

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 07.07.2023 11:34:46  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

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

11.03.01 «Радиотехника»

по профилю

**«Радиоэлектронные системы»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

заведующий кафедрой, д.т.н., профессор Ушаков В.Н.

профессор, к.т.н., доцент Сергиенко А.Б.

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)	11
Курс	3
Семестр	6, 5

### **Виды занятий**

Лекции (академ. часов)	66
Лабораторные занятия (академ. часов)	33
Практические занятия (академ. часов)	66
Иная контактная работа (академ. часов)	4
Все контактные часы (академ. часов)	169
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	227
Всего (академ. часов)	396

### **Вид промежуточной аттестации**

Экзамен (курс)	3
Экзамен (курс)	3
Курсовая работа (курс)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

В дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» рассматриваются следующие основные вопросы: детерминированные радиотехнические сигналы, их спектральные и корреляционные характеристики; модулированные сигналы, их временное и спектральное представление; разновидности модулированных сигналов; случайные сигналы и их вероятностные характеристики; корреляционный и спектральный анализ случайных сигналов; частотные и временные характеристики линейных цепей; методы анализа прохождения детерминированных сигналов через линейные цепи; преобразование характеристик случайного сигнала в линейной цепи; линейные цепи с обратной связью; согласованная фильтрация детерминированного сигнала; оптимальная фильтрация случайного сигнала; дискретная фильтрация сигналов; метод  $Z$ -преобразования; характеристики дискретных фильтров; основы синтеза дискретных фильтров; нелинейные цепи и преобразования ими радиосигналов; формирование и демодуляция радиосигналов; преобразование частоты; принципы работы автогенераторов гармонических колебаний.

### **SUBJECT SUMMARY**

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

The discipline is devoted to following questions: deterministic radio signals, their spectrums and correlation curves; modulated signals, their time and spectral representations; variations of modulated signals; random signals and their probabilistic characteristics; time and frequency characteristics of linear circuits; analysis methods for deterministic signals propagation through the linear circuits; random signal characteristics transformation in linear circuit; linear circuits with feedback; deterministic signal matched filtering; random signal optimum filtering;  $Z$ -transform method;

discrete filter characteristics; basics of discrete filters design; nonlinear circuits and radio signals transformations by them; radio signals generation and demodulation; frequency translation; active oscillator for harmonic signals.

## **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 умения проведения расчетов, связанных с анализом сигналов и цепей, а также с прохождением сигналов через радиотехнические цепи.
5. Освоение 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. «Прием и обработка сигналов телекоммуникационных систем»

2. «Статистическая теория радиотехнических систем»

3. «Цифровая обработка сигналов»

4. «Устройства генерирования колебаний и формирования сигналов телекоммуникационных систем»

### 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 реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов и блоков радиотехнических устройств и систем</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить исследования характеристик радиотехнических устройств и систем</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				1
2	Тема 1. Основные характеристики детерминированных сигналов	8	10	4		30
3	Тема 2. Модулированные радиосигналы	8	8	2		28
4	Тема 3. Основы теории случайных процессов	8	8	6		28
5	Тема 4. Линейные цепи с постоянными параметрами	8	8	2		28
6	Тема 5. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигнала на фоне помех	8	8	2		28
7	Тема 6. Основы дискретной фильтрации сигналов	8	8	5		28
8	Тема 7. Преобразования радиосигналов в нелинейных радиотехнических цепях	8	8	4		28
9	Тема 8. Генерирование гармонических колебаний	8	8	8		28
10	Заключение	1			4	
	Итого, ач	66	66	33	4	227
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	70
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	396/11				

#### 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.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Тема 1. Основные характеристики детерминированных сигналов	<p>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.</p> <p>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.</p>
3	Тема 2. Модулированные радиосигналы	<p>Модуляция, основные понятия. Амплитудная модуляция. Спектр и векторная диаграмма радиосигнала с гармонической АМ. Многотональная амплитудная модуляция. Спектр радиосигнала в общем случае АМ. Угловая модуляция. Полная фаза и мгновенная частота радиосигнала. Гармоническая фазовая и частотная модуляция. Спектр радиосигнала при гармонической угловой модуляции. Комплексная огибающая радиосигнала. Взаимная корреляционная функция модулированных сигналов (метод комплексной огибающей). Преобразование Гильберта и аналитический сигнал.</p>
4	Тема 3. Основы теории случайных процессов	<p>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. Узкополосный случайный процесс.</p>
5	Тема 4. Линейные цепи с постоянными параметрами	<p>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. Линейные цепи с обратной связью.</p>
6	Тема 5. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигнала на фоне помех	<p>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. Согласованная фильтрация сигналов при небелом шуме. Оптимальная фильтрация случайного сигнала.</p>

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
7	Тема 6. Основы дискретной фильтрации сигналов	Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы. Шумы квантования. Разложение сигнала в обобщенный ряд Фурье. Теорема Котельникова. Спектр дискретизированного сигнала. Метод z преобразования. Алгоритм дискретной фильтрации. Системная функция и частотная характеристика дискретного фильтра. Рекурсивные и нерекурсивные дискретные фильтры. Методы и примеры синтеза дискретных фильтров.
8	Тема 7. Преобразования радиосигналов в нелинейных радиотехнических цепях	Нелинейные элементы. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Воздействие гармонического сигнала на безынерционный нелинейный элемент. Би-и полигармоническое воздействие на безынерционный нелинейный элемент. Преобразование частоты сигнала. Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты. Получение амплитудно-модулированных колебаний. Амплитудное детектирование.
9	Тема 8. Генерирование гармонических колебаний	Автоколебательная система. Баланс амплитуд и баланс фаз. Возникновение колебаний в автогенераторе. Стационарный режим работы автогенератора. Анализ схем LC автогенераторов. RC автогенераторы и автогенераторы с внутренней обратной связью.
10	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	2
2. Гармонический синтез сигналов	2
3. Исследование функций распределения и плотностей вероятности значений случайных сигналов	3
4. Исследование характеристик частотно-избирательных цепей на основе колебательных контуров	2
5. Исследование прохождения амплитудно-модулированных сигналов через избирательные цепи	2
6. Преобразование случайных процессов в линейных цепях	3
7. Оптимальная фильтрация сигналов	2
8. Синтез сигналов по дискретным отсчетам	3
9. Дискретная фильтрация сигналов	2
10. Преобразование гармонического колебания в нелинейной безынерционной цепи	2
11. Нелинейные радиотехнические устройства	2
12. Исследование RC-автогенераторов	3
13. Исследование LC-автогенератора	2

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
14. Исследование процесса самовозбуждения LC-автогенератора	3
Итого	33

### 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Спектральный анализ детерминированных сигналов	4
2. Корреляционные функции и свертки детерминированных сигналов	4
3. Модулированные сигналы	5
4. Вероятностные характеристики случайных процессов	4
5. Корреляционные и спектральные характеристики случайных процессов	5
6. Прохождение детерминированных сигналов через линейные цепи с постоянными параметрами	4
7. Прохождение случайных сигналов через линейные цепи с постоянными параметрами	5
8. Оптимальная фильтрация детерминированного сигнала	4
9. Оптимальная фильтрация случайного сигнала	4
10. Дискретные сигналы	5
11. Дискретные фильтры	4
12. Гармоническое воздействие на нелинейную цепь	4
13. Бигармоническое воздействие на нелинейную цепь	5
14. LC-автогенераторы гармонических колебаний	4
15. RC-автогенераторы гармонических колебаний	5
Итого	66

### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): углубление представления студентов о методах и возможностях согласованной фильтрации сигналов, а также приобретение ими практических навыков в процессе решения конкретной задачи, включающей элементы синтеза и анализа согласованного фильтра.

Содержание работы (проекта): расчет спектра сигнала, разработка структурной схемы согласованного фильтра, анализ преобразования сигнала и шума согласованным и квазиоптимальным фильтрами.

Оформление курсовой работы -согласно ГОСТ 7.32-2017 Межгосударственный

стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. Рекомендуемый объем пояснительной записки -20-25 страниц, рекомендуемое количество использованных источников -5-10.

ПЗ должна включать в себя следующие структурные элементы: титульный лист; задание на КР; аннотацию на русском и английском языках; содержание; определения, обозначения и сокращения (при необходимости); введение; основную часть; заключение; список использованных источников; приложения (при необходимости). Пояснительная записка должна быть отпечатана в черном цвете на принтере через 1,5 интервала на одной стороне белой бумаги формата А4. Активную площадь листа Пояснительной записки ограничивают поля: слева 30 мм, справа 10 мм, сверху и снизу соответственно 20 и 25 мм. Высота букв основного текста должна быть не менее 2,5 мм (размер шрифта 14). Абзацный отступ – 1.25 см, шрифт – Times New Roman. Все иллюстрации (чертежи, схемы, графики, диаграммы) именуется рисунками. Каждый рисунок сопровождается подрисуночной надписью, которая состоит из номера рисунка и его названия. Рисунки нумеруются арабскими цифрами и в тексте работы на них обязательно должны быть даны ссылки. Нумерация рисунков в пределах всей КР сквозная. Схемы должны соответствовать требованиям государственных стандартов ЕСКД. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, размер шрифта 14. Таблицы нумеруются арабскими цифрами последовательно в пределах всей КР. На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Формулы, при необходимости, нумеруются в пределах всей работы арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Текст курсовой работы сдается в электронном виде на внутриуниверситетской платформе Moodle в формате doc, docx или pdf, а также в печатном виде преподавателю, в электронном виде на электронную почту преподавателя или через

электронную систему личных кабинетов.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Фильтрация сигналов	Filtering of Signals

#### **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 ре-

комендованной 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.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	100
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	14
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	36
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	70
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>227</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	Баскаков, Святослав Иванович. Радиотехнические цепи и сигналы: Руководство к решению задач [Текст] : Учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника" / С.И.Баскаков, 2002. -214 с.	92
4	Радиотехнические цепи и сигналы [Текст] : лаб. практикум / [Ю. Г. Антонов [и др.], 2018. -166, [1] с.	78
Дополнительная литература		
1	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
2	Сергиенко, Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычислительная техника" / А.Б. Сергиенко, 2006. -750 с.	72

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

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

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10301>



## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

<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 теорем
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 экзамену:

-выполнение лабораторных работ, защита отчетов по лабораторным работам на коллоквиумах;

-выполнение и защита на положительную оценку курсовой работы.

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

### Вопросы к экзамену

№ 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 и векторная диаграмма радиосигнала с гармонической АМ.
8	Многотональная амплитудная модуляция. Спектр радиосигнала в общем случае АМ.
9	Угловая модуляция. Полная фаза и мгновенная частота радиосигнала. Гармоническая фазовая и частотная модуляция.
10	Спектр радиосигнала при гармонической угловой модуляции.
11	Комплексная огибающая радиосигнала. Взаимная корреляционная функция модулированных сигналов (метод комплексной огибающей).
12	Преобразование Гильберта и аналитический сигнал.
13	Случайный процесс как ансамбль реализаций. Одномерная плотность вероятности и связанные с ней статистические характеристики случайного процесса.
14	Дву-и многомерная плотности вероятности. Ковариационная И Корреляционная функции случайного процесса.
15	Стационарный и эргодический случайные процессы. Нормальный случайный процесс.
16	Спектральная характеристика случайного процесса.
17	Теорема Винера—Хинчина. Белый шум.
18	Частотные и временные характеристики линейных цепей. Методы анализа прохождения детерминированных сигналов
19	Преобразование характеристик случайного процесса в линейной цепи.

20	RC-фильтры нижних и верхних частот. Частотные и временные характеристики.
21	Одиночный колебательный контур и его основные характеристики.
22	Комплексный коэффициент передачи линейной цепи с обратной связью. Виды обратной связи.
23	Применение отрицательной обратной связи для улучшения характеристик усилителя.
24	Условия устойчивости линейной цепи.
25	Постановка задачи о согласованной фильтрации детерминированного сигнала. Коэффициент передачи и импульсная характеристика согласованного фильтра.
26	Выходной сигнал согласованного фильтра. Отношение сигнал-шум на входе и выходе согласованного фильтра.
27	Повышение разрешения по дальности в локационных системах. Сложные сигналы.
28	Скрытая передача сигналов. Коррелятор.
29	Согласованная фильтрация сигналов при небелом шуме.
30	Оптимальная фильтрация случайного сигнала.
31	Разложение сигналов в обобщенный ряд Фурье.
32	Теорема Котельникова.
33	Спектр дискретизированного сигнала.
34	Структурная схема системы цифровой фильтрации сигналов Дискретизация. и восстановление непрерывных сигналов.
35	Алгоритм дискретной фильтрации. Метод $Z$ –преобразования.
36	Системная функция и частотная характеристика дискретного фильтра.
37	Формы реализации дискретных фильтров.
38	Синтез дискретных фильтров методом билинейного $Z$ –преобразования.
39	Дискретизация сигналов в частотной области. Дискретное преобразование Фурье.
40	Нелинейные элементы. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов.
41	Общая схема нелинейного преобразования радиосигналов. Бигармоническое воздействие на нелинейный элемент.
42	Формирование радиосигнала с амплитудной модуляцией, преобразование частоты, квадратичное амплитудное детектирование.
43	Линейное детектирование радиосигналов с амплитудной модуляцией. Диодный детектор.
44	Стационарный режим работы автогенератора гармонических колебаний. Баланс фаз и баланс амплитуд.
45	LC-автогенератор с трансформаторной обратной связью.
46	Трехточечные схемы LC-автогенераторов.
47	RC-автогенераторы.
48	Преобразование случайных сигналов в безынерционных нелинейных цепях.

## Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический

---

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

Дисциплина **Радиотехнические цепи и сигналы** ФРТ

1. Гармонический анализ периодических сигналов. Вещественная и комплексная формы ряда Фурье.

2. Случайный процесс как ансамбль реализаций. Одномерная плотность вероятности и связанные с ней статистические характеристики случайного процесса.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

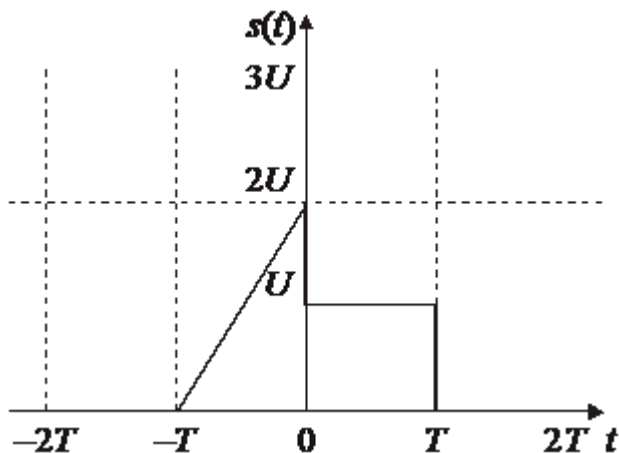
В. Н. Ушаков

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

## **Пример контрольной (проверочной) работы**

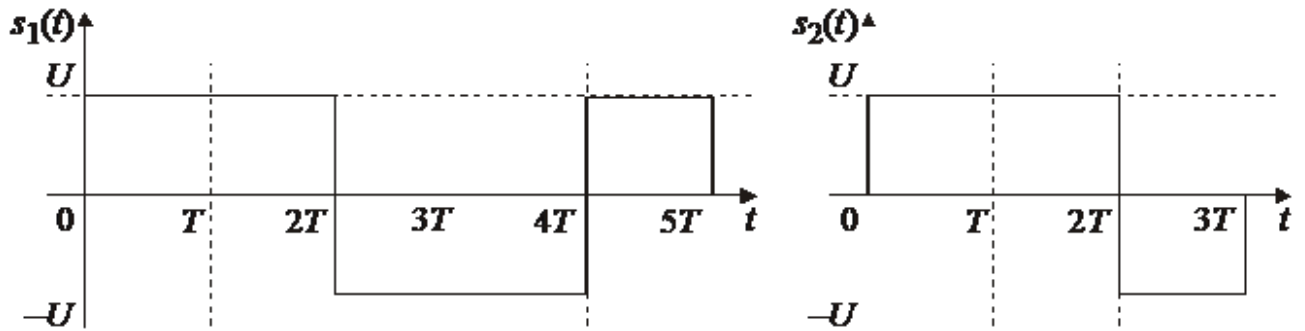
### **Задача № 1**

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 экзаменационного 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 вари-

анты 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	Коллоквиум
7	Тема 2. Модулированные радиосигналы	Коллоквиум
11	Тема 3. Основы теории случайных процессов	Коллоквиум
15	Тема 4. Линейные цепи с постоянными параметрами	Коллоквиум
16	Тема 5. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигнала на фоне помех Тема 6. Основы дискретной фильтрации сигналов	Коллоквиум
17	Заключение	Защита КР / КП

### 6.4 Методика текущего контроля

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

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

В процессе обучения по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» студент обязан выполнить 7 лабораторных работ в каждом из двух семестров. 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 на экзамен.

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

3.1. Текущий контроль в каждом семестре включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 75% занятий);

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

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным в п.п. 1–2.

## **4. Методика текущего контроля при выполнении курсовой работы**

Текущий контроль при выполнении курсовой работы осуществляется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсовой работы и



заданием на курсовую работу.

Оформление пояснительной записки на курсовую работу выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам, принятым в СПбГЭТУ.

Защита курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации».

### **Критерии оценки курсовой работы:**

отлично - работа выполнена полностью правильно в соответствии с заданием и установленными требованиями;

хорошо - работа выполнена, имеются несущественные ошибки при выполнении задания и установленных требований;

удовлетворительно - работа выполнена, имеются существенные ошибки при выполнении задания и установленных требований;

неудовлетворительно - работа выполнена, не соответствует заданию и установленным требованиям.

Методика формирования оценки на экзамене

Экзамен включает в себя три части:

1. Решение задач. Данная часть экзамена 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 экзамена можно получить от 0 до 6 баллов.

2. Письменный тест. Письменный тест проводится в начале экзамена. Тестовое задание включает в себя 12 вопросов из списка «Контрольные вопросы», содержащего 48 вопросов. 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 экзамена можно получить от 0 до 12 баллов.

Совместное оценивание результатов первых двух частей экзамена. 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 за экзамен «неудовлетворительно».
- От 6 до 8 баллов включительно — оценка за экзамен «удовлетворительно».
- От 8,5 до 12 баллов — оценка «удовлетворительно» гарантирована, при желании получить более высокую оценку необходима устная беседа с экзаменатором (см. далее п. 3).

3. Устная беседа по контрольным вопросам. К этой части экзамена 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 гарантирована. Данная часть экзамена начинается с краткого ответа (без подготовки и без использования литературы) на несколько выбранных экзаменатором вопросов из списка «Контрольные вопросы». При устном ответе на контрольные вопросы экзаменатор проверяет, разбирается студент в материале курса или правильные ответы просто выучены наизусть. По итогам этой беседы экзаменатор принимает

одно из следующих решений:

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

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

4. Устная беседа по экзаменационному билету. К этой части экзамена допускаются студенты, продемонстрировавшие хорошее понимание сути контрольных вопросов и имеющие, с точки зрения экзаменатора, шансы получить оценку «отлично». Студенту предлагается выбрать экзаменационный билет, в котором содержится два вопроса из списка «Экзаменационные вопросы», содержащего 24 вопроса. Ответ на вопросы производится по конспекту, без подготовки. Оценка «хорошо» на данном этапе гарантирована.

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

## 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>