

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 14:16:28

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736a76c8f8de882b8a592

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г.Игнатова

«07» сентября 2020 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы цифровой радиосвязи»

Направление подготовки – 11.03.01 «Радиотехника»

Направленность (профиль) – «Проектирование радиоинформационных систем»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 - «Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ» сформулирована на основе профессионального стандарта 40.035 «Инженер-конструктор аналоговых сложнофункциональных блоков».

Обобщенная трудовая функция В – «Моделирование, анализ и верификация результатов моделирования разработанных принципиальных схем аналоговых блоков и СФ-блока».

Трудовая функция В/01.6 – «Моделирование схем отдельных аналоговых блоков».

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.ОЦРС Способен проводить математическое моделирование базовых устройств систем цифровой радиосвязи с применением стандартных прикладных пакетов	Моделирование, анализ и верификация результатов моделирования базовых устройств систем цифровой радиосвязи	Знает: основные научно-технические термины и определения в области цифровой радиосвязи и области ее применения; принципы работы устройств обнаружения и детектирования радиосигналов на фоне шума; методы инженерной оценки характеристик радиоканала и радиоустройств; принципы согласованной фильтрации и разрешения сигналов. Умеет: применять физические и математические модели, лежащие в основе принципов действия приборов и устройств радиотехники; проводить анализ и расчет характеристик канала или радиоустройства согласно заданным параметрам. Опыт деятельности: расчеты основных характеристик устройств и систем цифровой радиосвязи; решения основных задач расчета и моделирования каналов цифровой радиосвязи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для освоения дисциплины должны быть изучены следующие дисциплины или модули образовательной программы: Физика; Основы математического анализа; Теория вероятностей; Радиотехнические цепи и сигналы, Цифровая обработка сигналов.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
4	7	5	180	32	32	16	64	Экз(36), КР

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Сигналы и спектры	4	4	2	4	Сдача ПЗ Выполнение и защита ЛР
2. Форматирование и импульсная модуляция.	6	8	2	8	Сдача ПЗ Выполнение и защита ЛР Контрольная работа Рубежный контроль
3. Низкочастотная демодуляция/обнаружение	6	8	4	10	Сдача ПЗ Выполнение и защита ЛР Контрольная работа

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
4. Полосовая модуляция и демодуляция	6	4	2	4	Сдача практико-ориентированного задания Выполнение и защита ЛР Контрольная работа
5. Пропускная способность и скорость передачи данных	4	4	2	6	Сдача ПЗ Выполнение и защита ЛР Контрольная работа
6. Канальное кодирование	6	4	4	32	Сдача ПЗ Выполнение и защита ЛР Контрольная работа Защита курсовой работы

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1.	2	Введение. Задачи и содержание дисциплины. Взаимосвязь курса с последующими дисциплинами специальности радиоинженера. Типичная функциональная схема и основные преобразования сигнала. Основная терминология. Цифровые и аналоговые критерии производительности. Конспект лекций. Л.1, стр.30-41
	2.	2	Классификация сигналов. Понятия и характеристики: энергия, мощность, спектральная плотность, корреляция и автокорреляция, ширина полосы при передаче сигналов. Случайные сигналы. Передача сигнала через линейные системы. Конспект лекций. Л.1, стр.41-48
2	3.	2	Низкочастотные системы. Форматирование текстовой информации. Сообщения, знаки, символы. Форматирование аналоговой информации: теорема Котельникова, наложение, выборка с запасом, сопряжение сигнала с цифровой системой. Конспект лекций. Л.1, стр.84-104
	4.	2	Источники искажения: влияние дискретизации и квантования, воздействие канала, отношение сигнал/шум для квантованных импульсов; импульсно-кодовая модуляция; квантование с постоянным и переменным шагом. Л.1, 104-113
	5.	2	Низкочастотная передача: типы сигналов РСМ, спектральные параметры сигналов РСМ, число бит на символ. Корреляционное

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			кодирование: двубинарное кодирование, предварительное кодирование. Л.1, стр.113-128.
3	6.	2	Сигналы и шум: рост вероятности ошибки в системах связи, демодуляция и детектирование, векторное представление сигналов и шума. Л.1, стр.133-138.
	7.	2	Отношение сигнал/шум, отношение энергии бита к спектральной плотности мощности шума. Детектирование двоичных сигналов в гауссовом шуме: критерий максимального правдоподобия приема сигналов. Согласованный фильтр. Л.1, стр. 138-153.
	8.	2	Реализация корреляции в согласованном фильтре, оптимизация вероятности ошибки, вероятность возникновения ошибки при двоичной передаче сигналов. Межсимвольная интерференция: формирование импульсов с целью снижения ISI. Факторы роста вероятности ошибки, демодуляция/детектирование сформированных импульсов. Л.1, стр. 153-177.
4	9.	2	Назначение модуляции; методы цифровой полосовой модуляции: векторное представление синусоиды, фазовая манипуляция, частотная манипуляция, амплитудная манипуляция, амплитудно-фазовая манипуляция, амплитуда сигнала. Л.1, стр.196-204.
	10.	2	Детектирование сигнала в гауссовом шуме: области решений, корреляционный приемник; когерентный приемник. Когерентное детектирование сигналов PSK, цифровой согласованный фильтр, когерентное детектирование сигналов MPSK, когерентное детектирование сигналов FSK. Л.1, стр.204-221.
	11.	2	Некогерентное детектирование: детектирование сигналов в дифференциальной модуляции PSK, пример бинарной модуляции DPSK, некогерентная ортогональная FSK модуляция. Комплексная огибающая; вероятность ошибки в бинарных системах. Л.1, стр.221-251.
5	12.	2	Количественное определение информации, энтропия. Пропускная способность дискретных каналов. Л.2, стр. 166-178.
	13.	2	Пропускная способность дискретных каналов при наличии шума. Двоичный симметричный канал. Пропускная способность непрерывных каналов. Л.1, стр. 548-558. Л.2, стр.186-191.
6	14.	2	Кодирование сигнала и структурированные последовательности; типы защиты от ошибок. Структурированные последовательности. Л.1, стр.332-354.
	15.	2	Линейные блочные коды. Возможность обнаружения и исправления ошибок. Циклические коды. Кодирования и декодирование. Обнаружение и исправление ошибок передачи. Л.1, стр.354-399.
	16.	2	Сверточное кодирование. Представление сверточного кодера, свойства сверточного кодирования. Алгоритм декодирования Витерби, другие алгоритмы сверточного декодирования. Л.1, стр.405-452.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1.	2	Расчет мощности и энергии сигнала, автокорреляции. Свертка, импульсная функция. Задачи по темам первого модуля. Л.1. Глава первая
2	2.	2	Форматирование текстовой информации, расчет характеристик амплитудно-импульсной модуляции. Расчет характеристик импульсно-кодовой модуляции. Расчет характеристик канала с использованием РАМ и РСМ, расчет требуемой скорости. Конспект лекций. Контрольная работа №1. Л.1. Глава вторая.
3	3.	2	Разложение сигнала в линейном пространстве. Л.1, стр.191-194.
	4.	2	Расчет энергии сигнала при передаче в различных модуляциях и типах сигналов РСМ. Л.1, стр.191-194, Контрольная работа №2.
4	5.	2	Определение вероятности ошибки при заданном типе полосовой модуляции. Согласованный фильтр и характеристики системы при различных видах модуляции. Л.1, стр.263-266.
5	6.	2	Расчет количества информации в сообщении, энтропии и пропускной способности канала. Л.1, стр.453. Контрольная работа №3
6	7.	2	Кодирование при помощи структурированных последовательностей, коды проверки четности. Кодирование блочных линейных кодов. Л.1, стр.400-404.
	8.	2	Циклические коды. Сверточное кодирование и декодирование. Л.1, стр.453-457. Контрольная работа №4.

4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1.	4	Сигналы и спектры. Изучаются основные понятия и термины связанные с передачей информации в системах цифровой радиосвязи.
2	2.	4	Дискретизация сигналов. Изучаются принципы дискретизации сигналов.
	3.	4	Импульсная модуляция: Изучаются различные типы импульсной модуляции.
3	4.	4	Детектирование импульсного сигнала. Вероятность ошибки при различных характеристиках сигнала.
	5.	4	Межсимвольная интерференция. Изучается явление межсимвольной интерференции.
4	6.	4	Полосовая модуляция. Изучаются виды полосовой модуляции.

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
5	7	4	Бюджет канала. Изучаются возможности усиления и потерь сигнала в радиоканале.
6	8	4	Помехоустойчивое кодирование. Изучаются свойства и методики применения помехоустойчивого кодирования информации.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Подготовка к практическим занятиям
	2	Теоретическая подготовка к лабораторным работам
2	2	Подготовка к практическому занятию
	4	Теоретическая подготовка к лабораторной работе
	2	Подготовка к контрольной работе
3	4	Подготовка к практическому занятию
	4	Теоретическая подготовка к лабораторной работе
	2	Подготовка к контрольной работе
4	2	Выполнение практико-ориентированного задания
	2	Теоретическая подготовка к лабораторной работе
5	2	Подготовка к практическому занятию
	2	Теоретическая подготовка к лабораторной работе
	2	Подготовка к контрольной работе
6	2	Подготовка к практическому занятию
	2	Теоретическая подготовка к лабораторной работе
	2	Подготовка к контрольной работе
	26	Подготовка курсовой работы

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Предусмотрено выполнение курсовой работы на тему: "Анализ бюджета радиоканала". В соответствии с исходными данными студенту предлагается произвести расчёты и оценить бюджет радиоканала для различных сфер применения радиоинформационных устройств. Пример: произвести оценку канала радиосвязи для брелков автомобильной сигнализации, студент должен определить / выбрать частоту несущей, ширину полосы канала, дистанцию устойчивой связи, требуемую скорость передачи, вероятность битовой ошибки и т.д., для уверенного обеспечения связи.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

- ✓ Методические указания по выполнению практико-ориентированного задания.
- ✓ Общие методические указания по освоению дисциплины и сведения о накопительной балльно-рейтинговой системе (НБРС).
- ✓ Методические указания по выполнению курсовой работы

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение : Пер. с англ. / Б. Скляр. - 2-е изд., испр. - М. : Вильямс, 2004. - 1104 с.
2. Орешкин В.И. Основы цифровой радиосвязи : Учеб. пособие / В.И. Орешкин, Ж.В. Чиркунова; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М. : МИЭТ, 2014. - 120 с.

Нормативная литература

1. ГОСТ 7.32-2017 СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Поправкой) ВЗАМЕН ГОСТ 7.32-2001. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200026224> (дата обращения: 30.06.2020).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE Xplore: [электронная библиотека]: сайт. – URL: www.ieeeexplore.ieee.org (дата обращения: 20.03.2020)
2. Scopus: [крупнейшая единая база данных, содержащая аннотации и информацию о цитируемости рецензируемой научной литературы, со встроенными инструментами отслеживания, анализа и визуализации данных]: сайт. – URL: www.scopus.com (дата обращения: 20.03.2020)
3. Web of Science: [наукометрическая реферативная база данных журналов и конференций]: сайт. – URL: apps.webofknowledge.com (дата обращения: 20.03.2020)
4. Лань: [электронно-библиотечная система]: сайт. – Санкт-Петербург, 2011. – URL: <http://www.e.lanbook.com/> (дата обращения: 20.03.2020)

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как видеоконференции, онлайн тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС и MOODLe.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория (Лекции и практические занятия)	Оборудования для проведения презентаций, учебная доска	Операционная система Windows; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader,
Учебная аудитория (лабораторные работы)	Компьютер с мультимедийным оборудованием, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС.	Операционная система Windows; LABVIEW, Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader,
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Операционная система Windows; Пакет программ Microsoft Office; Acrobat reader,

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

1. ФОС по подкомпетенции **ПК-1.ОЦРС** «Способен проводить математическое моделирование базовых устройств систем цифровой радиосвязи с применением стандартных прикладных пакетов».

Фонды оценочных средств представлены отдельными документами и размещены в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <https://orioks.miet.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Перед посещением лекции рекомендуется прочитать соответствующий раздел учебника, сформировать представление о предмете лекции, подготовить вопросы.

После завершения главы учебника прорешать задачи представленные в конце главы, ответить на вопросы для самопроверки.

Перед практическим занятием освежить в памяти тему пройденной лекции, подготовиться к публичному выступлению на тему пройденной лекции, подготовить вопросы о непонятых аспектах. На семинаре желательно сделать доклад, или дополнить докладчика, задавать уточняющие вопросы докладчику и т.д.

Перед лабораторной работой прочитать методические указания, подготовить форму отчёта, если требуется заполнения каких-либо таблиц. На лабораторной работе построить требуемую модель, провести моделирование при разных входных параметрах, объяснить полученные результаты. Защита лабораторной работы подразумевает объяснение достигнутых результатов и сути моделируемых процессов.

Практико-ориентированное задание посвящено расчету функциональных параметров канала связи.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная бально-рейтинговая система. Выставляется две оценки – по дисциплине и по курсовой работе. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

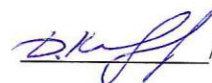
РАЗРАБОТЧИК:

Доцент Института МПСУ, к.т.н.

 /В.И. Орешкин/

Рабочая программа дисциплины «Основы цифровой радиосвязи» по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника», направленности (профиля) «Проектирование радиоинформационных систем» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института 30.09 2020 года, протокол № 1

Зам.директора института МПСУ по ОД

 /Д.В. Калеев/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК

 /И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки

 /Т.П.Филиппова /