

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 24.10.2023 13:59:21  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП  
«Микроволновая электроника»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

---

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

**«Микроволновая электроника»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Антонов Ю.Г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР  
03.03.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФРТ, 20.04.2022, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	ТОР
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	3
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	39
Всего (академ. часов)	108
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ»**

Дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» посвящена изучению следующих разделов: детерминированные радиотехнические сигналы; модулированные сигналы, их временное и спектральное представление; разновидности модулированных сигналов; частотные и временные характеристики линейных цепей; методы анализа прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи; преобразование характеристик случайного сигнала в линейной цепи; дискретная фильтрация сигналов; метод  $Z$ -преобразования, характеристики и формы реализации дискретных фильтров; нелинейные цепи и преобразования ими радиосигналов; формирование и демодуляция радиосигналов; преобразование частоты; принципы работы автогенераторов гармонических колебаний.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«RADIO ENGINEERING CIRCUITS AND SIGNALS»**

The discipline "Radio Engineering circuits and signals" is devoted to study of the following sections: the determined radio engineering signals; the modulated signals, their temporary and spectral representation; versions of the modulated signals; frequency and temporary characteristics of linear circuits; methods of the analysis of passage of the determined signals through linear circuits; transformation of the characteristics of a casual signal in a linear circuit; a discrete filtration of signals; a method of  $Z$ -transformation, characteristic and form of realization of discrete filters; bases of synthesis of discrete filters; nonlinear circuits and transformations by them of radiosignals; formation and demodulation of radiosignals; transformation of frequency; principles of work of oscillators.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Целями изучения дисциплины является приобретение теоретических знаний о построении математических моделей линейных и нелинейных цепей, а также о законах преобразования сигналов в радиотехнических цепях, формирование практических умений и навыков анализа детерминированных и случайных сигналов.
2. Изучение дисциплины должно заложить систему фундаментальных знаний, умений и навыков в области радиотехнических цепей и сигналов, объединяющих физические представления с математическими моделями основных классов сигналов и устройств для их обработки.
3. Изучение методов анализа детерминированных и случайных сигналов (непрерывных и дискретных), приобретение знаний о построении математических моделей линейных и нелинейных цепей, а также о законах преобразования сигналов в радиотехнических цепях.
4. Формирование умений проведения расчетов, связанных с анализом сигналов и цепей, а также с прохождением сигналов через радиотехнические цепи.
5. Формирование навыков измерения параметров радиотехнических цепей и сигналов.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Алгебра и геометрия»
2. «Математический анализ»
3. «Физика»

4. «Теоретические основы электротехники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (производственно-технологическая практика)»

2. «Микропроцессоры в системах управления и обработки информации»

3. «Программные средства моделирования электронной компонентной базы»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-2	Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1				
2	Тема 1. Основные характеристики детерминированных сигналов	3	8	4		6
3	Тема 2. Модулированные радиосигналы	2	4	2		4
4	Тема 3. Основы теории случайных процессов	2	8	3		6
5	Тема 4. Линейные цепи с постоянными параметрами	2	6	2		6
6	Тема 5. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигнала на фоне помех	2	4	2		6
7	Тема 6. Преобразования радиосигналов в нелинейных радиотехнических цепях	2	2	2		6
8	Тема 7. Генерирование гармонических колебаний	2	2	2		5
9	Заключение	1			1	
	Итого, ач	17	34	17	1	39
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3				

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет и задачи дисциплины. Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана.
2	Тема 1. Основные характеристики детерминированных сигналов	Сигналы, модели сигналов. Гармонический анализ и спектры некоторых периодических сигналов. Преобразование Фурье и его свойства. Эффективная ширина и максимальная (граничная) частота спектральной функции, база сигнала. Теоремы о спектрах. Свертка сигналов. Спектральные функции произведения и свертки сигналов. Преобразование Фурье некоторых неинтегрируемых сигналов. Энергетические соотношения в спектральном анализе. Корреляционный анализ детерминированных сигналов. Связь между корреляционными функциями и спектрами соответствующих сигналов.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Тема 2. Модулированные радиосигналы	Модуляция, основные понятия. Амплитудная модуляция. Спектр радиосигнала с гармонической АМ. Угловая модуляция. Полная фаза и мгновенная частота радиосигнала. Гармоническая фазовая и частотная модуляция. Спектр радиосигнала при гармонической угловой модуляции.
4	Тема 3. Основы теории случайных процессов	Ансамбль реализаций. Вероятностные характеристики случайных процессов. Ковариационная и корреляционная функции случайного процесса. Стационарные и эргодические случайные процессы. Спектральные характеристики случайных процессов. Теорема Винера—Хинчина. Интервал корреляции и эффективная ширина спектра случайного сигнала.
5	Тема 4. Линейные цепи с постоянными параметрами	Частотные и временные характеристики линейных цепей. Методы анализа прохождения детерминированных сигналов. Расчет переходной и импульсной характеристик линейной цепи. Преобразование характеристик случайного процесса в линейной цепи.
6	Тема 5. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигнала на фоне помех	Постановка задачи о согласованной фильтрации детерминированного сигнала. Коэффициент передачи и импульсная характеристика согласованного фильтра. Выходной сигнал согласованного фильтра. Отношение сигнал/шум на входе и выходе согласованного фильтра. Повышение разрешения по дальности в локационных системах. Сложные сигналы. Скрытая передача сигналов. Коррелятор.
7	Тема 6. Преобразования радиосигналов в нелинейных радиотехнических цепях	Нелинейные элементы. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Воздействие гармонического сигнала на безынерционный нелинейный элемент. Бигармоническое воздействие на безынерционный нелинейный элемент. Преобразование частоты сигнала. Получение амплитудно-модулированных колебаний. Амплитудное детектирование.
8	Тема 7. Генерирование гармонических колебаний	Автоколебательная система. Баланс амплитуд и баланс фаз. Возникновение колебаний в автогенераторе. Стационарный режим работы автогенератора. Анализ схем LC и RC автогенераторов.
9	Заключение	Роль теории цепей и сигналов в современных радиотехнических и телекоммуникационных системах.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование спектров периодических последовательностей импульсов	3
2. Гармонический синтез сигналов	3

<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
3. Исследование функций распределения и плотностей вероятности значений случайных сигналов	3
4. Исследование характеристик частотно-избирательных цепей на основе колебательных контуров	2
5. Преобразование случайных процессов в линейных цепях	2
6. Нелинейные радиотехнические устройства	2
7. Исследование LC-автогенератора	2
Итого	17

### 4.3 Перечень практических занятий

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Спектральный анализ детерминированных сигналов	4
2. Корреляционные функции и свертки детерминированных сигналов	4
3. Модулированные сигналы	2
4. Вероятностные характеристики случайных процессов	4
5. Корреляционные и спектральные характеристики случайных процессов	2
6. Прохождение детерминированных сигналов через линейные цепи с постоянными параметрами	4
7. Прохождение случайных сигналов через линейные цепи с постоянными параметрами	2
8. Оптимальная фильтрация детерминированного сигнала	4
9. Гармоническое воздействие на нелинейную цепь	2
10. Бигармоническое воздействие на нелинейную цепь	2
11. LC-автогенераторы гармонических колебаний	2
12. RC-автогенераторы гармонических колебаний	2
Итого	34

### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

### 4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

### 4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### 4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

#### 4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

#### 4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	15

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	7
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	7
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	10
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>39</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Иванов, Михаил Тимофеевич. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : учеб. для вузов по направлению 210400 "Радиотехника" / М. Иванов, А. Сергиенко, В. Ушаков, 2014. -334 с.	79
2	Баскаков, Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : Учеб. для вузов по специальности "Радиотехника" / С.И.Баскаков, 2000. -462 с.	169
3	Гоноровский, Иосиф Семенович. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / И.С. Гоноровский, М.П. Демин, 1994. -418 с.	328
4	Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : метод. указания к выполнению лаб. работ / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2009. -20 с.	197
Дополнительная литература		
1	Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов [Текст] : Учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычислительная техника" / А.Б.Сергиенко, 2002. -603 с.	114

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Страница дисциплины на сайте TOP <a href="http://www.tor.eltech.ru:8000/edu/bachelor/tor">http://www.tor.eltech.ru:8000/edu/bachelor/tor</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=6844>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

Допуск к дифф. зачету: посещаемость занятий не менее 80%, выполнение лабораторных работ и защита отчетов по лабораторным работам на коллоквиумах.

Методика формирования оценки на дифф. зачете.

Зачет с оценкой включает в себя три части:

1. Контрольные работы. Данная часть проходит ТОЛЬКО в течение семестра - на практических занятиях проводятся две контрольные работы, на каждой из которых предлагается решить три задачи. Каждая задача оценивается по трехуровневой шкале — 0; 0,5 или 1 балл. Таким образом, за данную часть можно получить от 0 до 6 баллов.

2. Письменный тест. Тестовое задание включает в себя 12 вопросов из списка «Контрольные вопросы». Время выполнения — 60 минут. Пользоваться конспектами и учебниками не разрешается. Необходимо в свободной форме, кратко и по существу ответить на вопросы, при этом приводить вывод формул не требуется. Ответ на каждый вопрос оценивается по трехуровневой шкале — 0; 0,5 или 1 балл. Таким образом, за данную часть можно получить от 0 до 12 баллов.

Совместное оценивание результатов первых двух частей зачета. Из результатов письменного теста вычитается число баллов, соответствующее нерешенным и не полностью решенным задачам. Пример: после двух контрольных работ за решение задач получено 4 балла (то есть за нерешенные и не полностью решенные задачи снято 2 балла), результат письменного теста 8,5 баллов. Итоговый результат равен  $8,5 - 2 = 6,5$  баллов.

Итоговые результаты оцениваются следующим образом:

-От 0 до 5,5 баллов включительно — оценка «неудовлетворительно».

-От 6 до 8 баллов включительно — оценка «удовлетворительно».

-От 8,5 до 12 баллов — оценка «удовлетворительно» при условии завершения

зачета, при желании получить более высокую оценку необходима устная беседа с преподавателем (см. далее п. 3).

3. Устная беседа по контрольным вопросам. К этой части зачета допускаются студенты, набравшие в письменном тесте (с учетом результатов решения задач) не менее 8,5 баллов и желающие получить оценку «хорошо» или «отлично». Оценка «удовлетворительно» на данном этапе не гарантирована. Данная часть зачета начинается с краткого ответа (без подготовки и без использования литературы) на несколько выбранных преподавателем вопросов из списка «Контрольные вопросы». При устном ответе на контрольные вопросы преподаватель проверяет, разбирается студент в материале курса или правильные ответы просто выучены наизусть. По итогам этой беседы преподаватель принимает одно из следующих решений:

-Сохраняется оценка «удовлетворительно», полученная по результатам письменного теста.

-Студент заслуживает оценки «хорошо».

-Студент заслуживает оценки «неудовлетворительно».

-Оценка «хорошо» гарантирована, при желании получить «отлично» необходима беседа по билету.

4. Устная беседа по билету. К этой части зачета допускаются студенты, продемонстрировавшие хорошее понимание сути контрольных вопросов и имеющие, с точки зрения преподавателя, шансы получить оценку «отлично». Студенту предлагается выбрать билет, в котором содержится два вопроса из списка «Вопросы по курсу». Ответ на вопросы производится по конспекту, без подготовки. Оценка «хорошо» на данном этапе гарантирована.

Вместо беседы по билету возможен, по усмотрению преподавателя, более широкий разговор по дисциплине с предложением студенту качественных задач.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Гармонический анализ периодических сигналов. Вещественная и комплексная формы ряда Фурье.
2	Гармонический анализ непериодических сигналов. Преобразование Фурье.
3	Основные свойства преобразования Фурье.
4	Спектры некоторых неинтегрируемых сигналов.
5	Корреляционные функции детерминированных сигналов и их основные свойства.
6	Связь между корреляционными функциями детерминированных сигналов и соответствующими спектрами.
7	Амплитудная модуляция. Спектр радиосигнала с гармонической АМ.
8	Угловая модуляция. Полная фаза и мгновенная частота радиосигнала. Гармоническая фазовая и частотная модуляция.
9	Спектр радиосигнала при гармонической угловой модуляции.
10	Случайный процесс как ансамбль реализаций. Одномерная плотность вероятности и связанные с ней статистические характеристики случайного процесса.
11	Дву-и многомерная плотности вероятности. Ковариационная и корреляционная функции случайного процесса.
12	Стационарный и эргодический случайные процессы. Нормальный случайный процесс.
13	Спектральная характеристика случайного процесса.
14	Теорема Винера—Хинчина. Белый шум.
15	Частотные и временные характеристики линейных цепей. Методы анализа прохождения детерминированных сигналов.
16	Преобразование характеристик случайного процесса в линейной цепи.
17	РС-фильтры нижних и верхних частот. Частотные и временные характеристики.
18	Одиночный колебательный контур и его основные характеристики.
19	Постановка задачи о согласованной фильтрации детерминированного сигнала. Коэффициент передачи и импульсная характеристика согласованного фильтра.
20	Выходной сигнал согласованного фильтра. Отношение сигнал-шум на входе и выходе согласованного фильтра.
21	Повышение разрешения по дальности в локационных системах. Сложные сигналы.
22	Скрытная передача сигналов. Коррелятор.
23	Нелинейные элементы. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов.
24	Общая схема нелинейного преобразования радиосигналов. Бигармоническое воздействие на нелинейный элемент.
25	Формирование радиосигнала с амплитудной модуляцией, преобразование частоты, квадратичное амплитудное детектирование.
26	Линейное детектирование радиосигналов с амплитудной модуляцией. Диодный детектор.

27	Стационарный режим работы автогенератора гармонических колебаний. Баланс фаз и баланс амплитуд.
28	LC-автогенератор с трансформаторной обратной связью.
29	Трехточечные схемы LC-автогенераторов.
30	RC-автогенераторы.

### Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Радиотехнические цепи и сигналы ФРТ**

1. Письменный тест
2. Гармонический анализ периодических сигналов. Вещественная и комплексная формы ряда Фурье.
3. Случайный процесс как ансамбль реализаций. Одномерная плотность вероятности и связанные с ней статистические характеристики случайного процесса.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В. Н. Ушаков

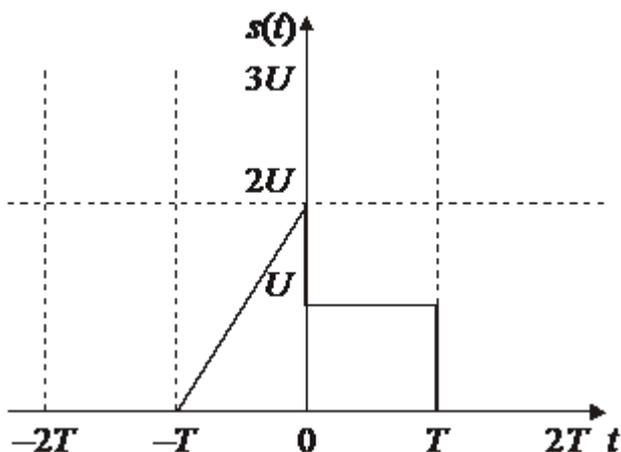
**Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

## Пример контрольной работы №1

### Задача № 1

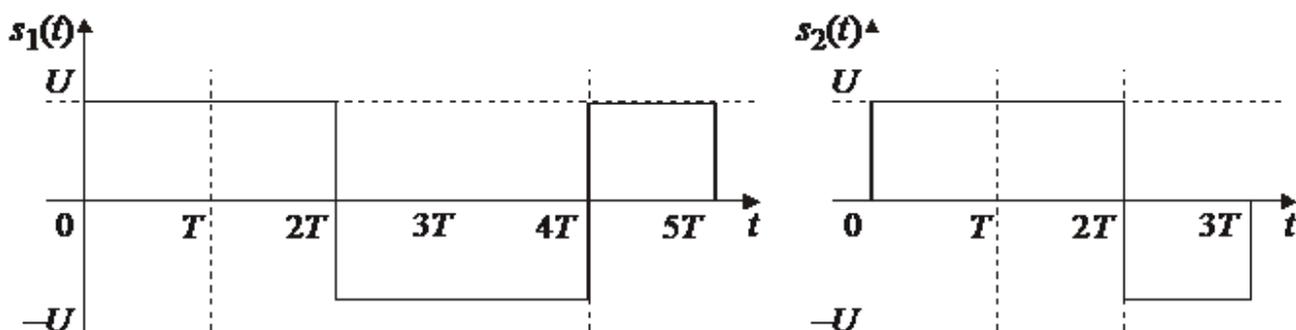
Рассчитайте спектральную плотность  $\dot{S}(\omega)$  для непериодического кусочно-линейного

сигнала, график которого показан на приведенном ниже рисунке.



## Задача № 2

Постройте график взаимной корреляционной функции  $B_{12}(\tau)$  сигналов  $s_1(t)$  и  $s_2(t)$  графики которых показаны на приведенном ниже рисунке.



## Задача № 3

Изобразить амплитудную и фазовую спектрограммы модулированного колебания следующего вида:

$$s(t) = 10 \left( 1 + 0.3 \cos \left( 10^4 t + \frac{\pi}{6} \right) + 0.5 \sin \left( 5 \cdot 10^4 t + \frac{\pi}{4} \right) \right) \cos \left( 10^6 t + \frac{\pi}{3} \right) \text{ В.}$$

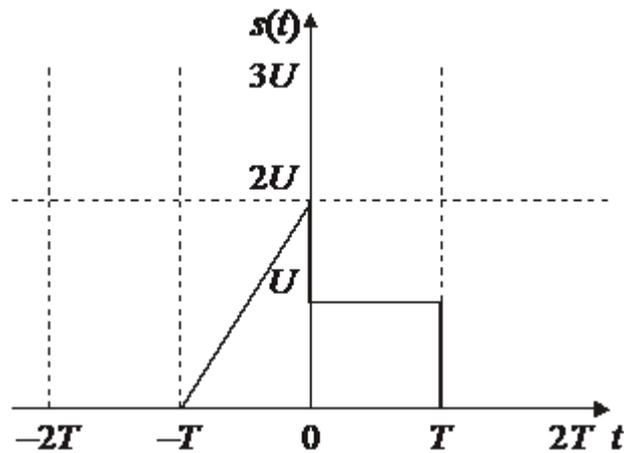
## Пример контрольной работы №2

### Задача № 1

Для обработки сигнала, график которого показан на рисунке, используется со-

гласованный фильтр. Спектральная плотность мощности входного белого шума равна  $W_0$ . Найти значение указанного параметра.

- $W_0 = 2 \cdot 10^{-12} \text{ В}^2 \cdot \text{с}$ ,
- $U = 5 \cdot 10^{-3} \text{ В}$ ,
- $T = 4 \text{ мкс}$ ,
- $(\text{С/Ш})_{\text{ВЫХ}} = ?$



## Задача № 2

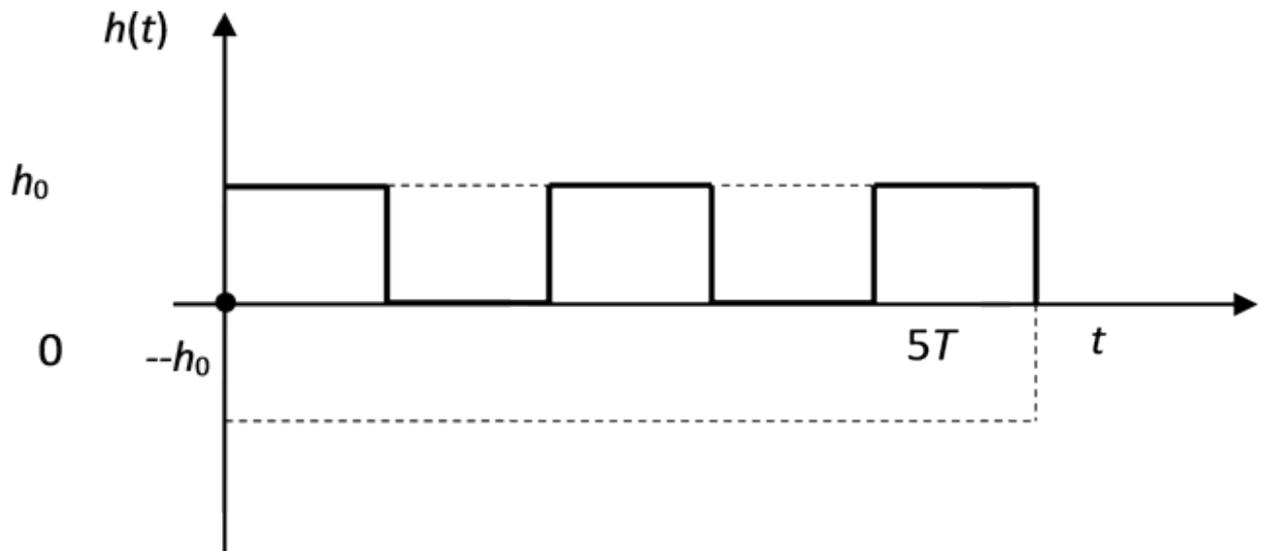
ВАХ нелинейного элемента аппроксимируется квадратичной функцией  $i = a_1 u + a_2 u^2$ . Напряжение, подаваемое на нелинейный элемент, имеет вид  $u(t) = E + U_1 \cos(2\pi ft) + U_2 \cos(2\pi Ft)$ . Фильтр выделяет частотные составляющие, необходимые для осуществления амплитудной модуляции. Коэффициент модуляции тока равен  $m$ . Найти значение указанного параметра.

$f = 1 \text{ МГц}$ ,  $F = 1 \text{ кГц}$ ,  $a_2 = 0.5 \text{ мА/В}^2$ ,  $U_1 = 6 \text{ В}$ ,  $U_2 = 1 \text{ В}$ ,  $E = 2 \text{ В}$ ,  $m = 0.5$ .

$$a_1 = ?$$

## Задача № 3

На вход четырехполюсника с импульсной характеристикой  $h(t)$ , имеющей следующий вид



поступает импульсный сигнал  $S_1(t)$  длительностью  $T$ , комплексный спектр  $\dot{S}_1$  равен  $A(1 - \exp(-j\omega T)) / (j\omega)$ , где  $A$  – положительная вещественная постоянная.

Изобразить вид сигнала  $S_2(t)$  на выходе четырехполосника.

## Пример письменного теста

1. Приведите формулы прямого и обратного преобразования Фурье. При каких условиях можно пользоваться формулой прямого преобразования Фурье?
2. Как изменяются амплитудный и фазовый спектры сигнала при его запаздывании?
3. В чем заключается фильтрующее свойство  $\delta$ -функции? (Привести формулу.)
4. Запишите общее выражение для колебания с гармонической амплитудной модуляцией, изобразите графики его амплитудного и фазового спектров.
5. Запишите общую формулу для оценки эффективной ширины спектра колебания с гармонической угловой модуляцией и ее приближенные варианты для случаев  $\beta \ll 1$  и  $\beta \gg 1$ .

6. Запишите формулы представления сигнала в виде ряда Фурье в вещественной и комплексной формах.
7. Какие сигналы называются случайными? Что является наиболее полной характеристикой случайного сигнала? Можно ли считать реализацию случайного процесса случайным сигналом? Почему?
8. Дайте определения случайных процессов, стационарных в узком и широком смыслах.
9. Что такое «белый шум»? Каковы его дисперсия и функция корреляции? Осуществим ли реально сигнал такого вида? Почему?
10. Каковы основные характеристики линейной цепи во временной и спектральной областях? Как они связаны между собой? Почему?
11. Запишите выражение для входного сопротивления последовательного колебательного контура вблизи резонансной частоты. Изобразите графики частотных зависимостей его модуля и фазы.
12. Дайте определения текущему и мгновенному спектрам сигнала. (Приведите соответствующие формулы.).

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
6	Тема 1. Основные характеристики детерминированных сигналов Тема 2. Модулированные радиосигналы Тема 3. Основы теории случайных процессов	Коллоквиум
7	Тема 1. Основные характеристики детерминированных сигналов Тема 2. Модулированные радиосигналы Тема 3. Основы теории случайных процессов	Контрольная работа
11	Тема 4. Линейные цепи с постоянными параметрами Тема 5. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигнала на фоне помех	Коллоквиум
15	Тема 6. Преобразования радиосигналов в нелинейных радиотехнических цепях Тема 7. Генерирование гармонических колебаний	Коллоквиум
16	Тема 4. Линейные цепи с постоянными параметрами Тема 5. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигнала на фоне помех Тема 6. Преобразования радиосигналов в нелинейных радиотехнических цепях Тема 7. Генерирование гармонических колебаний	Контрольная работа

### 6.4 Методика текущего контроля

#### 1. Методика текущего контроля на лекционных занятиях.

1.1. Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80% занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифф. зачет.

#### 2. Методика текущего контроля на лабораторных занятиях.

2.1. Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты.

В процессе обучения по дисциплине «Теоретические основы радиотехники» студент обязан выполнить 7 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 2 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиумов, на которых осуществляется защита лабораторных работ.

Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах по два-три человека. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально или в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы. Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск к дифференцированному зачету.

### **3. Методика текущего контроля на практических занятиях**

#### **3.1. Текущий контроль включает в себя:**

- выполнение 2 контрольных работ, на каждой из которых предлагается решить три задачи. Каждая задача оценивается по трехуровневой шкале — 0; 0,5 или 1 балл. Таким образом, за контрольные работы можно получить от 0 до 6 баллов.

- письменный тест, с предложением в письменной форме ответить на 12 вопросов. Ответы оцениваются по трехуровневой шкале — 0; 0,5 или 1 балл. Таким образом, за тест можно получить от 0 до 12 баллов.

3.2. В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

#### **4. Методика текущего контроля самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным в п.п. 1–3.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторные стенды — в соответствии с набором лабораторных работ	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, меловая или маркерная доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>