

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«УСТРОЙСТВА ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ»

Направление: 11.03.01 Радиотехника

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой электронной подписью
Составитель программы: Полетаев Александр Сергеевич
Дата подписания: 19.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью
Утвердил и согласовал: Ченский Александр Геннадьевич
Дата подписания: 21.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Устройства приема и обработки сигналов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-3 Способность разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования	ПКР-3.8
ПКР-4 Готовность к эксплуатации и развитию транспортных сетей и сетей передачи данных, включая спутниковые системы	ПКР-4.10

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-3.8	Знает компьютерные программы по проектированию радиосхем и составлению технологической документации. Умеет определять и обосновывать целесообразность использования сетевых технологий для моделирования приемопередатчиков	Знать современные программы виртуального моделирования РЭС и их функциональные возможности; основные методы разработки методов разработки радиоприемных устройств, способы моделирования аналоговых и цифровых электронных узлов приемников. Уметь использовать современные программы для моделирования радиоприемных устройств; создавать виртуальные модели устройств и проводить исследование их режимов работы. Владеть Владеет навыками разработки структурных схем и их моделирование на персональных компьютерах в среде Multism, LabVIEW, MATLAB (Simulink), MathCAD.
ПКР-4.10	Знает методы обработки сигналов, реализующие принципы функционирования систем; методы анализа, синтеза и моделирования подсистем	Знать физические принципы, используемые в трактах и функциональных узлах устройств для приема и обработки аналоговых и цифровых сигналов различных видов; основные схемотехнические решения, структурные и принципиальные схемы узлов приемных устройств, а также предъявляемые технические требования.

		<p>Уметь выполнять настройку и проверять правильность функционирования макетов и опытных образцов устройств приема и обработки сигналов с использованием соответствующей измерительной аппаратуры и средств автоматизации измерений; проводить экспериментальное исследование устройств приема и обработки сигналов, используя современные методы анализа и синтеза.</p> <p>Владеть основными навыками эксплуатации и поддержания работоспособности радиотехнических устройств, предназначенных для приема и обработки радиосигналов.</p>
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Устройства приема и обработки сигналов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Физика», «Математика», «Основы теории цепей», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Электроника», «Устройства генерирования и формирования сигналов», «Статистическая теория радиотехнических систем»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Учебный год № 4	Учебный год № 5
Общая трудоемкость дисциплины	216	36	180
Аудиторные занятия, в том числе:	24	2	22
лекции	8	2	6
лабораторные работы	8	0	8
практические/семинарские занятия	8	0	8
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	183	34	149
Трудоемкость	9	0	9

промежуточной аттестации			
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен, Курсовой проект		Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 4

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Классификация радиоприемных устройств. Основные параметры и характеристики радиоприемников .	1	2					1	34	Решение задач
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Линейная часть приемного тракта	1	2	1	2	2, 3	4	2, 3, 4, 5	32	Отчет по лабораторной работе
2	Детекторы сигналов. Регулировки в приемниках.	2	2	2, 3	4	1	2	2, 3, 4, 5	32	Отчет по лабораторной работе
3	Методы оптимального приема дискретных сигналов. Приемники с цифровой обработкой сигналов.	3	2	4	2	4	2	1, 2, 3, 4, 5	85	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		6		8		8		158	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 4

№	Тема	Краткое содержание
1	Классификация радиоприемных устройств. Основные параметры и характеристики радиоприемников.	История развития радиоприемных устройств, радиовещательные приемные устройства профессиональные приемные устройства, современное профессиональное радиоприемное устройство, диапазоны принимаемых волн. Назначение радиоприемников, основные узлы приемника, структурные схемы и технические характеристики. Внешние и внутренние шумы радиоприемных устройств. Источники возникновения внешних и внутренних шумов в радиоприемных устройствах. Реальная чувствительность радиоприемных устройств. Шумовая температура. Коэффициент шума.

Учебный год № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Линейная часть приемного тракта	Избирательность приемных устройств. Назначение преселектора, структурная схема, Расчет числа контуров преселектора, Одноконтурная входная цепь, Двухконтурная входная цепь и одноконтурный резонансный УРЧ. Гетеродин и супергетеродин история создания и развитие, преобразователь частоты и особенности их использования в устройствах генерирования и формирования сигнала (в радиопередатчиках, синтезаторах частот), различных радиоизмерительных приборах (селективных вольтметрах, анализаторах спектра, модулометрах и девиометрах, установках для измерения ослаблений). Устройство и принцип действия. Характеристики преобразователей частоты. Усилители промежуточной частоты(УПЧ), Типы УПЧ и принцип их работы. Особенности применения УПЧ в трактах радиоприемных устройств, Структурная схема УПЧ, развязка между каскадами, самовозбуждение колебаний. Структурная схема.
2	Детекторы сигналов. Регулировки в приемниках.	Детекторы сигналов. Амплитудные, фазовые и частотные детекторы. Структурная схема и принципы работы. Особенности использования в радиоприемных устройствах. Автоматическая регулировка усиления (АРУ), Структурная схема и принцип работы. Классификация и типы АРУ. Автоматическая подстройка частоты и фазы (АПЧ, ФАПЧ), Структура и схема АПЧ, ФАПЧ, принцип работы и особенности применения в радиоприемных устройствах.
3	Методы оптимального приема дискретных сигналов. Приемники с	Структурные схемы оптимального приемника, определение качества принимаемого сообщения, Различные реализации испытания отношения

цифровой обработкой сигналов.	<p>правдоподобия. Реализация оптимального приемника для общей бинарной задачи. Когерентные и некогерентные методы приема сигналов. Прием сигналов с неопределенной фазой. Корреляционный прием радиосигналов. Схема реализации и функциональная схема устройства. Цифровые фильтры, понятие и основные характеристики. Виды цифровых фильтров и их реализация. Цифровые фильтры применяемые в блоке основной обработки сигнала. Преимущества и недостатки использование цифровых фильтров. История возникновения SDR. Назначение SDR. Принцип работы и применяемые схемы. Любительские SDR приемники. SDR приемники и технологии RFID. Система когнитивного радио.</p>
-------------------------------	--

4.3 Перечень лабораторных работ

Учебный год № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Детектирование сигналов с однополосной модуляцией	2
2	Демодуляция FSK сигналов	2
3	Демодуляция QPSK сигналов	2
4	Исследование радиосигналов с расширенным спектром	2

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Детектирование и методы обработки частотно-манипулированных сигналов	2
2	Расчет реальной чувствительности и коэффициента шума приемного устройства	2
3	Расчет усилителя преселектора приемника	2
4	Дискретизация сигналов в технологии SDR	2

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 4

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Проработка разделов теоретического материала	34

Учебный год № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	53
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	12
3	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	24
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	12
5	Проработка разделов теоретического материала	48

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: мультимедийные технологии подачи лекционного материала, обучающие видеозаписи, групповые дискуссии, решение специальных задач в малых группах, кейс-метод проектирования и решения задач.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Расчет узлов радиоприемных устройств : учеб. пособие к практ. занятиям и курсовому проектированию по курсу "Радиоприемные устройства" / В. Г. Выборный, Ю. С. Данич, М. Ю. Ключарев и др., 1993. - 84 с.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Хит Р. Цифровые системы радиосвязи. Лабораторный практикум по исследованию процессов физического уровня с использованием оборудования NI URSP : учебное пособие / Роберт Хит-мл.; пер. с англ. В. Е. Засенко [и др.], 2016. - 139 с.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Бэрри Дункан. Етона DATEx Руководство к лабораторному практикуму, 2008. – 399 с.

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Полетаев А. С. Устройства приема и обработки сигналов : электронный курс / А. С. Полетаев, 2023

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 учебный год 4 | Решение задач

Описание процедуры.

Выполняется полный расчет параметров схемы, решение оформляется в электронном виде.

Пример задания:

Рассчитать резонансный коэффициент усиления по напряжению, коэффициенты включения и ёмкость колебательного контура одноконтурного УРЧ, резонансная частота

которого $f_0 = 30$ МГц, а полоса пропускания $\text{Пкэ}(2) = 0,48$ МГц. При расчёте использовать следующие данные:

- собственное затухание контура $\text{дк}(2) = 0,008$;
- индуктивность контурной катушки $L_k(2) = 1\text{мкГн}$;
- параметры нагрузки $g_n = 3,5$ мСм, $C_n = 10$ пФ;
- транзистор полностью включён во входной колебательный контур ($m_2(1) = 1$);
- эквивалентная резонансная проводимость входного контура $g_{кэ}(1) = 7$ мСм;
- ёмкость монтажа $C_m = 3$ пФ;
- коэффициент устойчивости $k_u = 0,84$;
- Y-параметры транзистора: модуль крутизны $|Y_{21}| = 34,7$ мСм, модуль проводимости обратной передачи $|Y_{12}| = 0,32$ мСм, выходная проводимость $Y_{22} = (1,2 + j 1,6)$ мСм.

Критерии оценивания.

Расчеты выполнены верно, обоснованы и показаны все шаги вычислений.

6.1.2 учебный год 5 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Работа выполняется в малых группах на стендах Emona DATEx. Следуя методическим указаниям, студенты собирают схемы демодулирующего устройства, выполняют измерения в контрольных точках схемы, анализируют осциллограммы и спектрограммы сигналов на каждом этапе их обработки. Результаты эксперимента оформляются в форме электронного отчета по лабораторной работе, который студенты защищают индивидуально в устной форме.

Пример задания:

Как следует из названия, quadrature phase shift keying (QPSK) – квадратурная фазовая манипуляция является модификацией двоичной фазовой манипуляции - binary phase shift keying (BPSK). Вспомните, что метод BPSK на самом деле представляет собой DSBSC модуляцию с цифровым сообщением в качестве модулирующего сигнала. Важно отметить, что при BPSK модуляции информация передается последовательно бит за битом. QPSK также является разновидностью DSBSC модуляции, однако здесь передаются по два бита в течение каждого интервала времени, не используя другую несущую частоту.

В связи с тем, что при QPSK биты передаются парами, может возникнуть иллюзия, что скорость передачи в два раза выше, чем при BPSK. На самом деле, преобразование последовательности одиночных бит в последовательность сдвоенных бит обязательно снижает скорость передачи в два раза, что не позволяет получить выигрыш в скорости. Тогда зачем этот метод модуляции нужен? Снижение в два раза скорости передачи сигналов методом QPSK позволяет занимать в два раз меньший участок радиочастотного спектра, чем BPSK сигнал. Это дает возможность увеличить количество абонентов в канале связи. На рисунке 1 приведена блок-схема реализации математической модели QPSK модулятора.

На входе модулятора четные биты (с номерами 0, 2, 4 и т.д.) выделяются с помощью “расщепителя бит” из потока данных и перемножаются с несущей, формируя BPSK сигнал, обозначенный как PSKI. В то же время, нечетные биты (с номерами 1, 3, 5 и т.д.) также выделяются из потока данных и перемножаются с той же несущей, сдвинутой на 90° , формируя второй BPSK сигнал, обозначенный PSKQ. В этом и заключается принцип работы QPSK модулятора. Перед передачей QPSK сигнала два BPSK сигнала просто складываются и, поскольку они имеют одну и ту же несущую частоту, эти сигналы

занимают один и тот же участок спектра. Однако, для того чтобы разделить сигналы, несущие которых сдвинуты на 90° , требуется приемник с фазовым дискриминатором, о котором шла речь в лабораторной работе 8. На рисунке 2 приведена блок-схема реализации математической модели QPSK демодулятора.

Рисунок 2 Модель QPSK демодулятора: QPSK input – вход QPSK сигнала, PSK (phase shift keying) – фазовая манипуляция, Local Carrier – локальная несущая, Odd bits – нечетные биты, Even bits – четные биты, 2-bit parallel-to-serial converter – 2-битный параллельно-последовательный преобразователь, Data - данные

В приведенной схеме демодуляцию двух BPSK сигналов независимо и одновременно осуществляют два детектора на основе умножителей. На выходах детекторов появляются пары битов исходных данных, которые с помощью компаратора очищаются от искажений, и собираются в исходную последовательность с помощью 2-разрядного параллельно-последовательного преобразователя.

Чтобы понять, каким образом каждый детектор выделяет только один BPSK сигнал, а не оба вместе, вспомните, что детектирование DSBSC сигналов обладает “чувствительностью” к фазовому сдвигу. Таким образом, прием сообщения будет оптимальным, только в том случае, если несущие колебания передатчика и приемника будут точно совпадать по фазе. Важно отметить, что при фазовом рассогласовании 90° прием сообщения становится невозможным, т.к. амплитуда восстановленного сигнала становится равной нулю. Другими словами, сообщение полностью подавляется (этот вопрос рассматривался в части E эксперимента 9) QPSK демодулятор данное обстоятельство превращает в преимущество.

Обратите внимание, что детекторы произведения на рисунке 2 используют одну несущую, но для одного из детекторов несущая сдвинута на 90° . В этом случае один детектор восстанавливает данные из одного BPSK сигнала, одновременно подавляя другой BPSK сигнал, а второй детектор восстанавливает второй BPSK сигнал, подавляя первый BPSK сигнал.

Эксперимент. В этом эксперименте вам предстоит, реализуя математическую модель QPSK сигнала, сгенерировать его и пронаблюдать на экране осциллографа. Затем нужно будет исследовать, как разделяются фазы с помощью фазового дискриминатора, выполненного на основе детектора произведения, и как один BPSK сигнал отделяется от другого. Время выполнения работы – около 1 часа.

Оборудование

- Персональный компьютер с соответствующим установленным программным обеспечением
- NI ELVIS I или II плюс соединительные проводники
- Только для NI ELVIS I: устройство сбора данных типа NI USB-6251 (или 20МГц двухканальный осциллограф)
- Модуль расширения Emoda DATEx для выполнения экспериментов
- Два проводника с разъемами типа BNC и типа "банан" (2 мм)
- Набор соединительных проводников с разъемами типа "банан" (2 мм)

Критерии оценивания.

Выполнены все этапы эксперимента, составлен отчет, в котором представлены результаты экспериментальной проверки работы устройства. Приведены графики, верно выполнена интерпретация результатов наблюдений. Студент свободно ориентируется в теме работы и дает точные ответы на дополнительные вопросы.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-3.8	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает принципы функционирования различных устройств для приема и обработки радиосигналов. Выполняет подключение лабораторного оборудования экспериментального исследования преобразований сигналов в отдельных радиотехнических узлах. Демонстрирует умение настраивать оборудование и средства технического контроля аппаратуры для приема и обработки радиосигналов.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий.
ПКР-4.10	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает теоретический материал, использует в ответе функциональные связи и аналитические зависимости процессов преобразований сигналов при их приеме обработке, в ответах используют принципиальные схемы и объясняет принцип их работы, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, демонстрирует разносторонние навыки и приемы выполнения практических задач.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен относится к итоговому контролю по изучению курса «Устройства приема и обработки сигналов». Экзамен устный, билет содержит три вопроса из списка.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Устройства приема и обработки сигналов»:

1. Структурные схемы радиоприемных устройств. Назначение и особенности работы отдельных блоков приемника.

2. Основные принципы приема сигналов: прямого усиления, супергетеродинный, инфрадинный и прямого преобразования.
3. Помехи радиоприему, классификация помех. Источники помех. Внешние помехи в системах передачи и извлечения информации различных частотных диапазонов.
4. Внутренние шумы приемника. Коэффициент шума и эффективная шумовая температура. Реальная чувствительность приемников.
5. Классификация и основные характеристики детекторов, применяемых в устройствах радиоприема.
6. Классификация и основные характеристики амплитудных детекторов: детекторная характеристика, коэффициент передачи, коэффициенты линейных и нелинейных искажений. Типовые схемы детекторов.
7. Классификация и основные характеристики фазовых детекторов. Схемные решения детекторов, основные характеристики.
8. Классификация и основные характеристики частотных детекторов. Схемные решения детекторов, основные характеристики.
9. Принципы преобразования частоты. Общая теория работы преобразователя частоты. Основные характеристики преобразователей частоты: коэффициент преобразования; коэффициенты передачи по напряжению и мощности; входная и выходная проводимости; коэффициент шума; динамический диапазон.
10. Преобразователь Гильберта. Назначение, принцип построения, схема. Комплексный коэффициент передачи.
11. Цифровая обработка сигналов. Преимущества цифровых методов обработки сигналов.
12. Структурная схема и принцип работы некогерентного квадратурного корреляционного оптимального приемника для приема импульсных сигналов с неизвестной начальной фазой.
13. Аналого-цифровые преобразователи для радиоприемных устройств. Выбор частоты дискретизации.
14. Нарисовать структурную схему приемника прямого усиления, дать характеристику.
15. Нарисовать структурную схему супергетеродинного приемника с однократным преобразованием частоты, дать характеристику.
16. Нарисовать структурную схему супергетеродинного приемника с двукратным преобразованием частоты, дать характеристику.
17. Нарисовать структурную схему инфрадинного приемника, особенности приемника.
18. Нарисовать структурную схему приемника прямого преобразования, особенности приемника.
19. Нарисовать структурную схему SDR приемника супергетеродинного типа и построенного по принципу прямого преобразования, особенности приемника.
20. Особенности приема сигналов СДВ диапазона. Структурные схемы приемного устройства СДВ диапазона.
21. Построение приемных устройств с использованием промышленных ИМС. Построение приемного устройства на ИМС К174ХА2, К174ХА10. Применение, структурные схемы приемников.
22. Входные цепи радиоприемников. Классификация входных цепей и требования к ним. Особенности входных цепей приемников различных диапазонов волн. Особенности входных цепей инфрадинного приемника.
23. Усилители преселекторов устройств приема сигналов. Назначение, основные характеристики и классификация усилителей преселекторов сигналов: коэффициент шума, резонансный коэффициент усиления, линейные и нелинейные искажения, многосигнальная селективность, устойчивость, динамический диапазон работы.
24. Усилители промежуточной частоты. Принципы построения, характеристики,

основные требования к УПЧ. Принцип построения УПЧ с распределенной избирательностью.

25. Принципы построения УПЧ с сосредоточенной избирательностью. Принцип действия и устройство фильтров на поверхностных акустических волнах.
26. Регулировки усиления в радиоприемном устройстве. Способы построения, принцип работы и элементы систем АРУ.
27. Принципы автоматической подстройки частоты. Разновидности схем АПЧ. Элементы систем АПЧ.
28. Фазовая автоматическая подстройка частоты. Принцип работы систем ФАПЧ. Использование ФАПЧ в задачах радиоприема.
29. Статистический структурный синтез оптимальных радиоприемных устройств. Принципы построения структурной схемы оптимального приемника.
30. Структурная схема и принцип работы фильтрового некогерентного приемника для приема импульсных сигналов с неизвестной фазой.
31. Согласованные и квазисогласованные фильтры для прямоугольного импульсного сигнала.
32. Радиоприемные устройства дискретных сигналов. Квазикогерентные демодуляторы двоично-манипулированных сигналов.
33. Прием сигналов с относительной фазовой манипуляцией (ОФМн). Квазикогерентный демодулятор ОФМн-сигналов.
34. Квазикогерентный приемник КИМ-сигналов. Согласованные фильтры для сложных импульсных сигналов.
35. СИС фильтры Хогенауэра и их характеристики.
36. Нерекурсивные цифровые фильтры, КИХ – фильтры: схема, разностное уравнение, порядок фильтра, комплексный коэффициент передачи. Нерекурсивные фильтры с линейной фазочастотной характеристикой.
37. Рекурсивные цифровые фильтры, БИХ – фильтры: принцип построения и принцип работы рекурсивного фильтра. Разностное уравнение, комплексный коэффициент передачи, порядок фильтра.
38. Принципы построения и особенности приемников цифрового телевидения стандарта DVB для кабельных, спутниковых и наземных способов передачи сигнала.
39. Помехи радиоприему и способы борьбы с сосредоточенными помехами.
40. Помехи радиоприему. Методы адаптивной компенсации помех. Методы борьбы с импульсными помехами.
41. Нарисовать схему одноконтурной входной цепи с внешнеемкостной связью контура с антенной, нагруженной УРЧ на биполярном транзисторе.
42. Нарисовать схему одноконтурной входной цепи с внешнеемкостной связью контура с антенной с выходом на УРЧ на полевом транзисторе.
43. Нарисовать схему выделения несущей частоты (схема Сифорова).
44. Нарисовать схему балансного диодного смесителя.
45. Нарисовать схему кольцевого диодного смесителя.
46. Нарисовать схему УРЧ на биполярном транзисторе.
47. Нарисовать каскодную схему УРЧ на биполярных транзисторах.
48. Нарисовать структурную схему цифрового КИХ фильтра.
49. Нарисовать структурную схему цифрового БИХ фильтра.
50. Нарисовать схему Костаса.

Пример задания:

Билет 1:

1. Внутренние шумы приемника. Коэффициент шума и эффективная шумовая температура. Реальная чувствительность приемников.

2. Усилители промежуточной частоты. Принципы построения, характеристики, основные требования к УПЧ. Принцип построения УПЧ с распределенной избирательностью.
3. Нарисовать схему Костаса.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
для получения оценки «отлично» необходимо полностью раскрыть содержание билета.	для получения оценки «хорошо» необходимо верно ответить на все теоретические вопросы, но содержание раскрыто неполностью	для получения оценки «удовлетворительно» достаточно правильно ответить на два теоретических вопроса	студент получает оценку «не удовлетворительно» если не ответил ни на один вопрос

6.2.2.2 Учебный год 5, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Студент выступает с кратким (5 – 7) мин. Докладом по теме курсового проекта и отвечает на уточняющие вопросы. При оценке курсового проекта учитываются доклад студента и его умение отвечать на вопросы, уточняющие то или другое положение проекта.

Пример задания:

1. В курсовом проекте необходимо разработать программное обеспечение SDR приемника для обработки сигналов СДВ радиостанций [1]. Исходные данные по вариантам приведены в таблице 1.
2. В теоретической части пояснительной записке приведите общие сведения о применении и распространении СДВ радиоволн, структурную схему и принцип работы SDR приемника для детектирования СДВ радиосигналов.
3. Разработать программу чтения файлов с экспериментальными данными. Данные сохранены в формате непрерывного сбора и циклической записи с прореживанием. Для анализа можно использовать любой из этих форматов.

В пояснительной записке к курсовому проекту должно быть отражено: Краткая характеристика передающей СДВ радиостанции. Карта с трассой распространения сигнала от заданного передатчика до приемного пункта в Иркутске. Описание приемного устройства и его характеристики. Спектрограмма принимаемого полосового сигнала, измеренные ширина спектра, вид модуляции сигнала, скорость передачи данных. Алгоритм демодуляции сигнала и описание его программной реализации. Осциллограммы модулированного полосового сигнала, квадратурных компонент, фазовой функции сигнала, закон изменения частоты, регенерированная двоичная последовательность. Суточный ход амплитуды сигнала (минимум 3 дня), физическая интерпретация суточных вариаций амплитуды. Выводы к работе, анализ качества алгоритма обработки принятого

радиосигнала, предложения по дальнейшему улучшению или альтернативные способы обработки.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
для получения оценки «отлично» необходимо полностью раскрыть теоретическую часть выполненной работы, правильно выполнить все расчеты согласно с выданным заданием и верно ответить на все уточняющие вопросы	для получения оценки «хорошо» необходимо правильно выполнить все расчеты согласно с выданным заданием и верно ответить на уточняющие вопросы, при защите работы есть неточность в обосновании расчетов и выводов	Для получения оценки «удовлетворительно» достаточно правильно выполнить все расчеты согласно с выданным заданием, однако при защите значительная часть уточняющих вопросов не отвечена.	Студент получает оценку «неудовлетворительно» если не выполнил расчет или расчеты выполнены не верно

7 Основная учебная литература

1. Полетаев А. С. Устройства приема и обработки сигналов : электронный курс / А. С. Полетаев, 2023
2. Дворников С. В. Устройства приема и обработки сигналов : учебное пособие / С. В. Дворников, А. Ф. Крячко, С. В. Мичурин, 2020. - 512.
3. Сборник задач и упражнений по курсу "Радиоприемные устройства" : учеб. пособие для вузов по спец. "Радиотехника" / Юрий Николаевич Антонов-Антипов; Под общ. ред. В. И. Сифорова, 1984. - 222.
4. Головин О. В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов : учебное пособие по специальностям «Средства связи с подвижными объектами» и «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» / О. В. Головин, 2012. - 782.
5. Хит Р. Цифровые системы радиосвязи. Лабораторный практикум по исследованию процессов физического уровня с использованием оборудования NI URSP : учебное пособие / Роберт Хит-мл.; пер. с англ. В. Е. Засенко [и др.], 2016. - 139.
6. Радиоприемные устройства в системах радиосвязи : учебное пособие / Ю. Т. Зырянов [и др.], 2018. - 320.
7. Травин Г. А. Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа : учебное пособие / Г. А. Травин, Д. С. Травин, 2019. - 52.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Прокис Джон Дж. Цифровая связь / Прокис Дж., 2000. - 797.
2. Феер К. Беспроводная цифровая связь: Методы модуляции и расширения спектра / К. Феер, 2000. - 518.
3. Скляр Бернад. Цифровая связь: Теорет. основы и практ. применение : [Пер. с англ.] / Бернад Скляр, 2003. - 1099.
4. Онищук А. Г. Радиоприемные устройства : учеб. пособие для студентов специальностей радиотехн. и телекоммуникац. профиля учреждений, обеспечивающих получение высш. образования / А. Г. Онищук, И. И. Забеньков, А. М. Амелин, 2007. - 240.
5. Дворников С. В. Устройства приема и обработки сигналов : учебник / С. В. Дворников, А. Ф. Крячко, С. В. Мичурин, 2024. - 512.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <https://el.istu.edu/course/view.php?id=6016>
2. <http://library.istu.edu/>
3. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Office 2019 Pro Plus
2. LabView
3. MATLAB_поставка 2015
4. Свободно распространяемое программное обеспечение Anaconda Navigator
5. Свободно распространяемое программное обеспечение NI Elvis Traditional
6. MultiSim 10.1_EDUCATION_25 USER LICENSE _поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Моноблок Mitac /USB 2.0 480Gb/s
2. Интерактивная система /ActivBoard
3. настольная станция с прогр.обесп.для электротех.дисциплин
4. настольная станция с прогр.обесп.для электротех.дисциплин
5. настольная станция с прогр.обесп.для электротех.дисциплин

6. настольная станция с прогр.обесп.для электротех.дисциплин
7. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
8. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
9. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
10. шкаф д/док
11. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
12. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
13. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
14. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
15. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
16. настольная станция с прогр.обесп.для электротех.дисциплин
17. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
18. настольная станция с прогр.обесп.для электротех.дисциплин
19. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
20. лабор.платформа для проектирования электронных схем (5 штук)
21. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
22. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
23. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
24. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Тб/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
25. Модуль для сборки и исслед. телекоммуникационных трактов
26. Модуль для сборки и исслед. телекоммуникационных трактов
27. Модуль для сборки и исслед. телекоммуникационных трактов
28. Модуль для сборки и исслед. телекоммуникационных трактов
29. Модуль для сборки и исслед. телекоммуникационных трактов