МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по УРиМД
_____Нариманова Г.Н.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия радиоэлектронных устройств и комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36		36	часов
Практические занятия	36		36	часов
Лабораторные занятия	32		32	часов
Курсовой проект		18	18	часов
Самостоятельная работа	40	54	94	часов
Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	72	252	часов
	5	2	7	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	6
Курсовой проект	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83666

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование у студентов багажа знаний и навыков, необходимых для проектирования устройств передачи и приема сигналов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение разновидностей радиосигналов, используемых в системах связи и локации.
2. Изучение структурных схем передатчиков и приемников их назначения, преимуществ и недостатков.
3. Изучение основных узлов приемо-передающего тракта.
4. Изучение систем автоматического регулирования в приемниках и передатчиках.
5. Изучение особенностей построения устройств приема информации, передаваемой в цифровой форме.
6. Изучение особенностей устройств передачи и приема шумоподобных сигналов.
7. Изучение систем с разнесенной передачей и приемом радиосигналов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.06.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 83666

ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных	Знает основные методы измерения характеристик передатчиков, приемников и их узлов.
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Умеет на основе экспериментальных измерений оценить качество передающих и приемных устройств и их основных узлов, а также выбрать направления улучшения качественных характеристик проектируемых трансиверов.
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеет навыками измерения и документирования характеристик передающих и приемных устройств, а также их использования для улучшения характеристик трансиверов.
ОПК-4. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1. Знает приемы, способы и методы применения вычислительной техники при выполнении функции сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных	Знает основные приемы проведения поиска в патентных и литературных источниках информации в части передающей и приемной подсистем систем связи и локации.
	ОПК-4.2. Умеет работать с информацией в глобальных компьютерных сетях	Умеет проводить поиск информации в патентных базах данных и Интернете с использованием поисковых систем касательно передающей и приемной подсистем систем связи и локации.
	ОПК-4.3. Владеет практическими навыками решения задач профессиональной деятельности с использованием информационных технологий	Владеет навыками поиска информации в патентных базах данных и Интернете с использованием поисковых систем касательно передающей и приемной подсистем систем связи и локации.
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 83666

ПК-2. Способен выполнять расчет и проектирование радиоэлектронных средств и их составных частей в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-2.1. Знает основы расчёта и проектирования радиоэлектронных средств и их составных частей в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Знает структурные схемы передатчиков и приемников, а также устройство их основных узлов. Знает принципы выбора структуры передатчиков и приемников и предъявления количественных требований к их основным узлам.
	ПК-2.2. Умеет выполнять расчет и проектирование радиоэлектронных средств и их составных частей в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Умеет выбирать структурные схемы передатчиков и приемников в зависимости от их назначения и требований к ним. Умеет выбирать схемотехнику основных узлов в зависимости от требований к ним. Умеет рассчитывать количественные требования к узлам передатчиков и приемников и сигналы, распространяющиеся в них.
	ПК-2.3. Владеет методами расчета и проектирования радиоэлектронных средств и их составных частей в соответствии с техническим заданием, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	Владеет методами и средствами расчета преобразований сигналов в передатчиках и приемниках как аналитически, так и использованием систем автоматизированного проектирования.
ПК-4. Способен разрабатывать рабочую и проектную документацию и осуществлять контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-4.1. Знает стандарты, технические условия и другие нормативные документы	Знает стандартные определения терминов и основные стандартные методы измерения характеристик передатчиков и приемников, знает основные положения стандартов единой системы конструкторской документации.
	ПК-4.2. Умеет разрабатывать рабочую и проектную документацию и осуществлять контроль ее соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Умеет разрабатывать документацию на передающие и приемные устройства, а также их составные части в соответствии с нормами единой системы конструкторской документации.
	ПК-4.3. Владеет методами разработки рабочей и проектной документации и способами контроля её соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Владеет методами разработки документации на передающие и приемные устройства, а также их составные части в соответствии с нормами единой системы конструкторской документации.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

Согласована на портале № 83666

и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		6 семестр	7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	122	104	18
Лекционные занятия	36	36	
Практические занятия	36	36	
Лабораторные занятия	32	32	
Курсовой проект	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	94	40	54
Подготовка к контрольной работе	9	9	
Подготовка к тестированию	9	9	
Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	12	12	
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	10	
Написание отчета по курсовому проекту	54		54
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость (в часах)	252	180	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	7	5	2

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр							
1 Основные разновидности радиосигналов, используемых в системах связи и локации	4	4	8	-	5	21	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
2 Структурные схемы передатчиков для формирования основных видов радиосигналов	4	4	-	-	3	11	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
3 Устройство и особенности основных узлов передающего тракта	4	4	8	-	5	21	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
4 Разновидности структурных схем приемников, их области применения, преимущества и недостатки	4	4	-	-	6	14	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4

Согласована на портале № 83666

5 Основные узлы приемного тракта, их особенности и характеристики	6	6	16	-	6	34	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
6 Системы автоматического регулирования в передающих и приемных устройствах	4	2	-	-	3	9	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
7 Особенности построения устройств передачи и приема информации, передаваемой в цифровой форме	4	4	-	-	6	14	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
8 Особенности передачи и приема шумоподобных сигналов	2	4	-	-	3	9	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
9 Системы с разнесенной передачей и приемом радиосигналов (MIMO)	4	4	-	-	3	11	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
Итого за семестр	36	36	32	0	40	144	
7 семестр							
10 Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект	-	-	-	18	54	72	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
Итого за семестр	0	0	0	18	54	72	
Итого	36	36	32	18	94	216	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основные разновидности радиосигналов, используемых в системах связи и локации	Основные виды модуляции в системах связи (АМ, ЧМ, ФМ, PSK, FSK, QPSK, OQPSK, MSK, OFDM). Импульсная и непрерывная модуляция в локационных системах. Сверхширокополосные сигналы в связи и локации.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
2 Структурные схемы передатчиков для формирования основных видов радиосигналов	Структурная схема передатчика для амплитудной, фазовой и квадратурной модуляции. Передатчики, построенные по схеме программно-управляемого радио.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	

Согласована на портале № 83666

3 Устройство и особенности основных узлов передающего тракта	Фильтры, формирующие спектр модулирующего и выходного сигнала передатчика. Модуляторы. Умножители и синтезаторы частоты. Усилители мощности радиосигналов. Согласование импедансов в усилителях мощности и на их выходе. Обеспечение чистоты выходного спектра передатчика. Основные требования к техническим характеристикам передатчиков.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
4 Разновидности структурных схем приемников, их области применения, преимущества и недостатки	Общая структурная схема приемника. Приемники прямого детектирования. Приемники прямого усиления. Супергетеродинные приемники. Выбор частоты настройки гетеродина относительно частоты сигнала, образование побочных каналов приема и борьба с ними. Инфрадинные приемники. Супергетеродины с несколькими преобразованиями частоты. Приемники прямого преобразования. Приемники прямого преобразования без ФАПЧ гетеродина. Приемники с цифровой обработкой сигналов. Программно-определяемое радио.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	

Согласована на портале № 83666

5 Основные узлы приемного тракта, их особенности и характеристики	Приемные антенны. Входные цепи. Схемотехника. Обеспечение избирательности по побочным каналам приема. Принципы расчета коэффициентов включения в антенную цепь и в цепь последующего каскада. Перестройка входной цепи по диапазону. Усилители радиочастоты (УРЧ). УРЧ как узел, определяющий чувствительность приемника, ограниченную шумами. Шумы в УПОС и их характеризация. Схемотехника УРЧ. Усилители промежуточной частоты. Преобразователи частоты. Нелинейные искажения в преобразователях частоты и их характеризация. Схемотехника преобразователей частоты. Балансные преобразователи частоты. Преобразователи частоты с фазовым подавлением зеркального канала. Фильтры в УПОС. Обеспечение избирательности по сосед-нему каналу. Распределенная и сосредоточенная избирательность. Аппроксимации АЧХ фильтров. LC-фильтры, пьезоэлектрические фильтры, фильтры на поверхностных акустических волнах. Активные фильтры. Автогенераторы и синтезаторы частоты.	6	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	6	
6 Системы автоматического регулирования в передающих и приемных устройствах	Автоматическая регулировка усиления (АРУ). Структурные схемы АРУ. Эстафетная АРУ. Основные характеристики и параметры АРУ. Принципиальные схемы узлов АРУ. Автоматическая подстройка и синтез частоты в УПОС. Системы ФАПЧ. Восстановление тактовой частоты в приемниках цифровых сигналов.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
7 Особенности построения устройств передачи и приема информации, передаваемой в цифровой форме	Влияние линейных искажений сигналов в приемниках цифровых сигналов. Межсимвольная интерференция и борьба с ней. Коррекция линейных искажений. Влияние и характеризация нелинейных искажений в приемниках цифровых сигналов. Влияние шумов в приемниках цифровых сигналов. Джиттер и его характеризация.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	

Согласована на портале № 83666

8 Особенности передачи и приема шумоподобных сигналов	Прием шумоподобных сигналов с использованием корреляторов. Прием шумоподобных сигналов с использованием согласованных фильтров.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
9 Системы с разнесенной передачей и приемом радиосигналов (MIMO)	Преимущества и особенности систем с разнесенной передачей и приемом радиосигналов (MIMO) в части скорости передачи информации и устойчивости к искажениям в канале связи.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		36	
7 семестр			
10 Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект	Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект.	0	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		36	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основные разновидности радиосигналов, используемых в системах связи и локации	Основные временные и спектральные особенности различных радиосигналов. Скорость передачи информации посредством различных видов модуляции, устойчивость разных сигналов к шумам и помехам.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
2 Структурные схемы передатчиков для формирования основных видов радиосигналов	Формирование сигналов в основной области частот. Преобразования сигналов при модуляции.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
3 Устройство и особенности основных узлов передающего тракта	Формирующие фильтры. Модуляторы. Синтезаторы и умножители частоты. Усилители мощности. Согласование импедансов и фильтрация сигнала на радиочастоте.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	

Согласована на портале № 83666

4 Разновидности структурных схем приемников, их области применения, преимущества и недостатки	Супергетеродинные приемники. Побочные каналы приема и борьба с ними. Приемники прямого преобразования. Приемники прямого преобразования без ФАПЧ гетеродина.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
5 Основные узлы приемного тракта, их особенности и характеристики	Входные цепи. Усилители. Преобразователи частоты. Нелинейные искажения в преобразователях частоты, усилителях и их характеризация.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Фильтры в УПОС. Обеспечение избирательности по соседнему каналу.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	6	
6 Системы автоматического регулирования в передающих и приемных устройствах	Автоматическая регулировка усиления. Автоматическая подстройка и синтез частоты в приемниках и передатчиках. Системы ФАПЧ.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	2	
7 Особенности построения устройств передачи и приема информации, передаваемой в цифровой форме	Межсимвольная интерференция в приемниках цифровых сигналов и борьба с ней. Влияние и характеризация нелинейных искажений в приемниках цифровых сигналов. Джиттер в приемниках цифровых сигналов и его характеризация.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
8 Особенности передачи и приема шумоподобных сигналов	Особенности передатчиков и приемников шумоподобных сигналов.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
9 Системы с разнесенной передачей и приемом радиосигналов (MIMO)	Основные свойства связных и локационных систем с несколькими передатчиками и приемниками. Функциональные особенности формирования и приема сигналов с разнесенным приемом и передачей.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	4	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 83666

6 семестр			
1 Основные разновидности радиосигналов, используемых в системах связи и локации	Изучение формирования импульсов в цифровой связи	8	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	8	
3 Устройство и особенности основных узлов передающего тракта	Изучение преобразователя частоты	8	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	8	
5 Основные узлы приемного тракта, их особенности и характеристики	Исследование малошумящего усилителя	8	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Изучение цифрового частотного детектора	8	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4
	Итого	16	
Итого за семестр		32	
Итого		32	

5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр		
Консультации в соответствии с индивидуальным заданием на курсовой проект.	18	ПК-2
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Разработка модели приемо-передающей системы с модуляцией QPSK на уровне структурной схемы
2. Разработка модели приемо-передающей системы с модуляцией OQPSK на уровне структурной схемы
3. Разработка модели приемо-передающей системы с модуляцией MSK на уровне структурной схемы
4. Разработка модели приемо-передающей системы с модуляцией QAM на уровне структурной схемы
5. Разработка программы для управления программно-управляемым приемо-передатчиком 5. USRP

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				

Согласована на портале № 83666

1 Основные разновидности радиосигналов, используемых в системах связи и локации	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Тестирование
	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Задачи и упражнения
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Лабораторная работа
	Итого	5		
2 Структурные схемы передатчиков для формирования основных видов радиосигналов	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Задачи и упражнения
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Тестирование
	Итого	3		
3 Устройство и особенности основных узлов передающего тракта	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Задачи и упражнения
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Лабораторная работа
	Итого	5		
4 Разновидности структурных схем приемников, их области применения, преимущества и недостатки	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Задачи и упражнения
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Тестирование
	Итого	6		

Согласована на портале № 83666

5 Основные узлы приемного тракта, их особенности и характеристики	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Задачи и упражнения
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Тестирование
	Итого	6		
6 Системы автоматического регулирования в передающих и приемных устройствах	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Тестирование
	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Задачи и упражнения
	Итого	3		
7 Особенности построения устройств передачи и приема информации, передаваемой в цифровой форме	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Задачи и упражнения
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Тестирование
	Итого	6		
8 Особенности передачи и приема шумоподобных сигналов	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Задачи и упражнения
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Тестирование
	Итого	3		

Согласована на портале № 83666

9 Системы с разнесенной передачей и приемом радиосигналов (MIMO)	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Задачи и упражнения
	Подготовка к контрольной работе	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	1	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Тестирование
	Итого	3		
Итого за семестр		40		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
7 семестр				
10 Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект	Написание отчета по курсовому проекту	54	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	54		
Итого за семестр		54		
Итого		130		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности					Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	+	+	Задачи и упражнения, Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен
ОПК-4	+	+	+	+	+	Задачи и упражнения, Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен
ПК-2	+	+	+	+	+	Задачи и упражнения, Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен
ПК-4	+	+	+	+	+	Задачи и упражнения, Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Согласована на портале № 83666

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
6 семестр				
Контрольная работа	5	5	10	20
Лабораторная работа	0	10	10	20
Тестирование	0	0	5	5
Задачи и упражнения	10	5	10	25
Экзамен				30
Итого максимум за период	15	20	35	100
Нарастающим итогом	15	35	70	100

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Отчет по курсовому проекту	0	0	100	100
Итого максимум за период			100	100
Нарастающим итогом			100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)

Согласована на портале № 83666

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Устройства приема и обработки сигналов: Конспект лекций / Э. В. Семенов - 2019. 124 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8989.
2. Устройства приема и обработки сигналов: Учебное пособие / В. П. Пушкарёв - 2012. 201 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1519.
3. Радиоприемные устройства: Учебник / В. П. Пушкарёв - 2019. 226 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9325.
4. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов [и др.]. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 176 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/303020.
5. Дегтярь Г.А. Устройства генерирования и формирования сигналов: Учебник. – НГТУ, 2005, часть 1, 480 с. (31), часть 2, 548 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 31 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Онищук А.Г., Хабеньков И.И., Амелин А.М. Радиоприемные устройства. − Минск: Новое знание, 2006. − 240 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 54 экз.).
2. Бровченко С.П., Галустов Г.Г. Устройства приема и обработки сигналов в радиотехнических системах диапазона СВЧ : учебное пособие. – М.: Сайнс-Пресс, 2005. – 80 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Устройства приема и обработки сигналов: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям, лабораторным работам и самостоятельной работе / Э. В. Семенов - 2024. 50 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10976.
2. Устройства приема и обработки сигналов: Учебно-методическое пособие / В. П. Пушкарёв - 2012. 70 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1515.
3. Фазовая обработка в задачах формирования, передачи и исследования искажений сверхширокополосных сигналов: Учебное пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе / Э. В. Семенов - 2007. 122 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8320.
4. Изучение формирования импульсов в цифровой связи: Методические указания к лабораторной работе / Э. В. Семенов - 2018. 17 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7603.
5. Изучение цифрового частотного детектора: Методические указания к лабораторной работе / Э. В. Семенов - 2017. 4 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7590.
6. Проектирование радиопередающих устройств для систем подвижной радиосвязи / Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин, О. А. Белоусов [и др.]. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 116 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/314705.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

Согласована на портале № 83666

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой АРРА 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

Согласована на портале № 83666

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой АРРА 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Генератор импульсов АКИП-3308/1;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Измерительмодуля коэфиц. передачи отражR2M-04;
- Источник питания постоянного тока GPS-4303;
- Компактный коммутатор D-Link 24 порта;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Програмно-аппаратный комплекс на базе PXI;
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (2 шт.);
- Осциллограф-стробоскоп USB АКИП-4132/1;

Согласована на портале № 83666

- Генератор сигналов DG5102,RIGOL;
- Осциллограф DS-1150C (5шт.)
- Цифровой осциллограф GDS-810C(2шт.);
- Цифровой комплекс учебно-научных лаборат. ГПО;
- Генератор сигналов АКИП-3428/3
- Системный блок Intant A3280 (9шт.);
- МониторAser 23.8"IPS(9шт.);
- Генератор сигналов HANTEK HDG6202B;
- Рабочее место слесаря сборщика РМ-4315;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Согласована на портале № 83666

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Основные разновидности радиосигналов, используемых в системах связи и локации	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
2 Структурные схемы передатчиков для формирования основных видов радиосигналов	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
3 Устройство и особенности основных узлов передающего тракта	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

Согласована на портале № 83666

4 Разновидности структурных схем приемников, их области применения, преимущества и недостатки	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
5 Основные узлы приемного тракта, их особенности и характеристики	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
6 Системы автоматического регулирования в передающих и приемных устройствах	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

Согласована на портале № 83666

7 Особенности построения устройств передачи и приема информации, передаваемой в цифровой форме	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
8 Особенности передачи и приема шумоподобных сигналов	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
9 Системы с разнесенной передачей и приемом радиосигналов (MIMO)	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
10 Индивидуальная работа в соответствии с заданием на курсовой проект	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть

Согласована на портале № 83666

2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что непосредственно дает переход от бинарной к квадратурной фазовой манипуляции?
   а) улучшение помехозащищенности;
   б) удвоение скорости передачи;

Согласована на портале № 83666

в) уменьшение занимаемой в эфире полосы частот;
г) уменьшение коэффициента ошибок.

2. Приемник прямого детектирования состоит из…
   а) фильтра, усилителя и детектора;
   б) фильтра и детектора;
   в) фильтра, смесителя, усилителя и детектора;
   г) фильтра, смесителя, гетеродина и детектора.
3. Для чего выполняется перенос несущей частоты на промежуточную в радиоприемниках?
   а) для реализации дополнительных каналов приема;
   б) для упрощения подавления соседнего канала приема;
   в) для упрощения подавления зеркального канала приема;
   г) для уменьшения собственных шумов приемника.
4. На какой частоте образуется зеркальный канал в супергетеродинных приемниках?
   а) на расстоянии двух промежуточных частот от частоты принимаемого сигнала;
   б) на промежуточной частоте;
   в) на удвоенной промежуточной частоте;
   г) на расстоянии промежуточной частоты от частоты принимаемого сигнала.
5. Приемник прямого преобразования состоит из…
   а) преобразователя частоты, фильтра, усилителя промежуточной частоты, детектора;
   б) преобразователя частоты, фильтра, усилителя частоты модуляции;
   в) преобразователя частоты, фильтра, усилителя частоты модуляции, детектора;
   г) фильтра, усилителя, детектора.
6. Фазовая автоподстройка частоты в приемнике прямого преобразования…
   а) требуется в любом случае;
   б) требуется, если преобразователь частоты выполнен квадратурным;
   в) требуется, если не используется квадратурный преобразователь частоты;
   г) не требуется.
7. Какую функцию в принципе не может выполнить входная цепь?
   а) согласование с приемной антенной;
   б) перестройка на другую частоту приема;
   в) подавление зеркального канала приема;
   г) преобразование частоты.
8. От чего зависят собственные шумы приемника?
   а) от шумов входного каскада;
   б) от шумов всех каскадов в одинаковой степени;
   в) от шумов выходного каскада;
   г) от шумов эфира.
9. Основное усиление в супергетеродинных приемниках реализуется на…
   а) радиочастоте;
   б) частоте модуляции;
   в) постоянном токе;
   г) промежуточной частоте.
10. Смеситель в приемнике действует как…
    а) сумматор;
    б) логарифмирующая цепь;
    в) перемножитель;
    г) цепь возведения в квадрат.
11. Точка пересечения третьего порядка характеризует…
    а) напряжение насыщения трехкаскадного усилителя;
    б) частоту среза фильтра третьего порядка;
    в) интермодуляционные нелинейные искажения в цепи;
    г) гармонические нелинейные искажения в цепи.
12. Основная избирательность супергетеродинного приемника по соседнему каналу реализуется на…
    а) радиочастоте;
    б) промежуточной частоте;
    в) частоте модуляции;

Согласована на портале № 83666

г) постоянном токе.

13. В каких каскадах приемника автоматическая регулировка в первую очередь снижает усиление?
    а) в первом каскаде;
    б) в последнем каскаде;
    в) равномерно во всех каскадах;
    г) в первом и последнем каскадах.
14. Какого рода погрешности регулирования может допускать система фазовой автоподстройки частоты?
    а) средние частота и фаза на ее выходе могут отличаться от требуемых;
    б) средняя частота на ее выходе может отличаться от требуемой, а фаза в точности равна требуемой;
    в) средняя фаза на ее выходе может отличаться от требуемой, а частота в точности равна требуемой;
    г) средние частота и фаза на ее выходе в точности равны требуемым.
15. Взаимные помехи между двумя последовательно передающимися символами в системе цифровой связи неустранимы, если полоса пропускания приемопередающего тракта …
    а) не бесконечна;
    б) меньше частоты следования символов;
    в) меньше половины частоты следования символов;
    г) меньше удвоенной частоты следования символов.
16. Возникшую межсимвольную интерференцию…
    а) устранить невозможно;
    б) всегда можно устранить линейной цепью;
    в) можно устранить только нелинейной цепью;
    г) в некоторых случаях можно устранить и линейной цепью, а иногда необходима нелинейная цепь.
17. Джиттер возникает вследствие…
    а) шумов в приемопередающем тракте;
    б) нелинейных искажений в приемопередающем тракте;
    в) искажения амплитудно-частотной характеристики приемопередающего тракта;
    г) искажения фазо-частотной характеристики приемопередающего тракта.
18. Системы с шумоподобными сигналами…
    а) чувствительны к многолучевой интерференции также, как и обычные;
    б) более чувствительны к многолучевой интерференции;
    в) менее чувствительны к многолучевой интерференции;
    г) не допускают наличия многолучевого распространения.
19. При передаче информации в системе с шумоподобными сигналами…
    а) каждый абонент занимает такую же полосу частот, как и в обычной системе;
    б) каждый абонент занимает большую полосу частот, чем в обычной системе;
    в) каждый абонент занимает меньшую полосу частот, чем в обычной системе;
    г) занимаемую системой связи полосу частот определить невозможно.
20. Синхронная демодуляция шумоподобного сигнала осуществляется при помощи…
    а) коррелятора;
    б) согласованного фильтра;
    в) преобразователя частоты;
    г) фильтра Найквиста.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Модуляция OFDM.
2. Семейство форматов модуляции CPM.
3. Семейство форматов модуляции PSK.
4. Способы организации коллективного доступа к эфиру.
5. Области применения и задачи УПОС.
6. Приемники прямого детектирования.
7. Приемники прямого усиления.
8. Приемники с преобразованием частоты. Их общие преимущества.

Согласована на портале № 83666

9. Супергетеродинные приемники.
10. Супергетеродинные приемники.
11. Побочные каналы приема в супергетеродине и борьба с ними.
12. Инфрадин.
13. Супергетеродины с несколькими преобразованиями частоты.
14. Приемники прямого преобразования.
15. Устройство приемников прямого преобразования без ФАПЧ гетеродина.
16. Программно-определяемое радио.
17. Приемные антенны.
18. Согласование с приемной антенной.
19. Входные цепи: структурная схема и варианты принципиальных схем.
20. Расчет одноконтурной входной цепи.
21. Перестройка входных цепей. Удлиненные и укороченные антенные цепи.
22. Усилители радиочастоты: требования, параметры и схемотехника.
23. Шумы в УПОС: определение чувствительности приемника; физика возникновения, закономерности накопления и характеризация шумов.
24. Усилители промежуточной частоты: требования и схемотехника.
25. Принцип действия преобразователей частоты.
26. Нелинейные искажения в тракте УПОС и их характеризация.
27. Схемотехника преобразователей частоты.
28. Преобразователи частоты с фазовым подавлением зеркального канала.
29. Автогенераторы. Обратное преобразование шумов гетеродина.
30. Распределенная основная селекция.
31. Сосредоточенная основная селекция.
32. Пьезоэлектрические фильтры сосредоточенной селекции.
33. Задачи и варианты структурных схем АРУ.
34. Основные параметры и характеристики АРУ. Простая и задержанная АРУ.
35. АРУ с прямым, обратным и комбинированным регулированием.
36. Схемы регуляторов систем АРУ.
37. Цифровая АРУ.
38. Статические и астатические системы АПЧ.
39. Следящие системы АПЧ и системы стабилизации частоты.
40. Межсимвольная интерференция. Причины возникновения и методы борьбы с ней.
41. Фильтры Найквиста. Приподнятый косинус.
42. Реализация фильтров Найквиста в УПОС с канальным кодированием «без возвращения к нулю».
43. Распределение передаточной функции фильтра Найквиста между приемником и передатчиком.
44. Использование фильтров Гаусса и Чебышева в тракте основной селекции цифровых УПОС.
45. Трансверсальные корректоры передаточной функции цифровых УПОС.
46. Корректор передаточной функции цифровых УПОС с обратной связью по решению.
47. Определение и основные характеристики джиттера.
48. Классификация составляющих джиттера.
49. Случайный джиттер. Его особенности и характеристики.
50. Детерминированный джиттер. Его особенности и характеристики.
51. Преобразователь Гильберта и его использование в цифровых УПОС.
52. Цифровые амплитудные ограничители.
53. Цифровые амплитудные детекторы.
54. Цифровые частотные и фазовые детекторы.
55. Общие особенности систем связи с шумоподобными сигналами.
56. Используемые разновидности ШПС, генерирование ШПС, ШПС-передатчик.
57. Асинхронная демодуляция ШПС.
58. Синхронная демодуляция ШПС.
59. Системы связи с прыгающей частотой.
60. Начальный поиск в ШПС-приемниках.
61. Отслеживание сигнала в ШПС-приемниках.

Согласована на портале № 83666

62. Способы формирования каналов при разнесенном приеме радиосигналов.
63. Методы комбинирования сигналов при разнесенном приеме радиосигналов.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Форматы входных сигналов приемников (BPSK, QPSK, OQPSK, DQPSK, MSK, QAM...).
2. Отличие приемников прямого преобразования и супергетеродинных приемников.
3. Зеркальный канал приема: причины образования и методы борьбы с ним.
4. Преселектор: роль и требования к параметрам.
5. Усилитель радиочастоты: роль и требования к параметрам.
6. Принцип действия преобразователя частоты.
7. Варианты реализации фильтра сосредоточенной селекции.
8. Требования к усилителю промежуточной частоты или частоты модуляции.
9. Принцип действия и место автоматической регулировки усиления в приемнике.
10. Принцип действия и место автоматической подстройки частоты в приемнике.

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Разработка модели приемо-передающей системы с модуляцией QPSK на уровне структурной схемы
2. Разработка модели приемо-передающей системы с модуляцией OQPSK на уровне структурной схемы
3. Разработка модели приемо-передающей системы с модуляцией MSK на уровне структурной схемы
4. Разработка модели приемо-передающей системы с модуляцией QAM на уровне структурной схемы
5. Разработка программы для управления программно-управляемым приемо-передатчиком 5. USRP

9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

Контрольная 1. Основные задачи УПОС, форматы входных сигналов

1. Основные задачи устройств приема и обработки сигналов.
2. По каким информативным признакам может быть селектирован сигнал передатчика?
3. Что такое чувствительность?
4. Что такое избирательность?
5. Семейство форматов модуляции PSK.
6. Семейство форматов модуляции CPM.
7. Семейство форматов модуляции FSK.
8. Модуляция OFDM.

Контрольная 2. Структурные схемы приемников

1. Структурная схема приемника прямого детектирования, его преимущества и недостатки.
2. Структурная схема приемника прямого усиления. Его преимущества и недостатки.
3. Возможные варианты настройки частоты гетеродина относительно частоты сигнала.
4. Структурная схема супергетеродинного приемника. Его преимущества и недостатки.
5. Структурная схема и основные особенности инфрадина.
6. Побочные каналы приема и борьба с ними.
7. Структурная схема приемника прямого преобразования, его преимущества и недостатки.
8. Супергетеродины с несколькими преобразованиями частоты.
9. Приемник прямого преобразования без фазовой автоподстройки частоты гетеродина.
10. Программно-определяемое радио.

Контрольная 3. Узлы приема и обработки сигналов

1. Перечень основных функциональных узлов приемника.
2. Основные разновидности приемных антенн.
3. Задачи и параметры входных цепей.
4. Варианты схемотехнической реализации входных цепей.
5. При расчете одноконтурной входной цепи что рассчитывается и исходя из каких основных критериев?
6. Расчетные формулы для коэффициентов включения контура входной цепи.

Согласована на портале № 83666

7. Особенности перестройки входной цепи по диапазону. Что такое укороченная и удлиненная антенная цепь?
8. Основные требования к УРЧ и параметры УРЧ.
9. Основные источники шума в УПОС. Какие каскады УПОС в наибольшей степени влияют на собственные шумы приемника.
10. Как количественно характеризуют собственные шумы приемника?
11. Что такое пороговая и реальная чувствительность приемника?
12. Схемотехника УРЧ.
13. Схемотехника УПЧ.
14. Назначение и принцип действия преобразователей частоты.
15. Нелинейные искажения в преобразователях частоты и их характеризация.
16. Схемотехника транзисторных преобразователей частоты.
17. Разновидности и схемотехника диодных преобразователей частоты.
18. Структурная схема и принцип действия преобразователей частоты с фазовым подавлением зеркального канала.
19. Структурная схема и основные параметры автогенератора.
20. Простейшие схемы LC-автогенераторов.
21. Автогенераторы с кварцевыми резонаторами.
22. Что такое обратное преобразование шумов гетеродина?
23. Синтезаторы частоты.
24. Варианты распределения селективных цепей по УПЧ.
25. Коэффициент прямоугольности.
26. Особенности и недостатки распределенной селекции на одинаково настроенных контурах.
27. Распределенная селекция на расстроенных контурах.
28. Зависимость АЧХ двухконтурного фильтра от коэффициента связи контуров.
29. Сосредоточенная основная селекция.
30. Основные технические требования к фильтрам сосредоточенной селекции.
31. Основные разновидности аппроксимаций АЧХ фильтров.
32. Разновидности фильтров по физическому исполнению.
33. Устройство пьезоэлектрических фильтров сосредоточенной селекции на объемных акустических волнах.
34. Устройство, принцип действия и проектирование пьезоэлектрических фильтров на поверхностных акустических волнах.
35. Активные фильтры сосредоточенной селекции.

Контрольная 4. Системы автоматики

1. Какие и для чего применяются системы автоматики в УПОС?
2. Что такое динамический диапазон приемника?
3. Закономерности накопления нелинейных искажений и шумов в УПОС.
4. Для чего предназначена АРУ в УПОС?
5. Основные параметры АРУ.
6. Структурная схема АРУ.
7. Что такое эстафетная АРУ? Что дает такое построение системы АРУ?
8. Простая и задержанная АРУ и их амплитудные характеристики.
9. Регулировочные характеристики простой, задержанной и бесшумной АРУ.
10. АРУ с прямым, обратным и комбинированным регулированием.
11. Схемы регуляторов систем АРУ.
12. Разновидности систем АПЧ.
13. Статические АПЧ.
14. Цифровая АРУ.
15. Следящая ФАПЧ.
16. Астатические по фазе системы ФАПЧ.

Контрольная 5. Особенности цифровых УПОС

1. Межсимвольная интерференция. Причины возникновения и методы борьбы с ней.
2. Фильтры Найквиста. Приподнятый косинус.
3. Реализация фильтров Найквиста в УПОС с канальным кодированием «без возвращения к нулю».

Согласована на портале № 83666

4. Распределение передаточной функции фильтра Найквиста между приемником и передатчиком.
5. Корректор передаточной функции цифровых УПОС с обратной связью по решению.
6. Трансверсальные корректоры передаточной функции цифровых УПОС.
7. Классификация составляющих джиттера.
8. Определение и основные характеристики джиттера.
9. Случайный джиттер. Его особенности и характеристики.
10. Детерминированный джиттер. Его особенности и характеристики.

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Изучение формирования импульсов в цифровой связи
2. Изучение преобразователя частоты
3. Исследование малошумящего усилителя
4. Изучение цифрового частотного детектора

9.1.7. Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

1. Выбор порядка фильтра для обеспечения заданной избирательности.
2. Расчет входной цепи.
3. Расчет коэффициента шума усилителя радиочастоты.
4. Расчет нелинейных искажений сигналов по заданной точке компрессии.
5. Расчет простого усилительного каскада.
6. Расчет формы символьного импульса и межсимвольной интерференции в цифровых приемниках.
7. Отрисовка модулирующего сигнала в системе с шумоподобными сигналами.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 83666

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 83666

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 6 от «13» 2 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий кафедрой, каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. РСС	Э.В. Семенов	Разработано, 939a637f-4814-47d4-a9c2-785d44cc0e9d

Согласована на портале № 83666