

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 07.07.2023 12:24:11  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Информационные технологии  
проектирования свч устройств»



**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**

**«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

по профилю

**«Информационные технологии проектирования свч устройств»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

Доцент, к.т.н., ст. науч. сотр. Сиротинин В.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РЭС  
09.03.2022, протокол № 7

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФРТ, 29.03.2022, протокол № 3

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	РЭС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	51
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИЕМНЫХ УСТРОЙСТВ»**

Дисциплина посвящена классическим основам проектирования приемных радиоустройств различного назначения. Рассматриваются основные типы усилительно-преобразовательного тракта приемных устройств, их свойства, достоинства и недостатки, преобразователи частоты и аналоговые демодуляторы АМ-и ЧМ-сигналов. Уделяется внимание методам обеспечения заданных показателей качества при проектировании радиоприемных устройств. Рассмотрены внутренние шумы приемных устройств, методы борьбы с шумами и помехами, компенсация помех, основы моделирования радиоприемных устройств.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«THE BASICS OF DESIGN OF RECEIVING DEVICES»**

The discipline is devoted to the classical basics of designing radio receivers for various purposes. The main types of intensive-converting path receivers, their characteristics, advantages and disadvantages, frequency converters and analog demodulators of amplitude-modulated and frequency-modulated signals are considered. Special attention is paid to methods of maintenance of the set of indicators of quality in the design of radio receivers. Internal noise receivers, methods of dealing with noise and interference, noise compensation, radio receivers modeling framework are considered.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

#### 1. Цель дисциплины:

-изучение приемного устройства как единой системы, обеспечивающей заданные показатели качества, и отдельных его блоков -усилителей радиосигналов, преобразователей частоты и демодуляторов сигналов с аналоговой модуляцией, особенностей приема сигналов в оптическом диапазоне;

-изучение методов борьбы с шумами и помехами, компенсация помех;

-приобретение умений и навыков работы с современной контрольно-измерительной аппаратурой.

2. Задачи дисциплины: освоение методики экспериментального оценивания основных показателей качества радиоприемного устройства: измерение чувствительности, избирательности по соседним и зеркальным каналам, коэффициента перекрестных и интермодуляционных помех, эффективности работы систем АРУ и АПЧ и др.

3. Знания по организации и построению радиоприемных устройств, а также их основных показателей.

#### 4. Умения:

-выполнения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

-осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

5. Приобретение навыков работы с современной контрольно-измерительной аппаратурой.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Теоретические основы радиотехники»
2. «Схемотехника аналоговых устройств»
3. «Электромагнитные поля и волны»
4. «Теоретические основы электротехники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Фильтры и согласующие цепи СВЧ»
2. «Производственная практика (преддипломная практика)»

### 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-1	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов
<i>ПК-1.1</i>	<i>Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований</i>
<i>ПК-1.2</i>	<i>Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований</i>
<i>ПК-1.3</i>	<i>Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов</i>
ПК-3	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
<i>ПК-3.1</i>	<i>Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков</i>
<i>ПК-3.2</i>	<i>Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации</i>
<i>ПК-3.3</i>	<i>Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами</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	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			
2	Общие сведения об устройствах приёма и обработки радиосигналов	6			13
3	Основные показатели качества радиоприёмных устройств.	6	2		12
4	Усилительно-преобразовательный тракт (УПТ)	11	7		10
5	Устройства демодуляции аналоговых сигналов.	7	4		10
6	Системы автоматической регулировки усиления и автоматической подстройки частоты.	4	4		8
7	Борьба с шумами и помехами.	4			6
8	Приёмные устройства оптических сигналов с временной модуляцией	6			8
9	Основы математического моделирования приёмных устройств.	4		0	8
10	Заключение	2		1	
	Итого, ач	51	17	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Структура и содержание дисциплины, её связь с другими дисциплинами учебного плана.
2	Общие сведения об устройствах приёма и обработки радиосигналов	Типы устройств приёма и обработки радиосигналов: прямого усиления, супер-гетеродинные с однократным и многократным преобразованием частоты, инфрадинные, прямого преобразования. Особенности проектирования структурных схем радиоприёмных устройств различного назначения.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Основные показатели качества радиоприёмных устройств.	Типы сообщений и показатели качества их приема Помехоустойчивость. Чувствительность. Проявление нелинейности усилительно-преобразовательного тракта. Нелинейные искажения, интермодуляционные и перекрёстные помехи. Односигнальная и многосигнальная частотная избирательности. Методика измерения. Динамический диапазон. Сквозная частотная характеристика полосы воспроизводимых частот. Эффективность систем автоматической регулировки усиления и автоматической подстройки частоты.
4	Усилительно-преобразовательный тракт (УПТ)	Входные цепи (ВЦ) УПТ (требования, типы). ВЦ при настроенной и ненастроенной антенне. Режимы оптимального согласования и рассогласования. Диодный ре-генеративный усилитель. Преобразователи частоты. Требования, типовые схемы для различных диапазонов. Теория безынерционного преобразователя частоты. Частотный и фазовый методы подавления зеркального канала. Типы собственных шумов УПТ. Тепловые шумы пассивных линейных цепей. Собственные шумы активных элементов. Коэффициент шума. Эффективная шумовая температура УПТ. Коэффициент шума многокаскадной цепи. Реальная чувствительность радиоприемного устройства. Особенности приёма сигналов в оптическом диапазоне. Приём сигналов с временной модуляцией
5	Устройства демодуляции аналоговых сигналов.	Демодуляторы АМ-сигналов (на нелинейных элементах, линейный корреляционный, синхронный, с выделением квадратурных составляющих). Схемы. Свойства. Характеристики помехоустойчивости. Помехоустойчивость сигналов с (одной боковой полосой) ОБП. Демодуляторы сигналов с угловой (частотной, фазовой) модуляцией. Схемы. Свойства. Характеристики.
6	Системы автоматической регулировки усиления и автоматической подстройки частоты.	Назначение, классификация, характеристики систем. Эффективность систем автоматической регулировки усиления и автоматической подстройки частоты.
7	Борьба с шумами и помехами.	Назначение, классификация, характеристики систем подавления импульсных помех и широкополосных шумов. Компенсация помех
8	Приёмные устройства оптических сигналов с временной модуляцией	Особенности приёма сигналов в оптическом диапазоне. Приёмные устройства оптических сигналов прямого детектирования и гетеродинные. Приёмные устройства гетеродинного типа на базе параметрических преобразователей частоты. Характеристики детекторов излучения. Примеры схемных решений оптических приёмников прямого детектирования. Пример энергетического расчёта системы извлечения информации на базе оптического приёмного устройства.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
9	Основы математического моделирования приёмных устройств.	Моделирование устройств приёма и обработки радиосигналов: классификация методов моделирования, характеристики основных методов.
10	Заключение	Тенденции развития устройств приёма и обработки сигналов в различных областях.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование преобразователя частоты	2
2. Исследование усилителя промежуточной частоты	3
3. Исследование радиовещательного приёмника	2
4. Исследование автоматической регулировки усиления	2
5. Исследование автоматической подстройки частоты	2
6. Исследование входной цепи	2
7. Исследование частотного детектора	2
8. Исследование амплитудного детектора	2
Итого	17

## 4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

## 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

## 4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

## 4.6 Индивидуальное домашнее задание

В качестве индивидуального домашнего задания применяется домашнее решение задач по курсу по темам: входные цепи, усилители радиочастоты, преобразователи частоты, шумовые свойства радиоприёмных устройств, схемотехника усилителей радиочастоты.

Решение задач оформляется каждой на отдельном листе, на котором приводятся следующие данные: Ф.И.О. студента, № группы, полностью условие задачи, решение.

Решение должно быть полным, с необходимыми пояснениями и доказательствами. Если используются формулы, то они должны быть получены в ходе решения или на них должны быть даны проверяемые ссылки на литературные источники.

Если при решении задачи требуется внести исправления в принципиальные схемы, то нужны пояснения о том, что было неправильно и что дают внесённые изменения.

### **Примеры задач:**

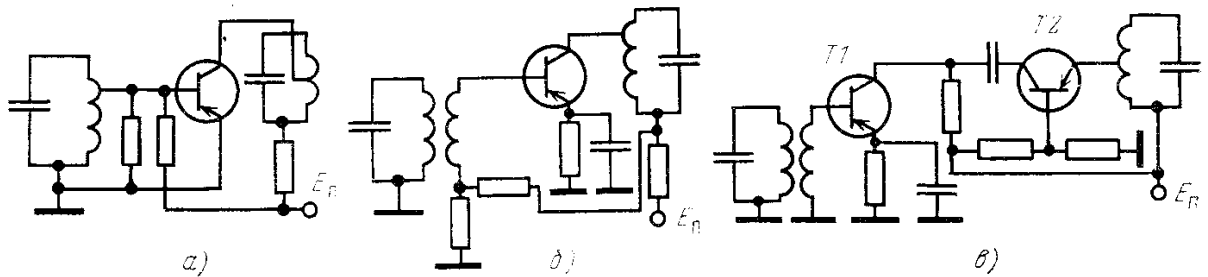
1) Экспериментально установлено, что приёмник, настроенный на частоту основного канала 12 МГц (чувствительность 25 мкВ), способен принимать колебания на частотах 465 кГц (чувствительность 1 мВ), 12.93 МГц (чувствительность 250 мкВ), 24.465 МГц (чувствительность 650 мкВ) и 25.395 МГц. Определите названия побочных каналов приёма избирательность по этим каналам побочным каналам.

2) В диапазоне КВ вещательного приёмника ВЦ содержит один колебательный контур, а УРЧ отсутствует. Приёмник настроен на частоту 12 МГц, эквивалентная добротность контура – 100. Определите во сколько раз возрастёт избирательность приёмника по соседнему и зеркальному каналам, если вести каскад одноконтурного УРЧ с той же добротность контура.

3) ВЧ блок приёмника прямого усиления состоит из 3 одинаковых каскадов с одиночными контурами, настроенными в резонанс. Какой должна быть эквивалентная добротность контуров, чтобы на частоте 1.01 МГц полоса приёмника равнялась бы 5 кГц. Определите также, какая в этом случае будет избирательность приёмника по соседнему каналу при настройке его на частоту сигнала

12.02 МГц.

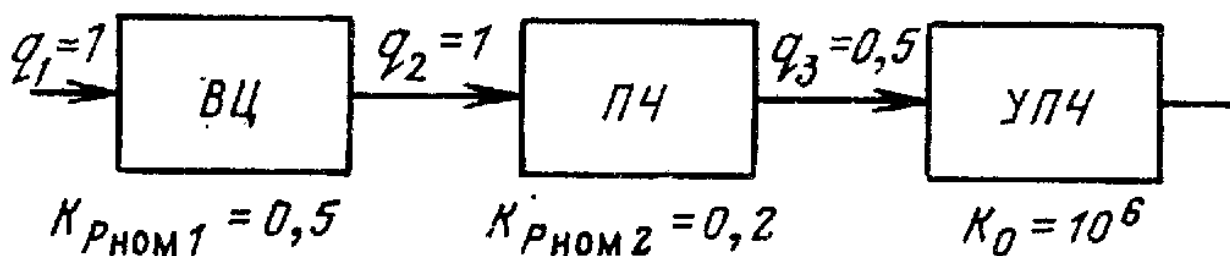
4) Найдите и исправьте ошибки в схемах УРЧ:



5) Имеется приёмник, первым каскадом которого является балансный диодный смеситель. Коэффициент шума УПЧ приёмника 1.5. Есть два типа смесительных диодов: первый с шумовым отношением ( $Ш=L_d \cdot t_d$  – связь коэффициента шума смесителя без учёта шумов гетеродина, потерь преобразования и шумового отношения)  $t_d=2$  и потерями преобразования 6 дБ, а второй с  $t_d=3$  и потерями преобразования 4.5 дБ., Какой из двух типов диодов надо использовать в смесителе для получения минимального коэффициента шума приёмника.

6) Приёмник согласован с генератором сигнала, выходное сопротивление которого  $R_g=75$  Ом. Коэффициент шума приёмника 16. Определите в каких пределах может изменяться сопротивление  $R_g$ , если допустимое увеличение коэффициента шума 12.5%.

7) Среднеквадратическое напряжение собственного шума на выходе блока ВЧ приёмника (см. рис.) 1 В. Входное сопротивление УПЧ 300 Ом, шумовая полоса блока ВЧ 1 МГц, остальные данные приведены на рисунке. Найдите коэффициент шума приёмника. ( $\rho$  – коэффициент согласования)



#### 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 поло-

жений, 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	17
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	5
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	2
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	8
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	8
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	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>75</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 библи.
Основная литература		
1	Елистратов, Александр Олегович. Преобразователи частоты СВЧ-диапазона [Текст] : Учеб. пособие / А.О.Елистратов, В.И.Сиротинин, В.И.Шевченко, 2001. -55 с.	неогр.
2	Устройства приема и обработки сигналов [Электронный ресурс] / электрон. лаб. практикум, 2020. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
3	Богданович, Вениамин Алексеевич. Применение дискретного преобразования Фурье в цифровых радиоприемных устройствах [Текст] : Учеб. пособие / В.А.Богданович, А.О.Елистратов, В.И.Сиротинин, 1989. -79 с.	393
4	Устройства приема и обработки сигналов. Фазовая автоподстройка частоты [Текст] : учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов / Санкт-Петербургский государственный технический университет, Красноярский государственный технический университет, 2000. -19 с.	30
5	Устройства приема и обработки сигналов. Автоматическая регулировка усиления [Текст] : учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов / Санкт-Петербургский государственный технический университет, Красноярский государственный технический университет, 2000. -21 с.	30
6	Колосовский Е. А. Устройства приема и обработки сигналов. Учебное пособие для вузов – 2-е изд. [Электронный ресурс] / Е. А. Колосовский, 2017. -456 с.	неогр.
7	Марченко А. Л. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике в среде Multisim [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов, 2010. -448 с.	неогр.
8	Сборник задач и упражнений по курсу "Радиоприемные устройства" [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника" / [Ю.Н. Антонов-Антипов, В.П. Васильев, И.В. Комаров, В.Д. Разевиг] ; под общ. ред. В.И. Сифорова, 1984. -222 с.	58
9	Радиоприемные устройства [Текст] : [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов] / под ред. А.П. Жуковского, 1989. -342 с.	41
Дополнительная литература		
1	Радиоприемные устройства [Текст] : [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов] / под ред. А.П. Жуковского, 1989. -342 с.	41
2	Буга, Николай Никитич. Радиоприемные устройства [Текст] : учеб. для вузов по специальности "Радиосвязь и радиовещание" / Н.Н. Буга, А.И. Фалько, Н.И.Чистяков ; под общ. ред. Н.И. Чистякова, 1986. -320 с.	69
3	Богданович, Вениамин Алексеевич. Демодуляторы радиосигналов [Текст] : Учеб. пособие / В.А.Богданович, Ю.И.Тараканов, 1990. -61 с.	145

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
4	Сборник задач и упражнений по курсу "Радиоприемные устройства" [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника" / [Ю.Н. Антонов-Антипов, В.П. Васильев, И.В. Комаров, В.Д. Разевиг] ; под общ. ред. В.И. Сифорова, 1984. -222 с.	58

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Лабораторный практикум по дисциплинам Радиоприёмные устройства, Методы и устройства приёма и обработки сигналов / Ю. В. Зоров, А. Е. Курочкин. – Минск: БГУИР, 2012. – 151 с. <a href="https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_85431.pdf">https://www.bsuir.by/m/12_100229_1_85431.pdf</a>
2	Радиоприемные устройства/ Под редакцией проф. А. П. Жуковского. <a href="https://studfile.net/preview/9111253/page:18/">https://studfile.net/preview/9111253/page:18/</a>

## 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11481>



## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Основы проектирования приемных устройств» 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 осуществляется только после выполнения студентом всех лабораторных работ, успешной их защиты, выполнения и сдачи ИДЗ, выполнения на положительную оценку теста.

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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Структурная схема радиоприемного устройства прямого усиления. Достоинства и недостатки.
2	Структурная схема радиоприемного устройства супергетеродинного типа. Достоинства и недостатки.
3	Структурная схема радиоприемного устройства инфрадинного типа. Достоинства и недостатки.
4	Структурная схема радиоприемного устройства прямого преобразования. Достоинства и недостатки.
5	Показатели качества приёма сообщений: помехоустойчивость и верность приёма сообщений.
6	Показатели качества приёма сообщений: чувствительность, односигнальная и эффективная частотные избирательности.
7	Динамический диапазон РПУ
8	Собственные шумы РПУ. Шумы двухполюсника, коэффициент согласования источника и нагрузки.
9	Определение коэффициента шума. Коэффициент шума пассивного четырехполюсника.
10	Коэффициент шума многокаскадной цепи. (Вывод формулы). Коэффициент шума радиоприемного устройства.
11	Реальная чувствительность приёмника (определение и вывод формулы).
12	Входные цепи при ненастроенной антенне (входные цепи с внешней и внутренней емкостной связью). Коэффициент передачи.
13	Входные цепи с индуктивной связью, коэффициент передачи, режимы работы.
14	Усилители высокой частоты: назначение, характеристики, классификация
15	Усилители промежуточной частоты: назначение, характеристики, классификация.
16	Анализ одноконтурного усилителя с автотрансформаторной связью.
17	Диодный регенеративный усилитель.
18	Перекрестные и интермодуляционные помехи в усилителях радиосигналов, причины возникновения.
19	Принцип преобразования частоты и характеристики преобразователей.

20	Режимы преобразования частоты, частотная характеристика преобразователей частоты.
21	Небалансные и балансные преобразователи частоты. Сравнительная характеристика. Примеры схем.
22	Амплитудные детекторы, их функции, классификация, параметры и характеристики.
23	Выигрыш от модуляции для различных типов амплитудной модуляции.
24	Совместное действие сигнала и шума на амплитудные детекторы разных типов. Отношения сигнал/шум на входе и выходе АД.
25	Назначение частотных детекторы, классификация, их основные параметры, принципы работы ЧД.
26	Выигрыш от ЧМ. Пороговые свойства ЧД.
27	Порогопонижающие схемы ЧД.
28	Автоматическая регулировка усиления. Назначение, классификация, характеристики.
29	Пример энергетического расчета оптической измерительной системы
30	Перекрестные помехи, возникающие в ЛТП, способы их уменьшения.
31	Интермодуляционные помехи, возникающие в ЛТП, способы их уменьшения.
32	Динамический диапазон РПУ по соседним каналам приема, способы его расширения.
33	Эффективная частотная избирательность РПУ, способы ее увеличения.
34	Двухсигнальная частотная селективность, метод измерения.
35	Чувствительность РПУ, способы ее улучшения.
36	Примеры схем преобразователей частоты на биполярном и полевом транзисторах.
37	Пример схемы балансного преобразователя частоты на дифференциальном усилителе.
38	Радиочастотный усилитель умеренно высоких частот.
39	Схема балансного усилителя СВЧ диапазона, особенности, функционирование.
40	Система ШОУ. Назначение, структурная схема, принцип действия.
41	Последетекторная компенсация импульсных помех. Назначение, структурная схема, принцип действия
42	Додетекторная компенсация импульсных помех. Назначение, структурная схема, принцип действия
43	Свисты преобразователя частоты.
44	Шумы преобразователя частоты.
45	Пример схемы двойного балансного преобразователя частоты СВЧ диапазона, особенности, функционирование.
46	Частотный метод подавления дополнительных каналов приема в ПЧ
47	Фазовый метод подавления зеркального канала приема
48	Искажения сигнала, вносимые системой АРУ
49	Примеры схем регулирующих устройств системы АРУ.
50	Примеры схем амплитудных детекторов: диодный детектор, детектор на операционном усилителе (“идеальный диод”), их достоинства и недостатки.
51	Примеры схем амплитудных детекторов: схемы на перемножителе (линейный и синхронный детекторы), их их достоинства и недостатки.

52	Детектирование двух высокочастотных напряжений с различными частотами в АД разных типов.
53	Примеры схем частотных детекторов: ЧД с преобразованием ЧМ в АМ на расстроенных контурах.
54	Примеры схем частотных детекторов: дробный детектор, его свойства.
55	Примеры схем частотных детекторов: ЧД с преобразованием ЧМ в ФМ.
56	ЧД на базе ФАПЧ, структурная схема, принципа работы.
57	Примеры схем фотоприёмных устройств, их свойства.
58	Динамический диапазон РПУ по основному каналу приёма, способы его расширения.

## Форма билета

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

---

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Основы проектирования приёмных устройств ФРТ**

1. Структурная схема радиоприёмного устройства прямого усиления. Достоинства и недостатки.
2. Метод статистических эквивалентов при моделировании радиоприёмных устройств.
3. Задача.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.Н. Малышев

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

В качестве проверочной работы используется тест, размещённый в системе Moodle

**Примеры вопросов теста:**

1) Выберите блоки структурных схем приёмников, реализующих избирательность по соседним каналам:

Для приёмника прямого усиления.

Для приёмника супергетеродинного типа.

Для приёмника прямого преобразования.

2) Задержанная АРУ - это система АРУ с:

- задержкой включения усиления после подачи питания до завершения переходных процессов с системами питания приёмника.

- задержкой включения системы АРУ до завершения переходных процессов в усилительном тракте после появления сигнала.

- задержкой включения системы АРУ до достижения сигналом уровня чувствительности.

3) Способность радиоприёмника в отсутствие помех воспроизводить на выходе с заданной точностью закон модуляции входных сигналов называется:

- верностью;

- чувствительностью;

- избирательностью;

- помехоустойчивостью.

4) Как изменяется коэффициент передачи входной цепи при внешнеёмкостной связи с ненастроенной антенной с изменением частоты входного сигнала при перестройке входного контура с помощью переменного конденсатора?

- Не изменяется.

- Линейно растёт с ростом частоты.

- Линейно уменьшается с ростом частоты.

- Растёт пропорционально квадрату частоты.

- Уменьшается обратно пропорционально квадрату частоты.
- Уменьшается обратно пропорционально частоте.

5) Эффективная частотная избирательность определяется предельным уровнем помех при допустимом значении (выберите все приемлемые ответы):

- интермодуляционных искажений;
- искажений, вызванных перекрёстной модуляцией;
- линейных амплитудных искажений передаваемого сообщения;
- фазовых искажений.

6) Что характерно для приёмного устройства инфрадинного типа? (Укажите положительные и/или отрицательные свойства)

- Отсутствие преобразования частоты.
- Значение промежуточной частоты намного выше верхнего диапазона принимаемых сигналов.
- Значение промежуточной частоты намного ниже нижнего диапазона принимаемых сигналов.
- Значение промежуточной частоты равно середине диапазона принимаемых сигналов.
- Сложности с реализацией избирательности по соседнему каналу.
- Опасность перегрузки входных каскадов усилителя высокой частоты.
- Появление дополнительных каналов приёма из-за второго преобразования частоты.

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
4	Основные показатели качества радиоприёмных устройств.	
5		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
10	Усилительно-преобразовательный тракт (УПТ)	
11		
12		Тест
14	Усилительно-преобразовательный тракт (УПТ)	
15		
16		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

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

#### на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчётов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «**Основы проектирования приёмных устройств**» студент обязан выполнить 8 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 4 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 8 и 17 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 3 человек. Оформление отчёта студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчёт оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчёт 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 защищённой.

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, приобретённые при выполнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчётов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на экзамен, а также выполнение ИДЗ в виде решения задач.

При оформлении решения задач для каждой задачи должно быть приведено условие задачи и её решение. Решение задачи должно быть полным, с необходимыми комментариями, объясняющими вывод формул, выбор варианта ответов или внесённые изменения в принципиальные схемы радиотехнических узлов в схемотехнических задачах.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным выше.

Оценка за индивидуальное домашнее задание формируется по следую-



щей шкале:

«Отлично» – индивидуальное домашнее задание выполнено без замечаний;

«Хорошо» – индивидуальное домашнее задание выполнено с незначительными замечаниями;

«Удовлетворительно» – индивидуальное домашнее задание выполнено с незначительными ошибками количеством не более двух;

«Не удовлетворительно» – индивидуальное домашнее задание не выполнено или выполнено с грубыми ошибками.

Оценка за выполнение теста формируется по следующей шкале:

”Отлично” - оценка, полученная за тест в среде Moodle, больше 9 баллов;

”Хорошо” - оценка, полученная за тест в среде Moodle, от 7.5 баллов до 9 баллов включительно;

”Удовлетворительно” - оценка, полученная за тест в среде Moodle, от 6 баллов до 7.5 баллов включительно;

”Неудовлетворительно” - оценка, полученная за тест в среде Moodle, менее или равна 6 баллам.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

<b>Тип занятий</b>	<b>Тип помещения</b>	<b>Требования к помещению</b>	<b>Требования к программному обеспечению</b>
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ноутбук.	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office PowerPoint 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторные установки.	
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>