alpha_1 + \alpha_2) \right) \right]$ ;
- 3)  $\nu'(0) = b_2 \cdot \delta(0)$ ;
- 4)  $\nu'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) + \left( \frac{b_1}{b_2} - 2 \cdot \alpha \right) \right]$ ;
- 5)  $\nu'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) - (\alpha_1 + \alpha_2) \right]$ ;
- 6)  $\nu'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) - 2 \cdot \alpha \right]$ ;
- 7)  $\nu'(0) = b_1$ ;
- 8)  $\nu'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) + \left( \frac{b_1}{b_2} - \alpha \right) \right]$ ;
- 9)  $\nu'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) - \alpha \right]$ ;
- 10)  $\nu'(0) = b_2 \cdot \left[ \delta(0) + b_1 \right]$ .

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

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

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

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)  $C_1 \cdot 1^k + C_2 \cdot d^k = C_1 + C_2 \cdot d^k$ .

#### 14.1.4. 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.