

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ  
КИНО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ»**



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

**Е. В. САЗОНОВА**  
врио ректора

Сертификат: 00f1233eba3405dd3da37c46e08d7ca920  
Основание: УТВЕРЖДАЮ  
Дата утверждения: 21 июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«Прикладные математические методы в  
радиотехнике»**

Наименование ОПОП: Аудиовизуальная техника

Направление подготовки: 11.03.01 Радиотехника

Форма обучения: заочная

Факультет: медиатехнологий

Кафедра: аудиовизуальных систем и технологий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 135 астроном. час. / 5 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 22,7 час.

самостоятельная работа: 112,3 час.

<b>Вид(ы) текущего контроля</b>	<b>Семестр (курс)</b>
выполнение теста	4,5
опрос	4,5
практикум (выполнение лабораторных работ)	4,5
практикум (выполнение практических заданий)	4,5
присутствие на занятии	4,5
<b>Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты</b>	<b>Семестр (курс)</b>
зачет	4
зачет с оценкой	5

Рабочая программа дисциплины «Прикладные математические методы в радиотехнике» составлена:

— в соответствии с требованиями Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования — Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 931)

— на основании учебного плана и карты компетенций основной профессиональной образовательной программы «Аудиовизуальная техника» по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника

**Составитель(и):**

Щитов И.Н., профессор кафедры , д.ф.-м.н.

Бегун Е.Н., доцент кафедры , к.ф.-м.н.

**Рецензент(ы):**

Смирнов Н.В., доцент СПбГУ, д.ф.-м.н.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры аудиовизуальных систем и технологий

Рабочая программа дисциплины одобрена Советом факультета медиатехнологий

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ОПОП

А.И. Ходанович

Начальник УМУ

С.Л. Филипенкова

**УКАЗАННАЯ ЛИТЕРАТУРА ИМЕЕТСЯ В НАЛИЧИИ В БИБЛИОТЕКЕ ИНСТИТУТА ИЛИ ЭБС**

Заведующий библиотекой Н.Н. Никитина

# 1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

### Цель(и) дисциплины:

ознакомить студентов с математическим аппаратом и методами, используемыми в дисциплинах радиотехнического профиля; 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.

### Задачи дисциплины:

1. Систематизировать и углубить полученные ранее знания при изучении курсов математики и информатики на примерах решения простых инженерных задач.
2. Развивать логическое мышление, обучать их решению математически формализованных задач, прививать им навыки самостоятельной работы.
3. Показать взаимосвязь инженерных задач и математического аппарата.

## 1.2. Место и роль дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина основывается на знаниях и умениях, приобретенных в ходе изучения предшествующих дисциплин/прохождения практик и взаимосвязана с параллельно изучаемыми дисциплинами:

*нет предшествующих дисциплин*

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для дисциплин и/или практик:

Математическое и компьютерное моделирование в научно-исследовательской работе

Радиоавтоматика

Технологическая (проектно-технологическая) практика

Датчики сигналов в аудиовизуальных системах

Нелинейные колебания и волны

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

## 1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

### Профессиональные компетенции

**Вид деятельности:** научно-исследовательский.

ПК-1 — Способен применять стандартные пакеты прикладных программ для реализации математического моделирования объектов и процессов в рамках действующих методик.

ПК-1.1 — Применяет стандартные пакеты прикладных программ для реализации математического моделирования объектов и процессов.

**Знает:** типы сигналов и их характеристики;

примеры прикладных задач, приводящих к основным типам уравнений математической физики.

**Умеет:** самостоятельно выбирать и использовать как методы решения, так и вычислительные средства для решения задач математической физики, теории поля, с доведением их решения до рабочих формул, числа, графика или качественного вывода;

применять свои знания к решению практических задач.

**Владеет:** навыками математического и компьютерного анализа и разработки функциональных и структурных схем

**Вид деятельности:** научно-исследовательский.

ПК-1 — Способен применять стандартные пакеты прикладных программ для реализации математического моделирования объектов и процессов в рамках действующих методик.

ПК-1.2 — Использует типовые методики математического моделирования объектов и процессов.

**Знает:** основы математического моделирования; методы обработки и восстановления сигналов;

**Умеет:** применять методы физико-математического анализа и моделирования;

**Владеет:** методами обработки различных видов сигналов; методами построения математических моделей для задач, возникающих в инженерной практике.

## 2. СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ФОРМАТЕ

### 2.1. Структура и трудоемкость учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 135 астроном. час. / 5 зач.ед.

в том числе: контактная работа: 22,7 час.

самостоятельная работа: 112,3 час.

Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет	4
зачет с оценкой	5

Распределение трудоемкости по периодам обучения:

Семестр	3	4	5	Итого
Лекции	0	0	0	0
Лекции установочные	1,5	1,5	0	3
Лекции с использованием ДОТ	0	1,5	1,5	3
Практические установочные	1,5	1,5	0	3
Практические с использованием ДОТ	0	1,5	1,5	3
Лабораторные	0	3	3	6
Консультации	0	2	2	4
Самостоятельная работа	24	12	69	105
Самостоятельная работа во время сессии	0	3,7	3,6	7,3
<b>Итого</b>	<b>27</b>	<b>26,7</b>	<b>80,6</b>	<b>134,3</b>

### 2.2. Содержание учебной дисциплины

**Раздел 1. Векторный анализ. Теория поля.**

**Тема 1. 1. Скалярное поле**

Определение скалярного поля. Физические примеры. Поверхности и линии уровня.

Производная по направлению. Градиент.

### **Тема 1. 2. Векторное поле**

Определение векторного поля. Физические примеры. Векторные линии и векторные трубки. Потенциальное поле. Поток векторного поля. Дивергенция. Соленоидальное поле. Формула Остроградского-Гаусса в векторной записи. Циркуляция. Ротор. Формула Стокса в векторной записи.

### **Раздел 2. Элементы математической физики.**

#### **Тема 2. 1. Уравнения математической физики**

Основные уравнения математической физики. Решение уравнения колебаний бесконечной струны методом Даламбера. Решение уравнения колебаний конечной струны методом Фурье. Решение уравнения колебаний прямоугольной и круглой мембраны методом Фурье. Задача Дирихле для уравнения Лапласа. Краевые задачи для одномерного уравнения тепло-проводности.

### **Раздел 3. Случайные процессы**

#### **Тема 3. 1. Цепи Маркова**

Определение цепи Маркова. Матрица переходных вероятностей. Классификация состояний.

#### **Тема 3. 2. Непрерывные случайные процессы**

Понятия о случайном процессе. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность стационарного случайного процесса. Эргодические стационарные случайные процессы.

### **Раздел 4. Математические основы теории сигналов**

#### **Тема 4. 1. Основные понятия**

Сигналы, модулированные сигналы. Энергия и мощность сигнала. Периодические сигналы. Преобразование Фурье для интегрируемых функций. Преобразование Фурье для неинтегрируемых функций.

#### **Тема 4. 2. Системы обработки аналоговых сигналов**

Импульсная характеристика и частотная характеристика линейной системы. Системы обработки сигналов, описываемые дифференциальными уравнениями. Системы, описываемые уравнениями с постоянными коэффициентами. Системы фильтрации аналоговых сигналов. Модуляция и демодуляция сигналов.

#### **Тема 4. 3. Случайные сигналы**

Случайные сигналы. Основные понятия. Стационарные случайные сигналы. Прохождение случайных сигналов через линейные системы.

#### **Тема 4. 4. Цифровая обработка сигналов**

Дискретизация и восстановление аналоговых сигналов. Операции над дискретными сигналами. Примеры дискретных сигналов. Преобразование Фурье дискретных сигналов.

Дискретные системы обработки сигналов. Основные понятия.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

№ п/п	Наименование раздела, (отдельной темы)	Лекции	Лекции с использованием ДОТ	Лабораторные работы	Практические занятия	Практические с использованием ДОТ	Индивидуальные занятия	Итого
<b>1</b>	<b>Векторный анализ. Теория поля.</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>
1.1	Скалярное поле	1,5	0	0	1,5	0	0	<b>0 *</b>
1.2	Векторное поле	0	1,5	0	0	1,5	0	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Элементы математической физики.</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>
2.1	Уравнения математической физики	1,5	0	1,5	0	0	0	<b>1,5</b>
<b>3</b>	<b>Случайные процессы</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>
3.1	Цепи Маркова	0	0	0	1,5	0	0	<b>0 *</b>
3.2	Непрерывные случайные процессы	0	0	1,5	0	0	0	<b>1,5</b>
<b>4</b>	<b>Математические основы теории сигналов</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1,5</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
4.1	Основные понятия	0	1,5	3	0	0	0	<b>4,5</b>
4.2	Системы обработки аналоговых сигналов	0	0	0	0	1,5	0	<b>1,5</b>
4.3	Случайные сигналы	0	0	0	0	0	0	<b>0 *</b>
4.4	Цифровая обработка сигналов	0	0	0	0	0	0	<b>0 *</b>
	<b>ВСЕГО</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>18</b>

\* — тема для изучения в рамках самостоятельной работы студента

### 4. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	Колебания струны.	3
2	Нелинейные уравнения.	3
3	Дискретные и непрерывные случайные величины.	3
4	Преобразование Фурье (прямое и обратное).	3
5	Системы обработки сигналов. Импульсная характеристика.	3
6	Частотная характеристика системы;	3
7	Восстановление аналогового сигнала по его дискретизации.	3

8	Дискретизация аналоговых сигналов.	3
---	------------------------------------	---

## 5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

№ п/п	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	Скалярное поле	1,5
2	Векторное поле	3
3	Уравнения математической физики	3
4	Цепи Маркова	1,5
5	Непрерывные случайные процессы	3
6	Математические основы теории сигналов. Основные понятия	3
7	Системы обработки аналоговых сигналов	3
8	Случайные сигналы	3
9	Цифровая обработка сигналов	3

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации с использованием балльно-рейтинговой системы.

Оценочные средства в полном объеме представлены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Прикладные математические методы в радиотехнике».

Предусмотрены следующие формы и процедуры текущего контроля и промежуточной аттестации:

Вид(ы) текущего контроля	Семестр (курс)
выполнение теста	4,5
опрос	4,5
практикум (выполнение лабораторных работ)	4,5
практикум (выполнение практических заданий)	4,5
присутствие на занятии	4,5
Вид(ы) промежуточной аттестации, курсовые работы/проекты	Семестр (курс)
зачет	4
зачет с оценкой	5

### 6.1. Оценочные средства для входного контроля (при наличии)

Входной контроль отсутствует.

### 6.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

## Вопросы для самопроверки

### Семестр 3:

#### Тема 1.1. Скалярное поле

1. Определение скалярного поля. Физические примеры.
2. Поверхности и линии уровня.
3. Производная по направлению. Градиент.

#### Тема 1.2. Векторное поле

1. Определение векторного поля. Физические примеры.
2. Векторные линии и векторные трубки. Потенциальное поле.
3. Поток векторного поля.
4. Дивергенция. Соленоидальное поле.
5. Формула Остроградского-Гаусса в векторной записи.
6. Циркуляция. Ротор. Формула Стокса в векторной записи.

#### Тема 2.1. Элементы математической физики.

1. Основные уравнения математической физики.
2. Классификация линейных уравнений с двумя независимыми переменными.
3. Одномерное волновое уравнение. Постановка начальных и граничных условий.
4. Решение уравнения колебаний бесконечной струны методом Даламбера.
5. Решение уравнения колебаний конечной струны методом Фурье.
6. Решение уравнения колебаний прямоугольной и круглой мембраны методом Фурье.
7. Задача Дирихле для уравнения Лапласа
8. Краевые задачи для одномерного уравнения теплопроводности.

#### Тема 3.1 Цепи Маркова

1. Определение цепи Маркова.
2. Матрица переходных вероятностей.
3. Классификация состояний.

#### Тема 3.2. Непрерывные случайные процессы

1. Понятия о случайном процессе.
2. Стационарные случайные процессы.
3. Спектральная плотность стационарного случайного процесса.
2. Эргодические стационарные случайные процессы.

### Семестр 4:

#### Тема 4.1. Математические основы теории сигналов. Основные понятия

1. Сигналы, модулированные сигналы.
2. Энергия и мощность сигнала.
3. Периодические сигналы. Ряды Фурье.
4. Преобразование Фурье интегрируемых функций
5. Преобразование Фурье для неинтегрируемых функций
6. Сигналы с ограниченным спектром
7. Принцип неопределенности Гейзенберга.
8. Узкополосные сигналы. Преобразование Гильберта.
9. Корреляционная теория сигналов.

#### Тема 4.2 Системы обработки аналоговых сигналов

1. Импульсная характеристика линейной системы
2. Частотная характеристика линейной системы.



3. Системы обработки сигналов, описываемые дифференциальными уравнениями
4. Системы, описываемые уравнениями с постоянными коэффициентами.
5. Системы фильтрации аналоговых сигналов.
6. Модуляция и демодуляция сигналов.

#### Тема 4.3 Случайные сигналы

1. Случайные сигналы. Основные понятия.
2. Марковский случайный сигнал. Гауссов случайный сигнал.
3. Стационарные случайные сигналы.
4. Стационарный эргодический случайный сигнал.
5. Спектральная плотность мощности стационарного случайного сигнала.
6. Прохождение случайных сигналов через линейные системы.
7. Фильтрация случайных сигналов.

#### Тема 4.4 Цифровая обработка сигналов

1. Дискретизация и восстановление аналоговых сигналов.
2. Теорема Котельникова
3. Операции над дискретными сигналами.
2. Примеры дискретных сигналов.
5. Преобразование Фурье дискретных сигналов. Примеры.
6. Свойства преобразования Фурье дискретных сигналов.
- 7.Связь между преобразованиями Фурье аналогового сигнала и дискретного сигнала, полученного его дискретизацией.
8. Дискретные системы обработки сигналов. Основные понятия
9. Импульсная характеристика.
10. Детерминированные и устойчивые линейные системы

#### Тестовые материалы для контроля знаний Семестр 3

Верно ли, что поле скоростей является ли скалярным полем поле скоростей?  
 неверно  
 верно

Линии уровня скалярного поля  $u=f(x,y,z)$  – это ...  
 кривые  
 поверхности

Линии уровня скалярного поля  $u=xy$  – это ...  
 параболы  
 эллипсы  
 гиперболы

Градиент скалярного поля  $u=xy$  – это векторное поле  
 $F=(y,x)$   
 $F=(x,y)$

Поле температур является ...  
 скалярным полем  
 векторным полем

## Тема 1.2 . Векторное поле.

Верно ли, что функция  $u=x+y+z$  является потенциалом постоянного векторного поля  $(1,1,1)$ ?  
верно

Дивергенция векторного поля  $(\sin x, \sin y, \sin z)$  – это  
 $\sin x + \sin y + \sin z$   
 $\cos x + \cos y + \cos z$   
 $\cos x - \cos y - \cos z$

Верно ли, что векторное поле  $(2x, -y, -z)$  – соленоидально?  
верно

Верно ли, что векторное поле  $(2x, -y, -z)$  – потенциально?  
верно

Будет ли поле сил тяжести потенциальным?  
верно

Раздел 2. Элементы математической физики.  
Тема 2.1. Уравнения математической физики.  
Решением уравнения  $u_x + u_y = 0$  является функция  
 $x+y$   
 $xy$   
 $x-y$

Функция  $f(x+at)$  описывает волну, бегущую ...  
вправо  
влево

Решения типа стоячих волн могут иметь вид  
 $\sin ant \sin nx$   
 $\sin ant + \sin nx$   
 $\sin ant - \sin nx$

Волновое уравнение описывает  
колебательные процессы  
стационарные состояния  
тепловые процессы

Условия жесткого закрепления концов струны имеют вид  
 $u(t,0)=0, u(t,l)=0$   
 $u_x(t,0)=0, u_x(t,l)=0$   
 $u(0,0)=0, u(0,l)=0$

Раздел 3. Случайные процессы.  
Марковская цепь – это случайный процесс с  
непрерывным временем  
дискретным временем

Верно ли, что последовательность дискретных случайных величин  $X_0, X_1, \dots, X_n, \dots$  образует

марковскую цепь, если значение, принятое случайной величиной  $X_{n-1}$  полностью определяет закон распределения для  $X_n$ ?

верно

Цепь Маркова задается

матрицей переходных вероятностей

функциями распределения случайных величин  $X_n$

плотностями распределения случайных величин  $X_n$

Верно ли, что для стационарного случайного процесса его среднее и дисперсия постоянны?  
верно

Если среднее по вероятности можно заменить средним по времени, то процесс называется стационарным

эргодическим

пуассоновским

Верно ли, что круговая частота сигнала  $2\cos(5x+10)$  равна 10?

неверно

Сигнал  $x(t)\cos(3t+2)$ - ...

фазо-модулированный

амплитудно-модулированный

частотно-модулированный

Чему равны частоты сигнала  $\cos(t)*\cos(3t)$  ?

1, 3

2, 4

3, 5

Частоты звуковых сигналов лежат в пределах

10 Гц-10 КГц

10 КГц-10 МГц

Выше 10 МГц

Чему равен период сигнала  $\sin(3t+7)$

$\pi$

$3\pi$

$(2/3)\pi$

По формуле Эйлера  $\exp(-it)$  равна

$\sin(t) + i*\cos(t)$

$i*\sin(t)$

$\sin(t)-i*\cos(t)$

В ряд Фурье раскладываются

периодические функции

непрерывные функции

аналитические функции

Нечетные функции раскладываются в ряд Фурье

по синусам,  
по косинусам,  
по синусам и косинусам

Нулевая гармоника ряда Фурье имеет вид

$a_0$   
 $a_0/2$   
 $a_0/3$

Преобразование Фурье – это  
=интегральное преобразование  
матричное преобразование  
=линейное преобразование

Преобразование Фурье дельта-функции равно

1  
-1  
 $i$

Верно ли, что преобразование Фурье сигнала  $x'(t)$  – это  $i\omega X(\omega)$ ?  
верно

Верно ли, что преобразование Фурье сигнала  $x(t-t_0)$  – это  $X(\omega)\exp(-i\omega t_0)$ ?  
верно

Преобразование Фурье сигнала  $\text{sign } t$  равно

$1/i\omega$   
 $2/i\omega$   
 $3/i\omega$

Импульсная характеристика системы – это ее реакция на  
единичный импульс  
единичный скачок

Частотная характеристика системы – это  
преобразование Фурье импульсной характеристики  
преобразование Лапласа импульсной характеристики  
преобразование Гильберта импульсной характеристики

Передаточная функция системы – это  
преобразование Фурье импульсной характеристики  
преобразование Лапласа импульсной характеристики  
преобразование Гильберта импульсной характеристики

Фильтр нижних частот пропускает  
нижние частоты  
верхние частоты  
боковые частоты

Системы, задаваемые дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами имеют передаточную функцию в виде экспоненциальной функции

дробно-рациональной функции  
тригонометрической функции

Условие физической реализуемости системы с импульсной характеристикой  $h(t)$  имеет вид  
 $h(t)=0$  для  $t<0$   
 $h(t)=0$  для  $t>0$   
 $h(t)>0$  для  $t=0$

Для стационарного случайного сигнала его среднее  
не зависит от времени  
зависит от времени

Гауссов случайный сигнал – это случайный сигнал, у которого все совместные функции  
распределения подчинены  
равномерному закону  
экспоненциальному закону  
нормальному закону

Телеграфный сигнал – это случайный сигнал, который в каждой точке может принимать  
только  
=два значения  
три значения  
конечное число значений

Стационарный случайный сигнал называется белым шумом, если его корреляционная функция  
пропорциональна  
дельта-функции  
единице  
тэта-функции

Периодическая дискретизация – это дискретизация вида  
 $x_n=x(Tn)$   
 $x_n=x(T-n)$   
 $x_n=x(T/n)$

Критерий Найквиста связывает частоту дискретизации  
с максимальной частотой в сигнале  
с минимальной частотой в сигнале  
со средней частотой в сигнале

Преобразование Фурье дискретного сигнала – это функция, которая определена в комплексной  
плоскости на  
единичном круге  
единичной окружности  
вне единичного круга

Областью определения Z-преобразования дискретного сигнала может быть  
круг  
кольцо  
внешность круга

Системы обработки дискретных сигналов могут задаваться

интегральными уравнениями  
дифференциальными уравнениями  
разностными уравнениями

Реакция системы обработки на входной дискретный сигнал – это свертка этого сигнала с  
импульсной характеристикой  
частотной характеристикой  
фазовой характеристикой

По выборке объема  $n=16$ , извлеченной из нормальной генеральной совокупности с известным средним квадратическим отклонением 4, при уровне значимости 0,05 проверяется нулевая гипотеза  $H_0: a=a_0=2$  о равенстве генеральной средней  $a$  гипотетическому значению  $a_0=2$  при конкурирующей гипотезе  $H_1: a_1>2$ . Найти объем выборки  $n_1$ , при котором мощность критерия равна 0,6.

58

4 семестр

Раздел 4. Математические основы теории сигналов.

Тема 4.1. Основные понятия.

Верно ли, что круговая частота сигнала  $2\cos(5x+10)$  равна 10?  
неверно

Сигнал  $x(t)\cos(3t+2)$ - ...  
фазо-модулированный  
амплитудно-модулированный  
частотно-модулированный

Чему равны частоты сигнала  $\cos(t)*\cos(3t)$  ?

- 1, 3
- 2, 4
- 3, 5

Частоты звуковых сигналов лежат в пределах

- 10 Гц-10 КГц
- 10 КГц-10 МГц
- Выше 10 МГц

Чему равен период сигнала  $\sin(3t+7)$

- $\pi$
- $3\pi$
- $(2/3)\pi$

Чему равен период сигнала  $\sin(4t+3)$

- $\pi$
- $4*\pi$
- $\pi/2$

Чему равен период сигнала  $\sin(10t+7)$

- $\pi$
- $10*\pi$
- $0.2*\pi$

По формуле Эйлера  $\exp(-it)$  равна

$\sin(t) + i\cos(t)$   
 $i\sin(t)$   
 $\sin(t) - i\cos(t)$

В ряд Фурье раскладываются  
периодические функции  
непрерывные функции  
аналитические функции

Нечетные функции раскладываются в ряд Фурье  
по синусам  
по косинусам  
по синусам и косинусам

Четные функции раскладываются в ряд Фурье  
по синусам  
по косинусам  
по синусам и косинусам

Нулевая гармоника ряда Фурье имеет вид  
 $a_0$   
 $a_0/2$   
 $a_0/3$

Преобразование Фурье – это  
интегральное преобразование  
матричное преобразование  
линейное преобразование

Преобразование Фурье дельта-функции равно  
1  
-1  
i

Верно ли, что преобразование Фурье сигнала  $x'(t)$  – это  $i\omega X(\omega)$ ?  
верно

Верно ли, что преобразование Фурье сигнала  $x(t-t_0)$  – это  $X(\omega)\exp(-i\omega t_0)$ ?  
верно

Преобразование Фурье сигнала  $\text{sign } t$  равно  
 $1/i\omega$   
 $2/i\omega$   
 $3/i\omega$

Сигнал  $x(t)=\cos(2t)+\sin(3t)$  имеет период  
 $2\pi$   
 $3\pi$   
 $4\pi/3$

Мощность гармонического сигнала  $2\cos(t+\pi)$  равна  
2

3

1

Преобразование Фурье сигнала  $\exp(2it)$  равно

$2\delta(\omega-2)$

$\delta(\omega-2)$

$2\pi\delta(\omega-2)$

Если преобразование Фурье сигнала  $x(t)$  равно  $F(\omega)$ , то преобразование Фурье производной  $x'(t)$  равно

$iF(\omega)$

$i\omega F(\omega)$

$\omega F(\omega)$

Если сигнал имеет конечную длительность, то его спектр

ограничен

неограничен

может быть любым

Тема 4.2. Системы обработки аналоговых сигналов.

Импульсная характеристика системы – это ее реакция на

единичный импульс

единичный скачок

Частотная характеристика системы – это

преобразование Фурье импульсной характеристики

преобразование Лапласа импульсной характеристики

преобразование Гильберта импульсной характеристики

Передаточная функция системы – это

преобразование Фурье импульсной характеристики

преобразование Лапласа импульсной характеристики

преобразование Гильберта импульсной характеристики

Фильтр нижних частот пропускает

нижние частоты

верхние частоты

боковые частоты

Системы, задаваемые дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами

имеют передаточную функцию в виде

экспоненциальной функции

дробно-рациональной функции

тригонометрической функции

Условие физической реализуемости системы с импульсной характеристикой  $h(t)$  имеет вид

$h(t)=0$  для  $t<0$

$h(t)=0$  для  $t>0$

$h(t)>0$  для  $t=0$

Если  $h(t)$  - импульсная характеристика стационарной линейной системы, то сигнал  $y(t)$  на выходе системы определяется через сигнал  $x(t)$  на входе по формуле



$$y(t)=h(t)*x(t)$$

$$y(t)=h(t)*x(t)$$

$$y(t)=h(t)+x(t)$$

Если  $H(w)$  - частотная характеристика стационарной линейной системы, то преобразование Фурье  $Y(w)$  сигнала на выходе системы определяется через преобразование Фурье  $X(w)$  сигнала на входе по формуле

$$Y(w)=H(w)*X(w)$$

$$Y(w)=H(w)*X(w)$$

$$Y(w)=H(w)+X(w)$$

Система описывается дифференциальным уравнением  $y'+y=x(t)$ . Её частотная характеристика равна

$$(1+iw)$$

$$(1+iw)^{-1}$$

$$(1+iw)^{-2}$$

#### Тема 4.3. Случайные сигналы.

Для стационарного случайного сигнала его среднее  
не зависит от времени  
зависит от времени

Гауссов случайный сигнал – это случайный сигнал, у которого все совместные функции распределения подчинены  
равномерному закону  
экспоненциальному закону  
нормальному закону

Телеграфный сигнал – это случайный сигнал, который в каждой точке может принимать только  
два значения  
три значения  
конечное число значений

Стационарный случайный сигнал называется белым шумом, если его корреляционная функция пропорциональна  
дельта-функции  
единице  
тэта-функции

Коэффициент корреляции двух случайных величин - это  
момент первого порядка  
момент второго порядка  
момент третьего порядка

Для независимых случайных величин коэффициент корреляции  
равен нулю  
равен единицы  
не определён

#### Тема 4.4. Цифровая обработка сигналов.

Периодическая дискретизация – это дискретизация вида

$$x_n = x(Tn)$$

$$x_n = x(T-n)$$

$$x_n = x(T/n)$$

Критерий Найквиста связывает частоту дискретизации

с максимальной частотой в сигнале

с минимальной частотой в сигнале

со средней частотой в сигнале

Преобразование Фурье дискретного сигнала – это функция, которая определена в комплексной плоскости на

единичном круге

единичной окружности

вне единичного круга

Областью определения Z-преобразования дискретного сигнала может быть

круг

кольцо

внешность круга

Если T- шаг(период) дискретизации, то частота дискретизации  $\nu$

$$\nu = 1/T$$

$$\nu = 2\pi/T$$

$$\nu = \pi/T$$

Для того, чтобы по дискретному сигналу можно было восстановить аналоговый сигнал достаточно, чтобы

выполнялся

критерий Гаусса

критерий Найквиста

критерий Шеннона

Преобразование Фурье единичного импульса  $b[n]$  равно

$$1$$

$$i$$

$$\pi i$$

Преобразование Фурье сдвинутого единичного импульса  $b[n-k]$  равно

$$\exp(-i\omega k)$$

$$\exp(i\omega k)$$

$$\exp(-ik)$$

Z-преобразование единичного импульса равно

$$1$$

$$i$$

$$\pi i$$

Системы обработки дискретных сигналов могут задаваться

интегральными уравнениями

дифференциальными уравнениями

разностными уравнениями

Реакция системы обработки на входной дискретный сигнал – это свертка этого сигнала с импульсной характеристикой  
частотной характеристикой  
фазовой характеристикой

Системы обработки дискретных сигналов могут задаваться интегральными уравнениями  
дифференциальными уравнениями  
разностными уравнениями

Реакция системы обработки на входной дискретный сигнал – это свертка этого сигнала с импульсной характеристикой  
частотной характеристикой  
фазовой характеристикой

### **6.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Теоретические вопросы к зачету по дисциплине (3 семестр)

1. Определение скалярного поля. Физические примеры. Поверхности и линии уровня.
2. Производная по направлению. Градиент.
3. Определение векторного поля. Физические примеры
4. Векторные линии и векторные трубки. Потенциальное поле. Поток векторного поля.
5. Дивергенция. Соленоидальное поле. Формула Остроградского-Гаусса в векторной записи.
6. Циркуляция. Ротор. Формула Стокса в векторной записи.
7. Основные уравнения математической физики.
8. Решение уравнения колебаний бесконечной струны методом Даламбера.
9. Решение уравнения колебаний конечной струны методом Фурье.
10. Решение уравнения колебаний прямоугольной и круглой мембраны методом Фурье..
11. Задача Дирихле для уравнения Лапласа
12. Краевые задачи для одномерного уравнения теплопроводности.
13. Определение цепи Маркова.
14. Матрица переходных вероятностей. Классификация состояний.
15. Понятия о случайном процессе. Стационарные случайные процессы.
16. Определение скалярного поля. Физические примеры. Поверхности и линии уровня.
17. Производная по направлению. Градиент.
18. Определение векторного поля. Физические примеры

Теоретические вопросы к зачету с оценкой по дисциплине (4 семестр)

1. Сигналы, модулированные сигналы. Энергия и мощность сигнала.
2. Периодические сигналы. Ряды Фурье.
3. Преобразование Фурье.
4. Сигналы с ограниченным спектром.
5. Принцип неопределенности Гейзенберга.
6. Узкополосные сигналы.
7. Корреляционная теория сигналов.
8. Импульсная характеристика и частотная характеристика линейной системы.
9. Системы обработки сигналов, описываемые дифференциальными уравнениями.
10. Системы, описываемые уравнениями с постоянными коэффициентами.
11. Системы фильтрации аналоговых сигналов.
12. Модуляция и демодуляция сигналов.

13. Многомерные случайные величины.
14. Случайные сигналы. Основные понятия.
15. Стационарные случайные сигналы.
16. Прохождение случайных сигналов через линейные системы.
17. Дискретизация и восстановление аналоговых сигналов.
18. Операции над дискретными сигналами
19. Примеры дискретных сигналов.

#### 6.4. Балльно-рейтинговая система

Оценка успеваемости с применением балльно-рейтинговой системы заключается в накоплении обучающимися баллов за активное, своевременное и качественное участие в определенных видах учебной деятельности и выполнение учебных заданий в ходе освоения дисциплины.

Конкретные виды оцениваемой деятельности	Количество баллов за 1 факт (точку) контроля	Количество фактов (точек) контроля	Баллы (максимум)
<b>Семестр 4</b>			
Обязательная аудиторная работа			
Практикум (Выполнение практических заданий)	5	2	10
Опрос	2	6	12
Практикум (Выполнение лабораторных работ)	5	2	10
Присутствие на занятии	4	6	24
Выполнение теста	14	1	14
ИТОГО в рамках текущего контроля	70 баллов		
ИТОГО в рамках промежуточной аттестации	30 баллов		
ВСЕГО по дисциплине за семестр	100 баллов		
<b>Семестр 5</b>			
Обязательная аудиторная работа			
Практикум (Выполнение практических заданий)	5	2	10
Опрос	3	4	12
Присутствие на занятии	5	4	20
Выполнение теста	18	1	18
Практикум (Выполнение лабораторных работ)	10	1	10
ИТОГО в рамках текущего контроля	70 баллов		
ИТОГО в рамках промежуточной аттестации	30 баллов		
ВСЕГО по дисциплине за семестр	100 баллов		

Итоговая оценка по дисциплине выставляется на основе накопленных баллов в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации в соответствии с таблицей:

#### Система оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала по БРС	Отметка о зачете	Оценка за экзамен, зачет с оценкой
85 – 100	зачтено	отлично
70 – 84		хорошо
56 – 69		удовлетворительно
0 – 55	не зачтено	неудовлетворительно

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### **7.1. Литература**

1. Кривошейкин, А. В. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А. В. Кривошейкин, Л. Х. Нурмухамедов ; С.-Петерб. гос. ун-т кино и тел. - СПб. : Изд-во СПбГУКиТ, 2014. - 79 с.  
[http://books.gukit.ru/pdf/2013\\_1/000220.pdf](http://books.gukit.ru/pdf/2013_1/000220.pdf)
2. Кривошейкин, А. В. Основы математического моделирования радиотехнических устройств и систем [Текст] : учебное пособие для вузов: рекомендовано методсоветом по направлению / А. В. Кривошейкин, Л. Х. Нурмухамедов ; СПбГУКиТ. - СПб. : СПбГУКиТ, 2014. - 75 с  
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
3. Щитов, И. Н. Математические методы описания сигналов : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 11.03.01 "Радиотехника" и 11.03.04 "Электроника и нанoeлектроника" / И. Н. Щитов, В. Г. Галкина. - Санкт-Петербург : СПбГИКиТ, 2017. - 209 с. - ISBN 978-5-94760-232-6. - Текст : непосредственный.  
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
4. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов [Текст] = Discrete-time signal processing : пер. с англ.: к изучению дисциплины / А. Оппенгейм, Р. Шафер. - 2-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2009. - 856 с.  
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
5. Чобану, М. К. Многомерные многоскоростные системы обработки сигналов [Текст] : к изучению дисциплины / М. К. Чобану. - М. : Техносфера, 2009. - 480 с.  
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>
6. Умняшкин, С. В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Текст] : учебное пособие для вузов / С. В. Умняшкин. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2012. - 368 с. - (Мир цифровой обработки). - Библиогр.: с. 361. - ISBN 978-5-94836-318-9  
<https://www.gukit.ru/lib/catalog>

### **7.2. Интернет-ресурсы**

1. Информационно-коммуникационные технологии в образовании <http://www.ict.edu.ru/>

### **7.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

Microsoft Windows  
Microsoft Office

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

Электронный каталог библиотеки СПбГИКиТ. <https://www.gukit.ru/lib/catalog>  
Электронная библиотечная система издательства «ЛАНЬ». <http://e.lanbook.com>  
Электронная библиотечная система «Айбукс-ру». <http://ibooks.ru>

## 7.5. Материально-техническое обеспечение

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
Учебная аудитория	Рабочее место преподавателя, оборудованное компьютером и мультимедийным проектором. Рабочие места обучающихся. Доска (интерактивная доска) и/или экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Рабочие места обучающихся оборудованные компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду института.

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучать разделы дисциплины рекомендуется по темам в соответствии с содержанием рабочей программы дисциплины, придерживаясь следующего порядка:

1. Ознакомиться с программой по этой теме.
2. Прочитать лекционный материал и страницы рекомендованных учебников, которые раскрывают содержание данной темы. При первом чтении следует уяснить основные положения. При втором чтении следует вносить особо важные положения, схемы, модели, отсутствующие в конспекте. Отметить вопросы, которые оказались непонятными.
3. По возможности получить консультацию преподавателя, если непонимание частных вопросов препятствует дальнейшему пониманию дисциплины.
4. Изучить материал тщательно, стремясь понять и усвоить основные теоретические положения, закономерности, характеризующие ту или иную систему автоматического регулирования, свойства и характеристики систем и устройств.
5. В процессе изучения следует дополнить конспект лекций материалами, облегчающими понимание данной темы. Такой конспект позволит улучшить теоретическую подготовку и сэкономит время при подготовке к зачету и зачету с оценкой.
6. В конспекте должны присутствовать следующие материалы:
  - Основные теоремы с приводимыми доказательствами;
  - Основные определения и формулировки;
  - Исходные предпосылки для вывода формул и окончательные формулы;
  - Краткие выводы по изучаемой теме.

В целом обучение строится по классической схеме изложения материала с последующим закреплением и контролем качества усвоения материала.

Основные сведения курса изложены в информационных блоках (лекционный материал, рекомендуемая литература).

Лабораторные работы и практические задания могут выполняться студентами как самостоятельно, так и в малых группах.

Контроль и самоконтроль проводится в течение всего периода изучения дисциплины. Закрепление теоретического материала производится во время занятий путем тестирования, при защите лабораторных работ и решенных на практических занятиях задач. Непосредственное общение студента с преподавателем является наиболее эффективным способом изучения дисциплины.

Зачет и зачет с оценкой по теоретической части дисциплины проводится только после успешного выполнения и защиты всего комплекса заданий, предусмотренных на семестр.