

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ И.А. Старовойтова

Регистрационный № ТД-_____/тип.

ФОРМИРОВАНИЕ И ГЕНЕРИРОВАНИЕ РАДИОСИГНАЛОВ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине
для специальности
1-39 01 01 Радиотехника (по направлениям)

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области информатики и
радиоэлектроники

_____ В.А. Богуш

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.А. Касперович

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2022

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.А.Титович, доцент кафедры информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент;

З.Н.Мурашкина, старший преподаватель кафедры информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра телекоммуникационных систем учреждения образования «Белорусская государственная академия связи» (протокол № 3 от 05.10.2022);

А.Г.Перович, начальник отдела радиоэлектронных приборов и систем открытого акционерного общества «Минский научно-исследовательский приборостроительный институт», кандидат технических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой информационных радиотехнологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 3 от 03.10.2022);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № ____ от _____);

Научно-методическим советом по радиосистемам и радиотехнологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 2 от 10.10.2022)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Формирование и генерирование радиосигналов» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-39 01 01 Радиотехника (по направлениям) в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени и типового учебного плана вышеуказанной специальности.

Учебная дисциплина «Формирование и генерирование радиосигналов» является одной из базовых для подготовки инженера по радиоэлектронике в области исследования, моделирования и разработки радиопередающих устройств, являющихся частью радиоэлектронных систем радио- и телевидения, радиосвязи, радиолокации, радионавигации и других.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: углубленная теоретическая и практическая подготовка в области современных методов анализа и синтеза радиоэлектронных устройств, предназначенных для генерирования, усиления, преобразования и формирования высокочастотных колебаний в различных диапазонах волн, включая инфранизкие частоты и оптический диапазон, применительно к задачам, решаемым в радиоэлектронных системах и устройствах.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение базовых знаний в области построения устройств генерирования, формирования и передачи радиосигналов в радиотехнических системах, использующих передовые методы формирования и обработки радиосигналов;

изучение характерных свойств сигналов, используемых в радиоэлектронных системах и устройствах;

освоение принципов работы генераторов сигналов для систем связи и аналогичных радиоэлектронных систем и устройств и овладение методами их формирования;

приобретение навыков работы с аппаратурой для формирования и генерирования сигналов для радиоэлектронных систем и устройств.

Базовыми учебными дисциплинами по курсу «Формирование и генерирование радиосигналов» является учебная дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы». В свою очередь учебная дисциплина «Формирование и генерирование сигналов» является базовой для учебной дисциплины компонента учреждения высшего образования, как «Системы и сети передачи данных. Защита информации в компьютерных сетях».

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Формирование и генерирование радиосигналов» формируются следующие компетенции:

универсальные:

владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

обладать навыками саморазвития и совершенствования в профессиональной деятельности;

проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;

базовые профессиональные:

анализировать работу устройств, осуществляющих формирование и генерирование радиосигналов, проектировать радиопередающие устройства.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

общую теорию аналоговых и цифровых формирователей радиосигналов; структурные и принципиальные схемы формирователей сигналов в различных радиотехнических системах;

принципы работы аналоговых и цифровых устройств, осуществляющих формирование и генерирование сигналов;

современное состояние и тенденции развития схмотехники устройств в системах радиосвязи, телевидения, радиовещания, радиолокации и навигации;

уметь:

выполнять общий анализ аналоговых и цифровых формирователей радиосигналов;

производить схмотехнические расчеты устройств, осуществляющих формирование и генерирование сигналов в различных системах;

моделировать и экспериментально исследовать радиоэлектронные средства различного функционального назначения;

владеть:

методами анализа и схмотехнического расчета аналоговых и цифровых формирователей радиосигналов;

навыками моделирования и экспериментального исследования аналоговых и цифровых формирователей радиосигналов.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Формирование и генерирование радиосигналов» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Типовая учебная программа рассчитана на 280 учебных часов, из них – 138 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 82 часа, лабораторные занятия – 40 часов, практические занятия – 16 часов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия
Введение	2	2	-	-
Раздел 1. Усилители высокочастотных (ВЧ) сигналов	26	18	8	-
Тема 1. Принципы усиления ВЧ колебаний. Генератор с внешним возбуждением (ГВВ)	2	2	-	-
Тема 2. Режимы работы, характеристики и параметры ГВВ	6	2	4	-
Тема 3. Особенности расчетов каскадов усилителей высокой частоты (УВЧ) с активными элементами (АЭ), работающими в безынерционном режиме	2	2	-	-
Тема 4. Особенности расчетов каскадов УВЧ с АЭ, работающими в инерционном режиме	2	2	-	-
Тема 5. Правила построения схем УВЧ	2	2	-	-
Тема 6. Колебательные цепи (КЦ) УВЧ	8	4	4	-
Тема 7. Сложение мощностей ВЧ генераторов	4	4	-	-
Раздел 2. Генераторы и синтезаторы ВЧ колебаний	20	12	8	-
Тема 8. Основы теории автогенераторов (АГ)	6	2	4	-
Тема 9. Схемы АГ	2	2	-	-
Тема 10. Стабилизация частоты АГ	2	2	-	-
Тема 11. Синтезаторы частоты (СЧ)	8	4	4	-
Тема 12. Паразитные колебания в АГ и УВЧ	2	2	-	-
Раздел 3. Устройства формирования радиосигналов	56	24	24	8
Тема 13. Классификация и характеристика видов модуляции и манипуляции	4	2	-	2
Тема 14. Амплитудная (АМ) и однополосная модуляция (ОМ)	8	4	4	-
Тема 15. Угловая модуляция (УМ)	10	4	4	2
Тема 16. Импульсная модуляция (ИМ)	8	4	4	-

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия
Тема 17. Особенности формирования цифровых радиосигналов	2	2	-	-
Тема 18. Методы формирования амплитудно-манипулированных (АМн) радиосигналов	6	2	4	-
Тема 19. Методы формирования частотно-манипулированных (ЧМн) радиосигналов	10	4	4	2
Тема 20. Методы формирования фазоманипулированных (ФМн) радиосигналов	8	2	4	2
Раздел 4. Устройства формирования радиосигналов сверхвысоких частот (СВЧ) и оптического диапазона волн	8	8	-	-
Тема 21. Ламповые и транзисторные усилители и генераторы СВЧ-диапазона	2	2	-	-
Тема 22. Диодные генераторы и умножители частоты	2	2	-	-
Тема 23. Генераторы и усилители СВЧ на клистронах и лампах бегущей волны	2	2	-	-
Тема 24. Магнетронные генераторы	2	2	-	-
Раздел 5. Структурные схемы радиопередающих устройств (РПУ) радиотехнических систем различного назначения	26	18	-	8
Тема 25. Радиовещательные передатчики	4	2	-	2
Тема 26. Связные передатчики	6	4	-	2
Тема 27. Телевизионные передатчики	6	4	-	2
Тема 28. Передатчики радиорелейных, спутниковых и тропосферных систем связи	6	4	-	2
Тема 29. Передатчики радиолокационных и радионавигационных систем	2	2	-	-
Тема 30. Побочные излучения передатчиков	2	2	-	-
Итого:	138	82	40	16

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

ВВЕДЕНИЕ

Понятие радиосигнала и его характеристики. Назначение и области применения устройств генерирования и формирования радиосигналов. Основные параметры РПДУ, современные требования к ним. Классификация РПДУ. Обобщенная структурная схема передатчика.

Раздел 1. УСИЛИТЕЛИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ (ВЧ) СИГНАЛОВ

Тема 1. ПРИНЦИПЫ УСИЛЕНИЯ ВЧ КОЛЕБАНИЙ. ГЕНЕРАТОР С ВНЕШНИМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ (ГВВ)

Структурная схема УВЧ. Уравнения и формы входных и выходных напряжений и токов в схеме. Баланс мощностей в ГВВ. Типы и области применения активных элементов (АЭ), используемых для построения УВЧ.

Тема 2. РЕЖИМЫ РАБОТЫ, ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРЫ ГВВ

Методы аппроксимации характеристик электронных приборов. Кусочно-линейная аппроксимация, параметры аппроксимации. Уравнения идеализированных характеристик ГВВ. Динамические характеристики ГВВ. Гармонический анализ выходного тока ГВВ. Коэффициенты разложения импульсов выходного тока. Режимы работы ГВВ. Понятие об угле отсечки. Зависимость угла отсечки от параметров ГВВ. Регулировочные и нагрузочные характеристики ГВВ.

Тема 3. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТОВ КАСКАДОВ УСИЛИТЕЛЕЙ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (УВЧ) С АКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ (АЭ), РАБОТАЮЩИМИ В БЕЗЫНЕРЦИОННОМ РЕЖИМЕ

Методика расчета параметров лампового ГВВ. Эквивалентная схема биполярного (БТ) и полевого транзисторов (ПТ), используемых для построения ГВВ. Особенности расчета ГВВ на транзисторах в безынерционном режиме.

Тема 4. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТОВ КАСКАДОВ УВЧ С АЭ, РАБОТАЮЩИМИ В ИНЕРЦИОННОМ РЕЖИМЕ

Особенности расчета ГВВ на БТ на повышенных частотах. Коррекция частотных характеристик УВЧ.

Тема 5. ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ СХЕМ УВЧ

Схемы питания анодной и сеточных цепей лампового ГВВ. Схемы питания коллекторной и стоковой, базовой и затворной цепей транзисторного ГВВ. Схемы питания цепей накала ламп. Особенности расчета блокировочных элементов ГВВ. ГВВ по схеме с общей сеткой, общей базой и общим затвором.

Тема 6. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ ЦЕПИ (КЦ) УВЧ

Требования к КЦ. Проблема одновременного обеспечения противоречивых требований к контурным схемам. КЦ промежуточных каскадов ГВВ. Выходные колебательные системы ГВВ. Включение приборов для контроля режима и настройки колебательных систем ГВВ. Широкодиапазонные КЦ ГВВ. Широкополосные усилители (ШПУ) с распределенным усилением. Особенности построения широкополосных цепей транзисторных ГВВ. ШПУ на трансформаторах с ферритами. Фильтрация высших гармоник в ШПУ. Применение коммутируемых фильтров на выходе передатчиков.

Тема 7. СЛОЖЕНИЕ МОЩНОСТЕЙ ВЧ ГЕНЕРАТОРОВ

Сложение мощностей ГВВ. Параллельное, двухтактное, мостовое включение АЭ. Резонансные схемы сложения мощностей. Сложение мощностей в пространстве.

Раздел 2. ГЕНЕРАТОРЫ И СИНТЕЗАТОРЫ ВЧ КОЛЕБАНИЙ

Тема 8. ОСНОВЫ ТЕОРИИ АВТОГЕНЕРАТОРОВ (АГ)

Структурная схема АГ, построенного на основе УВЧ с обратной связью. Основные параметры АГ и требования к ним. Возникновение колебаний в АГ. Условия самовозбуждения. Уравнения стационарного режима АГ. Устойчивость стационарного режима. Режимы возбуждения колебаний в АГ.

Тема 9. СХЕМЫ АГ

Эквивалентные трехточечные схемы АГ. Принципиальные схемы транзисторных АГ. Схема Клаппа. Транзисторные генераторы с фазированием. Двухконтурные СВЧ-генераторы. Генераторы на тунельных диодах.

Тема 10. СТАБИЛИЗАЦИЯ ЧАСТОТЫ АГ

Дестабилизирующие факторы и их влияние на частоту колебаний. Условия обеспечения высокой стабильности частоты. Нестабильность частоты автогенератора. Методы стабилизации частоты. Кварцевая стабилизация частоты. Схема замещения кварцевого резонатора. Осцилляторные схемы кварцевых генераторов. Принципы построения фильтровых схем кварцевых генераторов, схем двухконтурных кварцевых генераторов, кварцевых генераторов на механических гармониках.

Тема 11. СИНТЕЗАТОРЫ ЧАСТОТЫ (СЧ)

Основные требования к возбудителям диапазонных радиопередатчиков. Особенности формирования радиосигналов в СЧ. Метод прямого синтеза. Принцип действия и свойства систем ФАПЧ. Структурные схемы синтезаторов непрямого синтеза. Цифровые синтезаторы частоты. Комбинированные схемы СЧ.

Тема 12. ПАРАЗИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ В АГ И УВЧ

Основные причины неустойчивой работы УВЧ. Влияние паразитных обратных связей на устойчивость и характеристики ГВВ, способы их ослабления. Особенности действия обратных связей в многокаскадных УВЧ. Параметрическая неустойчивость полупроводниковых генераторов. Причины возникновения гармонических составляющих в автогенераторах, методы их ослабления.

Раздел 3. УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ

Тема 13. КЛАССИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ И МАНИПУЛЯЦИИ

Определение и классификация видов модуляции и манипуляции. Основные характеристики радиосигналов. Понятие полосового сигнала. Спектры радиосигналов. Квадратурный модулятор (КвМ). Амплитудная и однополосная модуляция. Импульсная модуляция. Радиосигналы с частотной (ЧМ) и фазовой модуляцией (ФМ). Радиосигналы с амплитудной, частотной и фазовой манипуляцией.

Тема 14. АМПЛИТУДНАЯ (АМ) И ОДНОПОЛОСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ (ОМ)

Аналитические выражения, временные и векторные диаграммы, энергетические соотношения для АМ колебаний. Спектр АМ сигналов. Статические и динамические модуляционные характеристики. АМ в ламповых и транзисторных каскадах. Искажения при амплитудной модуляции. Комбинированная АМ. Формирование АМ сигнала с помощью КвМ. Балансная модуляция. Особенности радиосигнала с ОМ. Энергетические соотношения и спектральные преимущества при ОМ. Структурная схема передатчика с ОМ. Методы получения колебаний с ОМ. Однополосный модулятор, его элементы. Формирование ОМ сигнала с помощью КвМ.

Тема 15. УГЛОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ (УМ)

Общие соотношения при ЧМ и ФМ. Модуляционные характеристики. Спектр частотно-модулированного сигнала. Энергетические характеристики ЧМ сигнала. Методы получения колебаний с УМ. Прямой, косвенный и комбинированный методы ЧМ и ФМ. Формирования ФМ и ЧМ сигналов с помощью КвМ. Частотные и фазовые модуляторы на варикапах. ЧМ в кварцевом АГ. Методы повышения линейности, широкополосности и стабильности частоты при УМ.

Тема 16. ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ (ИМ)

Применение ИМ в радиотехнических системах. Параметры импульсного радиосигнала. Структурные схемы передатчика с ИМ. Импульсные модуляторы с полным и частичным разрядом накопителя. Сравнительная оценка импульсных модуляторов.

Тема 17. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ РАДИОСИГНАЛОВ

Виды и параметры цифровых сигналов. Представление цифрового сигнала во временной и частотной областях. Ограничение полосы частот цифрового сигнала. Межсимвольная интерференция.

Тема 18. МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ АМПЛИТУДНО-МАНИПУЛИРОВАННЫХ (АМН) РАДИОСИГНАЛОВ

Особенности формирования АМн радиосигналов. Спектр радиосигнала и его зависимость от временных параметров модулирующего цифрового сигнала. Схема амплитудного манипулятора.

Тема 19. МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЧАСТОТНО-МАНИПУЛИРОВАННЫХ (ЧМН) РАДИОСИГНАЛОВ

Особенности формирования ЧМн радиосигналов. Проблема ограничения внеполосных спектров, возникающих в процессе формирования. Структурные схемы частотных манипуляторов с разрывом и без разрыва фазы. Структурная схема формирователей радиоимпульсов с уменьшенным уровнем внеполосных составляющих. Формирование радиосигналов с минимальной ЧМн.

Тема 20. МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННЫХ (ФМН) РАДИОСИГНАЛОВ

Особенности формирования ФМн радиосигналов. Бинарная и квадратурная ФМн. Дифференциальная ФМн. Векторная диаграмма радиосигнала при многоуровневой и многопозиционной манипуляции. Структурные схемы формирователей сигналов с ФМн и относительно ФМн. Схема подключения модема к радиопередатчику в системе цифровой радиосвязи.

Раздел 4. УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ (СВЧ) И ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН

Тема 21. ЛАМПОВЫЕ И ТРАНЗИСТОРНЫЕ УСИЛИТЕЛИ И ГЕНЕРАТОРЫ СВЧ-ДИАПАЗОНА

Классификация генераторов СВЧ диапазона. Типы активных элементов, используемых для построения СВЧ-генераторов, их особенности. Особенности колебательных систем генераторов СВЧ-диапазона. Особенности конструктивного построения и настройки лампового усилителя СВЧ-диапазона. Конструкции и особенности расчета генераторов на коаксиальных, полосковых и микрополосковых линиях. Схемы и конструкции транзисторных СВЧ-генераторов.

Тема 22. ДИОДНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ И УМНОЖИТЕЛИ ЧАСТОТЫ

Принцип действия диода Ганна. Статическая ВАХ диода. Режимы работы генератора на диодах Ганна. Принцип действия лавинно-пролетного диода (ЛПД), режимы работы ЛПД, основные энергетические соотношения. Схемы и конструкции СВЧ-генераторов на ЛПД и диодах Ганна.

Тема 23. ГЕНЕРАТОРЫ И УСИЛИТЕЛИ СВЧ НА КЛИСТРОНАХ И ЛАМПАХ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ

Области применения и основные характеристики ламп бегущей (ЛБВ) и обратной волны (ЛОВ), пролетных и отражательных клистронов. Усилители СВЧ на ЛБВ и пролетных клистронах. Генераторы на отражательных клистронах и ЛОВ.

Тема 24. МАГНЕТРОННЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Области применения магнетронов. Рабочие и нагрузочные характеристики магнетронов. Платинотронные генераторы. Платинотрон в режиме амплитрона и стабилотрона. Модуляция магнетронных и платинотронных генераторов.

Раздел 5. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ РАДИОПЕРЕДАЮЩИХ УСТРОЙСТВ (РПДУ) РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Тема 25. РАДИОВЕЩАТЕЛЬНЫЕ ПЕРЕДАТЧИКИ

Основные требования к радиовещательным передатчикам. Структурная схема радиовещательного передатчика с амплитудной модуляцией. Передатчики для высококачественного радиовещания на УКВ. Методы формирования стереосигнала.

Тема 26. СВЯЗНЫЕ ПЕРЕДАТЧИКИ

Передатчики с ОМ. Связные передатчики с УМ. Основные требования. Структурные схемы передатчиков с непосредственной ЧМ в задающем генераторе, с использованием фазового модулятора, с ФАПЧ на основе СЧ. Особенности построения цифровых связных передатчиков. Организация сотовой системы связи. Структурные схемы передатчиков мобильной и базовой станции системы мобильной радиосвязи. Особенности построения базовых и мобильных передатчиков транкинговой системы связи. Стандарты беспроводного абонентского доступа. Радиоудлинители.

Тема 27. ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ПЕРЕДАТЧИКИ

Особенности передачи телевизионного сигнала. Основные требования к телевизионным передатчикам. Структурная схема передатчика сигналов изображения с модуляцией на промежуточной частоте. Телевизионные ретрансляторы. Телевизионные передатчики стандарта DVB-T для систем цифрового телевизионного вещания. Структурная схема цифрового телевизионного передатчика.

Тема 28. ПЕРЕДАТЧИКИ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ, СПУТНИКОВЫХ И ТРОПОСФЕРНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Особенности построения передатчиков тропосферных, радиорелейных и космических линий связи. Интерполяционный метод формирования

радиосигнала. Структурные схемы передатчиков тропосферной, радиорелейной и космической линий связи. Основные требования к ним. Особенности построения узлов передатчиков радиорелейных, тропосферных и космических линий связи.

Тема 29. ПЕРЕДАТЧИКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ И РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Классификация радиолокационных и радионавигационных передатчиков. Структурные схемы передатчиков. Особенности построения высокочастотных трактов передатчиков. Передатчики с фазированными антенными решетками.

Тема 30. ПОБОЧНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ПЕРЕДАТЧИКОВ

Понятие об электромагнитной совместимости передатчиков и других элементов в системах связи, расположенных в непосредственной близости. Классификация побочных излучений. Методы уменьшения побочных излучений.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Радиопередающие устройства : учебник для вузов / С. И. Дингес [и др.] ; под ред. Р. Ю. Иванюшкина. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2019. – 1200 с.
2. Радиопередающие устройства : учебник для вузов / В. В. Шахгильдян [и др.] ; под ред. В. В. Шахгильдяна. – 3-е изд. – Москва : Радио и связь, 2003. – 560 с.
3. Головин, О. В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов : учебное пособие для вузов / О. В. Головин. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2018. – 783 с.
4. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр. – 2-е изд., пер. с англ. – Москва : Вильямс, 2003. – 1104 с.
5. Гельгор, А. Л. Система цифрового телевизионного вещания стандарта DVB-T : учебное пособие / А. Л. Гельгор, Е. А. Попов. – Санкт-Петербург : СПбПУ, 2010. – 207 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

6. Проектирование радиопередающих устройств : учебное пособие для вузов / В. В. Шахгильдян [и др.] ; под ред. В. В. Шахгильдяна. – 4-е изд. – Москва : Радио и связь, 2000. – 656 с.
7. Ворона, В. А. Радиопередающие устройства. Основы теории и расчета : учебное пособие / В. А. Ворона. – Москва : Горячая линия-Телеком, 2007. – 384 с.
8. Ридико, Л. И. DDS : прямой цифровой синтез частоты / Л. И. Ридико // Компоненты и технологии. – 2001. – № 7-8
9. . Modulation and Signal Generation with R&S® Signal Generators [Электронный ресурс] / Rohde & Schwarz, 2016. – Режим доступа: <http://rohde-schwarz.com/>. – Дата доступа: 02.11.2022.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы;

поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;

выполнение домашнего задания или домашней контрольной работы, предусматривающих решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях;

изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;

подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;

написание реферата, доклада, научной статьи по заданной проблеме.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ

Типовым учебным планом по специальности 1-39 01 01 Радиотехника (по направлениям) в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Формирование и генерирование радиосигналов» рекомендован экзамен и выполнение курсового проекта. Оценка учебных достижений студентов производится по десятибалльной системе.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

- собеседования;
- коллоквиумы;
- тесты;
- контрольные опросы;
- контрольные работы;
- письменные отчеты по лабораторным работам;
- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

лекционные занятия, имеющие объяснительно-иллюстративный характер с использованием метода проблемного изложения материала и компьютерного сопровождения (активное применение современных мультимедийных средств с программным обеспечением, разработанным преподавателем и студентами);

лабораторные занятия с использованием средств натурального и компьютерного моделирования сигналов, процессов и устройств их обработки с целью практического освоения научно-теоретических положений учебной дисциплины;

практические занятия с целью приобретения навыков самостоятельного решения задач и составления схем устройств генерирования и формирования радиосигналов;

выполнение курсового проекта с целью решения определенной инженерной задачи с теоретическим расчетом.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

В состав курсового проекта рекомендуется включать пояснительную записку объемом 30-40 страниц рукописного текста и два листа графического материала. Допускается выполнение записки на персональном компьютере. Содержание пояснительной записки должно соответствовать техническому заданию, в котором приводятся требования по параметрам и характеристикам разрабатываемого устройства. Задание по курсовому проектированию является отчетным документом, без которого пояснительная записка на проверку не

принимается, а проект к защите не допускается. На самостоятельное выполнение курсового проекта отводится примерно 40 часов.

Курсовое проектирование учит целесообразному применению теоретического материала учебной дисциплины для решения задач технического расчета формирователей радиосигнала (радиопередающих устройств), обоснованному и технически грамотному выбору наиболее правильного их решения, рациональному использованию специальной литературы, развивает у студентов навыки инженерного проектирования радиотехнической аппаратуры, подготавливает их к дипломному проектированию.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

1. Радиовещательные передатчики.
2. Связные передатчики.
3. Передатчики радиорелейной, спутниковой и тропосферной связи.
4. Радиопередатчики профессиональной мобильной радиосвязи.
5. Телевизионные передатчики.
6. Радиопередатчики радиолокационных систем различного назначения.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Исследование транзисторного генератора с внешним возбуждением.
1. Исследование транзисторного автогенератора.
2. Исследование цепей согласования выходных каскадов передатчиков.
3. Синтезатор частоты.
4. Исследование амплитудной модуляции в транзисторных генераторах.
5. Исследование частотной модуляции.
6. Исследование импульсного модулятора с частичным разрядом накопителя.
7. Исследование амплитудной манипуляции.
8. Исследование частотной манипуляции.
9. Исследование фазовой манипуляции.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Сравнительный анализ спектральных и энергетических параметров радиосигналов при АМ, ОМ, ЧМ и ФМ.
2. Спектральный анализ частотно-манипулированных сигналов.
3. Спектральный анализ фазоманипулированных сигналов.
4. Изучение схемы построения и конструкции транзисторного СВЧ-генератора.
5. Сравнительный анализ технических параметров и схем построения УКВ радиостанций 4-го и 5-го поколений.

6. Анализ изменения схемы и параметров передатчика серии «Онега» при переходе от аналогового вещания к стандарту цифрового вещания DVB-T.

7. Особенности построения и сравнительные параметры УКВ ЧМ радиовещательных передатчиков диапазонов 64-73 МГц и 80-108 МГц.

8. Особенности применения КВМ в передатчиках радиорелейной, тропосферной и спутниковой связи.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ (необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)

Пакет прикладных программ, которые обеспечивают изучение и исследование процессов, происходящих в различных радиотехнических устройствах формирования и генерирования радиосигналов содержит следующие программы:

1. SAS и Spectr1: для спектрального анализа и синтеза сигналов (периодических, непериодических, радиосигналов с амплитудной и угловой модуляциями);

2. UplKotl: для моделирования процессов дискретизации и восстановления непрерывных сигналов по теореме отсчетов (теореме Котельникова);

3. CorAnSign: для корреляционного анализа детерминированных сигналов;

4. Det_AM: для моделирования процессов выпрямления и детектирования амплитудно-модулированных колебаний;

5. NI_UmnPF: для анализа нелинейных преобразований сигналов (усиление, ограничение сигналов, умножение и преобразование частоты);

6. AmpMd_H: для моделирования процессов амплитудной модуляции, определения и анализа характеристик амплитудного модулятора;

7. AG_Reg: для анализа режимов и моделирования динамики работы автогенераторов;

8. Stat_zak7b: для исследования процессов линейных и нелинейных преобразований случайных сигналов;

На занятиях рекомендуется использовать пакеты прикладных программ типа MATLAB и Mathcat.