

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 (143)»

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: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Ишин Артем
Борисович
Дата подписания: 19.06.2026

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 19.06.2026

Год набора – 2026

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 схемо- и системотехнические решения, структурные и принципиальные схемы узлов приемных устройств, а также предъявляемые технические требования.

		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. Владеть основными навыками эксплуатации и поддержания работоспособности радиотехнических устройств, предназначенных для приема и обработки радиосигналов.
--	--	---

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	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	92	48	44
лекции	27	16	11
лабораторные работы	27	16	11
практические/семинарские занятия	38	16	22
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	88	24	64
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36	0

Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Зачет с оценкой, Курсовой проект	Экзамен	Зачет с оценкой, Курсовой проект
---	---	---------	----------------------------------

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ 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	2	1	2	2	4	Отчет по лабораторной работе
2	Внешние и внутренние шумы радиоприемных устройства. Чувствительность радиоприемных устройств	2	2			2	2	2	4	Решение задач
3	Линейная часть приемного тракта. Преселектор	3	2			3, 4, 5	6	2	4	Решение задач
4	Преобразователь частоты и гетеродины	4	2	6	6	6	2	3	4	Отчет по лабораторной работе
5	Усилители промежуточной частоты	5	2							Отчет по лабораторной работе
6	Детекторы сигналов. Амплитудные, фазовые и частотные детекторы	6	2	2, 4, 5	6			1	4	Отчет по лабораторной работе
7	Регулировки в приемниках. Автоматическая регулировка усиления	7	2			7, 8	4			Отчет по лабораторной работе
8	Автоматическая подстройка частоты и фазы	8	2	3	2			1	4	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		16		16		60	

Семестр № 8

№ 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	Методы оптимального приема дискретных сигналов. Структурный синтез оптимального приемника	1	2	1, 3	4					Отчет по лабораторной работе
2	Методы оптимального приема дискретных сигналов. Когерентные и некогерентные методы приема сигналов.	2	2			1	4	1, 2, 2	40	Отчет по лабораторной работе
3	Цифровые приемники радиосигналов. Особенности цифровых методов передачи и приема информации	3	2	2	2	2, 4	8	2	8	Отчет по лабораторной работе
4	Приемники с цифровой обработкой сигналов. Цифровые фильтры.	4	2	4	2	3	4	2	8	Отчет по лабораторной работе
5	Технологии программно-определяемого радио (SDR)	5	3	5	3	5, 6	6	2	8	Отчет по лабораторной работе
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой, Курсовой проект
	Всего		11		11		22		64	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	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.
2	Внешние и внутренние шумы радиоприемных устройства. Чувствительность радиоприемных устройств	Источники возникновения внешних и внутренних шумов в радиоприемных устройствах. Реальная чувствительность радиоприемных устройств. Шумовая температура. Коэффициент шума.
3	Линейная часть приемного тракта. Преселектор	Избирательность приемных устройств. Назначение преселектора, структурная схема, Расчет числа контуров преселектора, Одноконтурная входная цепь, Двухконтурная входная цепь и одноконтурный резонансный УРЧ.
4	Преобразователь частоты и гетеродины	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
5	Усилители промежуточной 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.
6	Детекторы сигналов. Амплитудные, фазовые и частотные детекторы	Амплитудные, фазовые и частотные детекторы. Структурная схема и принципы работы. Особенности использования в радиоприемных устройствах.
7	Регулировки в приемниках. Автоматическая регулировка усиления	Автоматическая регулировка усиления (АРУ), Структурная схема и принцип работы. Классификация и типы АРУ.
8	Автоматическая подстройка частоты и фазы	Автоматическая подстройка частоты и фазы (АПЧ, ФАПЧ), Структура и схема АПЧ, ФАПЧ, принцип работы и особенности применения в радиоприемных устройствах.

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	Методы оптимального приема дискретных сигналов. Структурный синтез оптимального приемника	Структурные схемы оптимального приемника, определение качества принимаемого сообщения, Различные реализации испытания отношения правдоподобия. Реализация оптимального приемника для общей бинарной задачи.
2	Методы оптимального приема дискретных	Когерентные и некогерентные методы приема сигналов. Прием сигналов с неопределенной

	сигналов. Когерентные и некогерентные методы приема сигналов.	фазой. Корреляционный прием радиосигналов. Схема реализации и функциональная схема устройства.
3	Цифровые приемники радиосигналов. Особенности цифровых методов передачи и приема информации	Аналого-цифровое преобразование сигналов в приемниках. Основные характеристики и принцип работы. Теоремы Котельникова, Найквиста-Шеннона. Цифровые фильтры и программная реализация схем обработки.
4	Приемники с цифровой обработкой сигналов. Цифровые фильтры.	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.
5	Технологии программно-определяемого радио (SDR)	История возникновения SDR. Назначение SDR. Принцип работы и применяемые схемы. Любительские SDR приемники. SDR приемники и технологии RFID. Система когнитивного радио.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Демодуляция АМ сигналов	2
2	Демодуляция БАМ сигналов	2
3	Детектирование сигналов с однополосной модуляцией	2
4	Демодуляция FM сигналов	2
5	Детектирование ASK сигналов	2
6	Детектирование и методы обработки частотно-манипулированных сигналов	6

Семестр № 8

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Демодуляция FSK сигналов	2
2	Демодуляция BPSK сигналов	2
3	Демодуляция QPSK сигналов	2
4	Исследование радиосигналов с расширенным спектром	2
5	Дискретизация сигналов в программируемой радиосвязи	3

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
---	---	----------------------------

1	Анализ структурных схем приемных устройств	2
2	Расчет реальной чувствительности и коэффициента шума приемного устройства	2
3	Колебательный контур и его использование в приемных устройствах	2
4	Расчет усилителя преселектора приемника	2
5	Расчет полосы пропускания фильтров сосредоточенной селекции	2
6	Преобразователи частоты	2
7	Параметрические усилители	2
8	Автоматические регулировки в приемниках	2

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Согласованные фильтры	4
2	Моделирование работы преобразователей Гильберта	4
3	Разработка цифровых фильтров	4
4	Моделирование работы демодуляторов сигналов с дискретными видами модуляции	4
5	Дискретизация сигналов в технологии SDR	4
6	Моделирование работы детекторов	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8
2	Подготовка к практическим занятиям	12
3	Расчетно-графические и аналогичные работы	4

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	24
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	40

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. Емона 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 семестр 7 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Работа выполняется в малых группах на стендах Емона 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:

1. Предварительное обсуждение. Если вы выполняли эксперимент 5, то заметили, как выглядел сигнал, модулированный по амплитуде синусоидой 2 кГц. Вы должны были увидеть главную особенность АМ сигнала – его огибающие имеют такую же форму, что и сигнал сообщения (нижняя огибающая, соответственно, перевернута). Получение исходного сигнала сообщения из АМ сигнала, называется демодуляцией. Демодуляция является основной функцией связных и телекоммуникационных приёмников. Электронная схема, которая широко применяется для демодуляции АМ сигналов, называется детектором огибающей. Блок-схема детектора огибающей показана на рисунке 1 ниже.

Выпрямитель (Rectifier) "обрезает" половину АМ сигнала, пропуская только одну огибающую (в данном случае верхнюю, но нижняя ничем не хуже). Выпрямленный сигнал (Rectified AM signal) поступает на RC фильтр низкой частоты (RC LPF), который выделяет пики сигнала. Т.к. входным для фильтра является выпрямленный АМ сигнал, то на выходе фильтра будет огибающая АМ сигнала. Поскольку огибающая имеет такую же форму, что и сигнал сообщения, то и напряжение на выходе фильтра (Recovered message) является сигналом сообщения, т.е. АМ сигнал можно считать демодулированным.

Ограничением детектора огибающей, показанного на рисунке 1, является то, что он не может правильно восстановить перемодулированный АМ сигнал сообщения. Чтобы понять почему, вспомните, что огибающая перемодулированного АМ сигнала уже не повторяет форму исходного сигнала. Поскольку огибающая искажена, то и детектор огибающей будет восстанавливать сигнал сообщения с искажениями.

2. Эксперимент В этом эксперименте используется модуль Емопа DATEх для получения АМ сигнала путем реализации математической модели. На модуле тренажера вы должны собрать детектор огибающей из выпрямителя и фильтра НЧ. Кроме того, вы должны подать АМ сигнал на вход детектора огибающей и сравнить демодулированный выходной сигнал с исходным сообщением и с огибающей АМ сигнала. Вы также понаблюдаете, какой эффект оказывает перемодуляция АМ сигнала на выходной сигнал детектора огибающей. В завершение, если позволит время, вы демодулируете АМ сигнал, умножив его на локальную несущую вместо того, чтобы использовать детектор огибающей. Выполнение эксперимента с части А по часть D должно занять у вас около 50 минут, а на выполнение части E эксперимента потребует около 20 минут.

3. 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 Емопа DATEх для выполнения экспериментов
- Два проводника с разъёмами типа BNC и типа "банан" (2 мм)
- Набор соединительных проводников с разъёмами типа "банан" (2 мм)
- Стереонаушники

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.

6.1.2 семестр 7 | 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 $\text{dk}(2) = 0,008$;
- 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.

6.1.3 семестр 8 | 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 Е 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 Епопа DАТЕх 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	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение

	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.	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 Семестр 7, 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 два 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 двухкратным 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 K174XA2, K174XA10. 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.

Пример задания:

1. Классификация и основные характеристики фазовых детекторов. Схемные решения детекторов, основные характеристики.
2. Входные цепи радиоприемников. Классификация входных цепей и требования к ним. Особенности входных цепей приемников различных диапазонов волн. Особенности входных цепей инфрадинного приемника.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
для получения оценки «отлично» необходимо полностью раскрыть	для получения оценки «хорошо» необходимо верно ответить на все теоретические	для получения оценки «удовлетворительно» достаточно правильно ответить	студент получает оценку «не удовлетворительно» если не ответил ни на один вопрос

содержание билета.	вопросы, но содержание раскрыто неполностью	на два теоретических вопроса	
--------------------	---	------------------------------	--

6.2.2.2 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

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

Вопросы к дифференциальному зачету 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 двухкратным 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 K174XA2, K174XA10. 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.

6.2.2.2 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

6.2.2.3 Семестр 8, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.3.1 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.

6.2.2.3.2 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

[Сайт] – URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=6016>

2. Дворников С. В. Устройства приема и обработки сигналов : учебное пособие / С. В. Дворников, А. Ф. Крячко, С. В. Мичурин, 2020. - 512.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.com/book/133898>

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.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.com/book/107933>

7. Травин Г. А. Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа : учебное пособие / Г. А. Травин, Д. С. Травин, 2019. - 52.

[Сайт] – URL: <http://e.lanbook.com/book/113916>

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 Бернارد. Цифровая связь: Теорет. основы и практ. применение : [Пер. с англ.] / Бернارد 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 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
8. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
9. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
10. шкаф д/док
11. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
12. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
13. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
14. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
15. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
16. настольная станция с прогр.обесп.для электротех.дисциплин
17. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"

18. настольная станция с прогр.обесп.для электротех.дисциплин
19. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
20. лабор.платформа для проектирования электронных схем (5 штук)
21. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
22. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
23. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/GF 1Gb/LCD23' /ИБП"
24. Компьютер "Intel Core i3/DDR 4Gb/HDD 1Tb/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