

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета  В.А. Небольсин
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
**«Тенденции развития радиоэлектронных систем передачи инфор-
мации»**

Специальность 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Направленность Радиоэлектронные системы передачи информации
Квалификация выпускника Инженер
Нормативный период обучения 5,5 лет
Форма обучения Очная
Год начала подготовки 2019 г.

Автор программы  /Журавлёв Д.В./

Заведующий кафедрой
радиоэлектронных устройств
и систем  /Журавлёв Д.В./

Руководитель ОПОП  /Журавлёв Д.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Ознакомить студентов с основными направлениями конструкторско-технологического проектирования аппаратуры средств связи. Рассмотреть современные системы телекоммуникаций и радиоканалов, при этом основное внимание уделить цифровой передаче информации.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов навыков самостоятельной работы над сформулированным направлением работы, адаптировать студентов к научной деятельности и конструкторской деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации» направлен на формирование следующей компетенции:

ПК-4 Способен к проведению диагностики, оценки качества и надежности в процессе эксплуатации радиоэлектронных систем и комплексов.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов.
	Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.
	Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Тенденции развития радиоэлектронных систем передачи информации» составляет 3 зачетные единицы.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		9			
Аудиторные занятия (всего)	36	36			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	-	-			
Лабораторные работы (ЛР)	18	18			
Самостоятельная работа	72	72			
Курсовой проект	-	-			
Контрольная работа	-	-			
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+			
Общая трудоемкость час зач. ед.	108	108			
	3	3			

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные тенденции развития систем связи	Этапы развития телекоммуникационных систем, поколения и функциональные признаки телекоммуникационных систем связи, сети связи общего пользования с частотным, временным и кодовым разделением каналов (FDMA, TDMA, CDMA). Принципы и структура построения сетей связи с каналами общего доступа; системы радиосвязи специализированного пользования – зональные, городские, междугородные; системы радиосвязи автономного пользования.	6	-	6	25	37
2	Системы и средства подвижной связи	Системы подвижной радиотелефонной связи – сотовые системы, беспроводной доступ, транкинговые системы. Спутниковые системы связи; аналоговые и цифровые системы связи.	6	-	6	25	37
3	Широкополосные беспроводные сети передачи информации	Архитектура построения беспроводных сетей передачи информации. Персональные и локальные беспроводные сети. Стандарты 802.11 и 802.15. Беспроводные сети четвертого поколения. Физический и каналный уровни.	6	-	6	22	34
Итого			18	-	18	72	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Тема 1. Выделение сигнала из помех (6 часов)

Проектирование цифровых фильтров в среде MatLab для выделения сигнала на фоне белого шума, разделения сигналов, занимающих разные полосы частот, точечной фильтрации наводки сетевой частоты.

Тема 2. Глазковые диаграммы (4 часов)

Формирование зашумленного сигнала и наблюдение глазковых диаграмм в среде MatLab.

Тема 3. Применение фазового детектора для демодуляции различных сигналов (4 часа)

Моделирование сигналов АМ, ФМ, КАМ, исследование прохождения зашумленных модулированных сигналов через фазовый детектор.

Тема 4. Формирование сигналов OFDM с использованием быстрого преобразования Фурье (4 часов)

5.3 Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов заключается в подготовке докладов и рефератов по предложенным темам. Общее число часов, отводимое на СРС (90), делится на 2 равные части. Половина времени отводится на подготовку докладов, заслушивание и обсуждение которых происходит на практических занятиях.

Тема 1. Простейшие методы модуляции (30 часов, подготовка доклада)

1.1 Основные виды аналоговой модуляции: АМ, ФМ, ЧМ. АРУ в АМ приемнике и ограничитель в ЧМ приемнике: влияние на продетектированный сигнал при разных мощностях сигнала.

1.2 Простейшие виды цифровой модуляции (манипуляции). АМн, FSK, PSK.

1.3 FFSK, передача модулирующего сигнала без фазовых разрывов

1.4 Гауссовская модуляция

Спектры модулированных сигналов для каждого из типов модуляции. Способы модуляции и демодуляции. Помехоустойчивость различных методов модуляции. Требования к аппаратуре приемника и передатчика для АМ, ФМ, ЧМ.

Справка: модемы фирмы CML www.cmlmicro.com/products/wireless-data/ Особенности аппаратуры модемов: FFSK и гауссовского.

Ключевые фразы для поиска: амплитудная манипуляция спектр, быстрая частотная модуляция, виды цифровой модуляции, помехоустойчивость методов модуляции.

Тема 2. Квадратурная модуляция (30 часов, подготовка доклада)

Определения BPSK, QPSK, 8-PSK, QAM.

Понятие сигнального созвездия (constellation diagram) — положение множества передаваемых символов на комплексной плоскости.

Влияние помех на положение символов в созвездии. Определение помехоустойчивости по созвездию. Построение диаграмм рассеяния (созвездий) в MatLab. Приборы для наблюдения диаграмм рассеяния <http://www.youtube.com/watch?v=C8kJ3rq5ENo>

Методы кодирования и декодирования. Требования к параметрам передатчика и приемника.

Справка: модемы фирмы CML www.cmlmicro.com/products/wireless-data/ - конкретные особенности QAM модемов.

Ключевые фразы для поиска: constellation diagram, квадратурная модуляция, сигнальное созвездие

Тема 3. Джиттер в системах передачи цифровой информации. Наблюдение и измерение джиттера. (30 часов, подготовка доклада)

Определение и причины возникновения джиттера. Способы измерения джиттера.

Определение BER.

Борьба с джиттером опорных генераторов. Сравнение кварцевых опорных генераторов и PLL http://kit-e.ru/articles/elcomp/2009_08_65.php

Глазковая диаграмма. Определение, способы и приборы для отображения.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено учебным планом

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения,, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	Знать принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками разработки принципиальных схем РЭУ с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Не предусмотрено учебным планом

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных

Не предусмотрено учебным планом

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. В чем состоят основные недостатки кода NRZ применительно к беспроводной передаче?
2. Код Манчестер-II: принцип формирования, ширина спектра, борьба с проблемой инвертирования данных.
3. Как связаны между собой скорость передачи, полоса пропускания канала связи и вероятность ошибки?
4. Каковы требования к форме спектра модулированного ВЧ сигнала?
5. Каково теоретическое ограничение на число бит, передаваемых за один такт в канале связи с шумами?
6. Какие виды модуляции обеспечивают максимальную эффективность использования полосы частот?
7. Какие виды модуляции позволяют использовать передатчики с максимальным КПД?
8. Почему при КАМ предъявляются повышенные требования к линейности передатчика?
9. Как взаимосвязаны между собой линейность и КПД передатчика?
- Организация высокоскоростной передачи данных по радиоканалу
10. В чем заключаются основные проблемы сокращения длительности передаваемого символа?
11. С помощью каких приборов можно наблюдать глазковую диаграмму?
12. Для чего служат межсимвольные охранные интервалы?
13. Поясните причины возникновения межсимвольной интерференции.
14. Каковы принципы измерения джиттера?
15. Каковы причины возникновения джиттера при передаче данных по радиоканалу?
16. В чем заключается преимущества применения OFDM перед ЧМ при одинаковых скоростях передачи?
17. Почему при OFDM спектры поднесущих перекрываются и как при этом можно разделить сигналы поднесущих?
18. В чем состоит отличие COFDM от OFDM?
19. Для чего служит преамбула при пакетной передаче данных?
20. Каково назначение символов битовой и байтовой синхронизации?
21. В чем состоит отличие контрольной суммы от синдрома?
22. Как связаны между собой кодовое расстояние и число исправимых ошибок?
23. Дайте определение блочного кода (n,k) .
24. Что такое избыточность кода?
25. Что называют скоростью блочного кода?

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену Не предусмотрено учебным планом

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник // Под ред. Баскакова С.И. – М.: Высшая школа, 2000. – 462 с.
2. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников. – М.: Додэка XXI, 2008. – 720 с.
3. Блейхут Р. Теория и практика кодов, контролирующих ошибки. – М.: Мир, 1986— 576 с.
4. А.Б. Сергиенко. Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов. – СПб: БХВ-Петербург, 2013. – 768 с.
5. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов. Пер. с англ. Под ред. А. А. Бритова. – 2-е изд. – М. : Бином-Пресс, 2007. – 656 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная плакатами и пособиями по профилю, а так же:

- Персональный компьютер в количестве 15 штук;
- Видеопроектор.
- МФУ.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В рамках общего объема часов самостоятельной работы студентов, отведенных для изучения дисциплины, предусматриваются следующие виды работ: выполнение индивидуальных домашних заданий по одной из тем, перечисленных в п.5.3, изучение теоретического материала с самоконтролем по приведенным выше вопросам, оформление и защита лабораторных работ, подготовка к экзамену.

Для самостоятельного изучения дисциплины и закрепления теоретического материала в программу включены контрольные вопросы для самостоятельной оценки студентом качества изучения дисциплины и возможность консультаций у ведущего преподавателя.

Для выполнения лабораторных работ в соответствии с разделом 5.2 настоящей учебной программы студент должен предварительно самостоятельно освоить теоретический материал соответствующих тем.

Для защиты работы он должен знать теоретический материал и продемонстрировать навыки компьютерного расчета и моделирования цифровых фильтров.

Для освоения теоретического материала в области обработки сигналов рекомендуются учебники [1], [2], [5]. Книга [3] является основным теоретическим источником в области кодов, исправляющих ошибки. Пособие [4] незаменимо при знакомстве с пакетом MatLab в части применения его для решения задач цифрового формирования и обработки сигналов.

При выполнении индивидуальных домашних заданий, помимо перечисленных источников, рекомендуется использовать также перечисленные ниже интернет-ресурсы.