

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИМА



Баева Л. С.

Ф.И.О.

подпись

«23» января 2019 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина Б1.Б.26 Устройства генерирования и формирования сигналов
код и наименование дисциплины

Направление подготовки/специальность 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность/специализация специализация №2 "Радиоэлектронные системы передачи информации"
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

Квалификация выпускника специалист
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования
наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск
2019

Лист согласования

1 Разработчик(и)

доцент

РЭСиТРО

Гурин А.В.

Часть 1 должность кафедра  Ф.И.О.

Часть 2 должность кафедра подпись Ф.И.О.

Часть 3 должность кафедра подпись Ф.И.О.

2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

Радиоэлектронных систем и транспортного радиооборудования

23.01.2019 г.

наименование кафедры

дата

протокол № 8

(дата, подпись)



Борисова Л.Ф.

Ф.И.О. заведующего кафедрой – разработчика

3*. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки /специальности.

Заведующий выпускающей кафедрой

наименование кафедры

дата

подпись

Ф.И.О.

Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине, входящей в состав ОПОП по направлению специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, специализации №2 Радиоэлектронные системы передачи информации, 2017 года начала подготовки.

Таблица 1. Изменения и дополнения

| № п/п | Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части | Содержание дополнения или изменения | Основание для внесения дополнения или изменения | Дата внесения дополнения или изменения |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 1 | Титульного листа | | | |
| 2 | Листа утверждений | | | |
| 3 | Структуры учебной дисциплины (модуля) | | | |
| 4 | Содержания учебной дисциплины (модуля) | | | |
| 5 | Методического обеспечения дисциплины (модуля) | | | |
| 6 | Структуры и содержания ФЭС | | | |
| 7 | Рекомендуемой литературы | | | |
| 8 | Перечня интернет ресурсов (ЭБС) | | | |
| 9 | Перечня лицензионного программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем | | | |
| 10 | Перечня МТО | | | |

Дополнения и изменения внесены « ____ » _____ г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

| Коды циклов дисциплин, модулей, практик | Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик | Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности) |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Б1 | Дисциплины | |
| Б1.Б.26 Базовая часть | Устройства генерирования и формирования сигналов | <p>Цель дисциплины:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирование компетенций в области профессиональной деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы». <p>Задачи дисциплины:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучить общие вопросы изучения и формирования радиосигналов, схемы модуляторов; - общие вопросы теории радиопередатчиков и усилителей, основные параметры радиопередающих устройств; - устройство и особенности эксплуатации радиопередатчиков УКВ, ПВ/КВ, СВ, СДВ диапазонов <p>В результате изучения дисциплины студент должен:</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы построения формирователей сигналов, усилителей и автогенераторов по частотным диапазонам; - основные свойства и типы радиопередатчиков; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - производить измерения и контроль эксплуатационных характеристик радиопередатчиков; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приёмами эксплуатации радиопередающих устройств; <p>Содержание основных разделов дисциплины:</p> <p>Раздел 1. Введение</p> <p>Раздел 2. Генератор с внешним возбуждением.</p> <p>Раздел 3. Цепи согласования генератора с внешним возбуждением (ГВВ). Схемы ГВВ.</p> <p>Раздел 4. Возбудители радиопередатчиков.</p> <p>Синтезаторы частоты.</p> <p>Раздел 5. Передатчики с амплитудной модуляцией.</p> <p>Раздел 6. Передатчики с однополосной амплитудной модуляцией.</p> <p>Раздел 7. Передатчики с угловой (частотной и фазовой) модуляцией.</p> <p>Раздел 8. Математические модели сигналов и помех</p> <p>Раздел 9. Каналы передачи информации</p> <p>Раздел 10. Элементы теории информации</p> <p>Раздел 11. Элементы теории кодирования</p> <p>Раздел 12. Методы разделения каналов</p> <p>Раздел 13. Проектирование радиопередающих устройств, использующих цифровой сигнал.</p> <p>Раздел 14. Метод квадратурной модуляции.</p> <p>Раздел 15. Передатчик системы, использующей</p> |

| | | |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>многочастотной мультиплексирование с минимальным частотным сдвигом (OFDM)</p> <p>Раздел 16. Радиопередатчик, определяемый программным обеспечением (SDR)</p> <p>Реализуемые компетенции:</p> <p>ФГОС ВО</p> <p>ОПК-7</p> <p>Формы отчетности:</p> <p>Курс 4 – зачет, контрольная работа.</p> <p>Курс 5 – экзамен, контрольная работа.</p> |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы",
(код и наименование направления подготовки /специальности)

утвержденного №1031 от 11.08.2016, учебного плана
дата, номер приказа Минобрнауки РФ

в составе ОПОП по направлению подготовки/специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы", направленности специализации "Радиоэлектронные системы передачи информации", 2017 года начала подготовки.

2. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью дисциплины (модуля) «Устройства генерирования и формирования сигналов» является формирование компетенций в эксплуатационно-технической и научно-исследовательской областях профессиональной деятельности, в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра и учебным планом для специальности 11.05.01 «Радиотехника».

Задачи дисциплины:

- - изучить теорию радиосигналов и информации; математические модели описания сигналов и помех, их физическую сущность.
- изучить математические и структурные модели каналов передачи информации;
- изучить информационные характеристики сообщений, помех и каналов; способы управления информационными параметрами сигналов;
- изучить основы помехоустойчивого кодирования;
- изучить принципы построения современных радиопередатчиков различных типов и мощностей, различных диапазонов частот;
- способы и устройства формирования сигналов при различных видах и классах излучений;
- принципы работы, схемные решения основных узлов и цепей согласования в радиопередатчиках;
- принципы работы и основные характеристики электронных приборов СВЧ диапазона, их использование в СВЧ радиопередатчиках;
- особенности технической эксплуатации радиопередающих устройств
- изучить схемы различных радиопередающих устройств;

3. Требования к уровню подготовки специалиста в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»:

Таблица 1 – Компетенции, формируемые дисциплиной «Устройства генерирования и формирования сигналов»

| № п/п | Код компетенции | Компоненты компетенции, степень их реализации | Результаты обучения |
|-------|-----------------|-----------------------------------------------|---------------------|
|-------|-----------------|-----------------------------------------------|---------------------|

| | | | |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ОПК – 7 способность владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей | Компоненты компетенции частично соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется в части «восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижению». | знать: - приёмы решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей; уметь: - решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей; владеть: - навыками решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей. |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

4. Структура и содержание учебной дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов»

Таблица 2 - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единицы, 288 часов.

| Вид учебной нагрузки | Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения | | | |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----|--|-------------|
| | Заочная | | | |
| | Семестр/Курс | | | Всего часов |
| | 4 | 5 | | |
| Лекции | 6 | 4 | | 10 |
| Практические работы | 8 | - | | 8 |
| Лабораторные работы | 8 | 4 | | 12 |
| Самостоятельная работа | 190 | 55 | | 245 |
| Подготовка и сдача экзамена (контроль) | 4 | 9 | | 13 |
| Всего часов по дисциплине | 216 | 72 | | 288 |
| Формы промежуточного и текущего контроля | | | | |
| Экзамен | - | + | | + |
| Зачет | + | - | | + |
| Курсовая работа (проект) | - | - | | - |
| Количество расчетно-графических работ | - | - | | - |
| Количество контрольных работ | 1 | 1 | | 2 |
| Количество рефератов | - | - | | - |
| Количество эссе | - | - | | - |

Таблица 3 - Содержание разделов дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов», виды работы

4 курс

| №п/п | Содержание разделов (модулей), тем дисциплины | Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки | | | |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|----|----|
| | | Заочная | | | |
| | | Л | ПР | ЛР | СР |
| 1 | 2 | | | | |
| 1 | Введение | | | | |
| 1.1 | Задачи, содержание и методика изучения дисциплины. Задачи, возлагаемые на радиопередающие устройства в системе передачи информации. История развития радиопередающих устройств. Основные требования, предъявляемые к передатчикам. Структурные схемы вещательных радиопередатчиков малой мощности. | 1 | 1 | | 14 |
| 2 | Генератор с внешним возбуждением | | | | |
| 2.1 | Статические характеристики генераторных ламп и транзисторов. Динамические характеристики выходного тока ЭП в ГВВ. Классификация режимов. Методы анализа работы ГВВ с нелинейным электронным прибором. Идеализация статических характеристик электронных приборов. Определение параметров идеализированных характеристик по реальным статическим характеристикам. Уравнение анодного тока ЭП при идеализированных характеристиках. Динамические характеристики. Гармонический анализ анодного тока. Коэффициенты Берга. | | | 1 | 14 |
| 2.2 | Параметры граничного режима. Сеточные цепи ламп в ГВВ. Ламповый генератор с внешним возбуждением по схеме с общей сеткой. Изменение характеристик ГВВ при изменении параметров режима. Расчет параметров лампового генератора с внешним возбуждением. | | 1 | 1 | 14 |
| 2.3 | ГВВ на биполярных транзисторах в граничном и недонапряженном режимах. Работа ГВВ на полевых транзисторах в граничном и недонапряженном режимах. Моделирование на ЭВМ ламповых и транзисторных ГВВ. Генератор с внешним возбуждением с транзисторами в ключевом режиме. Умножители частоты. | | 1 | 1 | 14 |

| | | | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|----|
| 3 | Цепи согласования генератора с внешним возбуждением (ГВВ). Схемы ГВВ. | | | | |
| 3.1 | Цепи питания генераторов. Резонансные колебательные цепи генераторов. Широкодиапазонные колебательные цепи генераторов. Выходные колебательные системы. | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 3.2 | Параллельное и двухтактное включение электронных приборов. Сложение мощностей ВЧ генераторов. | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 4 | Возбудители радиопередатчиков. Синтезаторы частоты. | | | | |
| 4.1 | Автоколебательная система. Возникновение колебаний в автогенераторе. Стационарный режим автогенератора. Уравнения баланса фаз и баланса амплитуд | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 4.2 | Примеры схем транзисторных автогенераторов. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения. Автогенератор с линией задержки в цепи обратной связи. Автогенераторы с фильтрами в цепи обратной связи. | | | | 14 |
| 4.3 | Нестабильность частоты автогенераторов. Факторы, влияющие на нестабильность частоты автогенераторов. Кратковременная и долговременная нестабильности частоты. Методы повышения стабильности частоты автогенератора. | 1 | 1 | 1 | 14 |
| 4.4 | Автогенераторы с кварцевым резонатором. Эквивалентная электрическая схема кварцевого резонатора. Использование кварцевого резонатора вместо индуктивности. Использование кварцевого резонатора в качестве полосового фильтра в цепи обратной связи генератора. Нейтрализация емкости кварцедержателя. Схемы автогенераторов с кварцевым резонатором. | | | | 14 |
| 4.5 | Синтезаторы частоты. Структурные схемы аналоговых синтезаторов частоты прямого синтеза. Декадный синтезатор частоты. Структурные схемы аналоговых синтезаторов частоты непрямого синтеза. Использование системы ФАПЧ для подавления мешающих частотных составляющих выходного сигнала. | 1 | 1 | 1 | 14 |

| | | | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|-----|
| | Импульсный синтезатор частоты с делителем с переменным коэффициентом деления. Метод прямого цифрового синтеза частот (DDS). | | | | |
| 5 | Передатчики с амплитудной модуляцией. | | | | |
| 5.1 | Общие сведения об амплитудно-модулированном сигнале. Пиковая и средняя за период управляющего сигнала мощность. Мощность в режиме без модуляции. Методы создания амплитудных модуляторов. Модуляция на управляющую сетку лампы или на входной электрод транзистора при помощи управления напряжением смещения. | | | | 15 |
| 5.2 | Анодная модуляция. Модуляция на выходной электрод транзистора при помощи управления напряжением питания. Схемы каскадов радио и звуковой частоты при анодной модуляции. Анодная модуляция с автоматическим смещением и модулированным возбуждением. Усиление АМ сигнала. Схемы АМ модуляторов | | | | 21 |
| | Итого | 6 | 8 | 8 | 190 |

5 курс

| №п/п | Содержание разделов (модулей), тем дисциплины | Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки | | | |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|----|----|
| | | Заочная | | | |
| | | Лек | ПР | ЛР | СР |
| 1 | 2 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 6 | Передатчики с однополосной амплитудной модуляцией. | | | | |
| 6.1 | Сигнал с однополосной модуляцией. Преимущества применения однополосной модуляции в системах связи. Области применения. Требования ГОСТов к передатчикам и возбудителям с однополосной модуляцией. Структурные схемы, этих устройств. Требования к параметрам однополосных сигналов. | | | | 3 |
| 6.2. | Методы получения колебаний с однополосной модуляцией. Принципы построения многоканальных передатчиков с однополосной модуляцией. Вторичное уплотнение. Групповой сигнал и его | | | | 3 |

| | | | | | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|---|---|
| | характеристики. Усиление группового сигнала в передатчике с однополосной модуляцией. Особенности схем и режимов усилителей колебаний с однополосной модуляцией. | | | | |
| 7 | Передатчики с угловой (частотной и фазовой) модуляцией. | | | | |
| 7.1 | Общие соотношения при ЧМ И ФМ. Получение ЧМ и ФМ колебаний. Фазовые модуляторы, их схемы. Частотная модуляция в автогенераторе с варикапом. | 1 | | | 3 |
| 7.2 | Частотная модуляция в LC кварцевом автогенераторе с помощью варикапа. Методы повышения линейности широкополосности и стабильности средней частоты при угловой модуляции. | 1 | | | 3 |
| 7.3 | Особенности построения передатчиков различного назначения с угловой модуляцией. Режимы работы и искажения при усилении мощности сигналов с угловой модуляцией. Передатчики дискретных сигналов с угловой модуляцией. | | | | 4 |
| 8 | Математические модели сигналов и помех | | | | |
| 8.1 | Узкополосные сигналы. Аналитические сигналы. Помеховые воздействия. Статистические характеристики белого шума. | 1 | | | 4 |
| 9 | Каналы передачи информации | | | | |
| 9.1 | Классификация каналов. Математические модели каналов. Непрерывный канал. Дискретно-непрерывные каналы. Дискретные каналы. | 1 | | | 4 |
| 10 | Элементы теории информации. | | | | |
| 0.1 | ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ Основные характеристики процесса передачи информации. Понятие о взаимной информации. Информационные характеристики двоичного симметричного канала. Пропускная способность канала при наличии помех. Информационные характеристики при передаче непрерывных сообщений. | | | | 4 |
| 11 | Элементы теории кодирования | | | | |
| 1.1 | Общие понятия. Обнаружение и исправление ошибок. Виды кодов. | | | 2 | 4 |

| | | | | | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|----|
| | Блочные корректирующие коды. Линейные коды. Методы цифровой модуляции | | | | |
| 12 | Методы разделения каналов | | | | |
| 2.1 | Частотный метод разделения каналов. Минимальный разнос частот. Защитные интервалы. Пространственное разделение каналов. Понятие о ММО. Временное разделение каналов. Кодовое разделение каналов. | | | | 4 |
| 13 | Проектирование радиопередающих устройств, использующих цифровой сигнал. | | | | |
| 3.1 | Особенности построения цифровых модуляторов (манипуляторов). Понятие об эффективном использовании частотного спектра. Оптимальная фильтрация для сужения спектра цифрового сигнала. Линейные усилители сигнала. | | | 2 | 4 |
| 14 | Метод квадратурной модуляции. | | | | |
| 4.1 | Структурная схема квадратурного манипулятора. Требования к основным элементам квадратурного манипулятора | | | | 4 |
| 15 | Передатчик системы, использующей многочастотной мультиплексирование с минимальным частотным сдвигом (OFDM) | | | | |
| 5.1 | Формирование сигнала методом частотного мультиплексирования с минимальным частотным сдвигом. Требования к усилителю сигнала OFDM. Требования к линейности фазочастотной характеристики сигнала OFDM. Требования к стабильности средней частоты. | | | | 4 |
| 16 | Радиопередатчик, определяемый программным обеспечением (SDR) | | | | |
| 6.1 | Структура радиопередатчика SDR. Требования к блокам передатчика SDR – опорному генератору, смесителю и линейному усилителю. | | | | 7 |
| | Итого | 4 | - | 4 | 55 |

Таблица 4 - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины (модуля), и видов занятий с учетом форм контроля ФГОС

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | | | | | Формы контроля |
|----------------------|--------------|----|----|-------|---|-----|---|----|------------------------------------------------------------------------|
| | Л | ЛР | ПР | КР/КП | р | к/р | э | СР | |
| ОПК – 7 | + | + | + | - | - | + | - | - | Конспект, защита лабораторных работ, защита контрольной работы, зачёт. |

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, КР/КП – курсовая работа (проект), р – реферат, к/р – контрольная работа, э - эссе, СР – самостоятельная работа

Таблица 5 - Перечень лабораторных работ
4 курс

| № п/п | Лабораторные работы | Кол-во часов | № темы по т. 1 |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Исследование спектральной плотности косинусоидальных импульсов с отсечкой | 1 | 2 |
| 2. | Исследование работы ГВВ в различных режимах. | 1 | 2, 3 |
| 3. | Исследование резонансного усилителя на биполярном транзисторе, умножителя частоты. | 1 | 2, 3 |
| 4. | Исследование каскада с амплитудной модуляцией. Синтез модуляторов. | 1 | 5 |
| 5. | Усилитель мощности РПДУ «Муссон-2». | 2 | 2.3, 3, 5 |
| 6. | Устройство согласования с антенной РПДУ «Муссон-2». | 2 | 3 |
| | Итого | 8 | |

5 курс

| № п/п | Лабораторные работы | Кол-во часов | № темы по т. 1 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Исследование работы различных автогенераторов без стабилизации частоты | 0,5 | 3 |
| 2. | Исследование работы кварцевого автогенератора, исследование синтезатора частоты DDS. | 0,5 | 3 |
| 3. | Исследование спектров амплитудно-модулированных радиосигналов с двухполосной и однополосной модуляцией при помощи LabView и комплекса Emona Datex | 0,5 | 5 |
| 4. | Исследование схем частотных и фазовых модуляторов. Изучение спектров сигналов с угловой модуляцией при помощи LabView и комплекса Emona Datex | 0,5 | 4 |
| 5. | Исследование спектров сигналов с цифровой манипуляцией при помощи LabView и комплекса Emona Datex. | 1 | 6 |
| 6. | Исследование процесса кодирования и исправления ошибок при помощи LabView и комплекса Emona Datex. | 1 | 6 |
| | Итого | 4 | |

Таблица 6 - Перечень практических работ
4 курс

| № п\п | Темы практических занятий | Кол-во часов | № темы по т. 1 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Типы активных элементов радиопередающих устройств, их статические характеристики | 0,5 | 2 |
| 2. | Работа усилительного каскада с отсечкой тока. Понятие угла отсечки, зависимость выходной мощности передатчика и КПД передатчика от угла отсечки . | 0,5 | 2 |
| 3. | Цепи согласования активных элементов выходных усилителей с нагрузкой. Согласование на одной частоте | 1 | 3 |
| 4. | Схемы усилителей мощности радиопередатчиков : ламповые одноконтурный и двухконтурный каскад. | 1 | 3 |
| 5. | Схемы усилителей мощности радиопередатчиков : одноконтурные и двухконтурные каскады на биполярных и полевых транзисторах. Ключевой режим работы схем усилителей мощности. | 1 | 3 |
| 6. | Промежуточные каскады радиопередатчиков. Основные принципы построения промежуточных каскадов. Межкаскадное согласование | 1 | 3 |
| 7. | Понятие об автогенераторах. Принципы создания автогенераторов. Требования, предъявляемые к автогенераторам. Схемы простейших автогенераторов. Трехточечная схема автогенераторов. | 1 | 4 |
| 8. | Стабильность частоты автогенераторов. Кварцевая стабилизация частоты. Схемы автогенераторов с кварцевым резонатором. | 1 | 4 |
| 9. | Модуляция сигналов. Амплитудно- модулированный сигнал. Разновидности схем амплитудных модуляторов. Простые и маломощные схемы амплитудных модуляторов | 1 | 5 |
| | Итого | 8 | |

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов»^{1*}

- 1) Суслов А.Н., Гурин А.В. Шульженко А.Е. Проектирование радиопередающих устройств : Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Устройства генерирования и формирования сигналов» для студентов специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» и курсантов специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» очной и заочной форм обучения– Мурманск, издательство МГТУ, 2018. [электронное издание]
- 2) Дункан Б. Emona DATEx Руководство к лабораторному практикуму. Том 1 Эксперименты по основам современных аналоговых и цифровых методов телекоммуникаций.. – Emona Instruments Rty Ltd, 2008.
- 3) Дункан Б. Emona DATEx Руководство к лабораторному практикуму. Том 2 Дальнейшие эксперименты по современным аналоговым и цифровым методам телекоммуникаций.. – Emona Instruments Rty Ltd, 2008.
- 4) Суслов А.Н., Гурин А.В. Исследование спектральной плотности косинусоидальных импульсов с отсечкой : Методические указания к изучению дисциплин «Устройства генерирования и формирования сигналов» и «Формирование и передача сигналов». – Мурманск, издательство МГТУ, 2007.
- 5) Суслов А.Н., Гурин А.В. Изучение режимов работы усилительного каскада : Методические указания к изучению дисциплин «Устройства генерирования и

*В перечень входят методические указания к: выполнению практических, лабораторных, контрольных, самостоятельных, расчетно-графических, курсовых работ и др.

формирования сигналов» и «Формирование и передача сигналов». – Мурманск, издательство МГТУ, 2007.

6) Суслов А.Н., Гурин А.В. Исследование резонансного усилителя на биполярном транзисторе : Методические указания к изучению дисциплин «Устройства генерирования и формирования сигналов» и «Формирование и передача сигналов». – Мурманск, издательство МГТУ, 2008.

7) Суслов А.Н., Гурин А.В. Синтез амплитудных модуляторов : Методические указания к изучению дисциплин «Устройства генерирования и формирования сигналов» и «Формирование и передача сигналов». – Мурманск, издательство МГТУ, 2007.

8) Robert W. Heath Jr. Digital Wireless Communication Physical Layer Exploration Lab Using the NI USRP. Student Lab Manual. – National Technology and Science Press, 2012.

6. Фонд оценочных средств (является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа) и включает в себя:^{**}

ФОС входит в состав образовательной программы в качестве самостоятельного документа.

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов».

Основная

1. Галкин В.А. Основы программно-конфигурируемого радио : Научное издание. – М.: Горячая линия-телеком, 2016. - 372 с., ил.

2. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь : Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Горячая линия-телеком, 2014. - 592 с., ил.

3. Головин О.В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов : Учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия-телеком, 2017. - 592 с., ил.

4. Ворона В.А. Радиопередающие устройства. Основы теории и расчета : Учеб. пособие для вузов. – М.: Горячая линия-телеком, 2007. - 384 с., ил.

5. Радиопередающие устройства : Учебник для вузов / В.В.Шахгильдян, В.Б.Козырев, А.А.Ляховкин и др.; Под ред. В.В.Шахгильдяна. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 2003; 1996. - 560 с. : ил.

6. Радиопередающие устройства : Учебник для вузов / Л.А. Белов, М.В. Благовещенский, В.М. Богачев и др.; Под ред. М. В. Благовещенского, Г. М. Уткина. – М. : Радио и связь, 1982. – 406 с., ил.

7. Гавриленко И.И. Радиопередающие устройства : Учебник для мор.уч-щ. - 4-е

^{**} Приказ Минобрнауки России от 19.12.2013 № 1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»

изд., перераб. и доп. - М. : Транспорт, 1983. - 368 с.

8. Радиопередающие устройства : Учебник для вузов / Терентьев Б.П., Калашников Н.И., Клягин Л.Е., Штейн Б.Б.; Под ред. Б.П. Терентьева. - М. : Связь, 1972. - 456 с. : ил.

9. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы : Учебник для вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1986. - 512 с. : ил.

10. Григорьев А.Д. Электродинамика и техника СВЧ : Учебник для вузов по спец. "Электронные приборы и устройства". - М. : Высш. шк., 1990. - 335 с. : ил.

11. Радиопередающие устройства : Учебник для техникумов / Шумилин М.С., Севальцев В.П., Шевцов Э.А. - М. : Высш. шк., 1981, - 293 с., ил.

Дополнительная

1. Прокис Дж. Цифровая связь / Пер. с англ. Д.Д. Кловского. - М. : Радио и связь, 2000. - 800 с. : ил.

2. Максимов В.М. Устройства СВЧ: Основы теории и элементы тракта : Учеб. пособие для вузов / М-во образования РФ. - М. : Сайнс-Пресс, 2002. - 72 с. : ил. - (Конспекты лекций по радиотехническим дисциплинам. Вып.3).

3. Ратынский М.В. Основы сотовой связи / Под ред. Д.Б. Зимина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 2000. - 248 с. : ил. - (Библиотека сотовой связи).

8. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины*

1. MS Windows, MS Office 2007 (MS Office Word, MS Office Excel, MS Office Power Point)
2. Тематические презентации по курсу с использованием компьютерных технологий.
3. Сайт морского агентства «Транс Сервис» <http://www.trans-service.org>

9. Перечень информационных технологий и лицензионного программного обеспечения, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем*.

1. Электронно-библиотечная система ЭБС - <http://www.rucont.ru/>
2. ЭБС издательства "ЛАНЬ" - <http://e.lanbook.com>
3. ЭБС BOOK.ru - <http://book.ru/>
4. ЭБС ibooks.ru - <http://ibooks.ru/>
5. ЭБС znanium.com издательства "ИНФРА-М" - <http://www.znanium.com>
6. ЭБС НИТУ "МИСиС" - <http://lib.misis.ru/registr.html>

Таблица 7 - Материально-техническое обеспечение дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов»

| № п/п | Помещение | Наименование лаборатории/кабинета | Перечень основного оборудования |
|-------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 510 В | Лаборатория технической защиты информации Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий. | Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории: - столы – 3 шт.; - ПК для измерения ПЭМИН - 1 шт.; - учебные макеты: испытателя маломощных транзисторов и диодов Л2-54, - 2 шт., радиоборудования Wi-Fi - 2 шт., радиоприемопередатчика Baofeng - 2 шт., приемопередатчика Yaesu - 2 шт.; - учебный макет ЛЧМ Ионозонда - 1 шт. Посадочных мест - 7 |
| 2 | 505 В | Лаборатория электроники | Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной |

*Перечень лицензионного программного обеспечения в обязательном порядке согласовывать с Управлением информатизации.

| | | | |
|---|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий и курсового проектирования. | информации большой аудитории: - столы – 6 шт.; - доска аудиторная малая – 1 шт.; - персональные компьютеры - 2 шт.; - приемник SDR NI USRP - 2 шт.; - комплекс NI Elvis II - 2 шт.; - плата расширения LabView : практикум по аналоговым элементам информационно-измерительной техники - 2 шт., - плата расширения LabView : практикум по цифровым элементам информационно-измерительной техники - 2 шт., - плата расширения Emona DateX - 1 шт, - наглядные пособия по устройствам СВЧ - 3 шт. Посадочных мест - 12 |
| 3 | 501 В | Лаборатория радиопередающих устройств Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации. | Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: - столы – 12 шт.; - доска аудиторная – 1 шт.; - учебные макеты радиопередатчика: «Муссон-2» - 1 шт, «Барк-2» - 1 шт.; - учебные макеты радиоприемника: P-250 M2 - 2 шт., RFT EKD 300 - 2 шт.; - учебный макет консоли ГМССБ Sailor-2000 - 1 шт.; - учебный стенд по изучению конструкции ламповых радиопередатчиков -1 шт, Посадочных мест - 24 |
| 4 | 213 С | Специальное помещение для самостоятельной работы | Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения: - доска аудиторная – 1 шт. - персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную среду университета Intel(R) Core(TM) 2 DUO CPU E7200 2,53 ГГц, 1 Гб ОЗУ – 2 шт. Intel(R) Pentium(R) CPU G840 2,8 ГГц, 2 Гб ОЗУ – 3 шт. Intel(R) Celeron(R) CPU 2,8 ГГц, 1 Гб, ОЗУ – 1 шт. Intel(R) Pentium(R) 4CPU 2,8 ГГц, 1,5 Гб ОЗУ – 1 шт. Посадочных мест - 11 |

Таблица 8 - Технологическая карта дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов»

(промежуточная аттестация – «зачет»)

| № | Контрольные точки | Зачетное количество баллов | | График прохождения (неделя сдачи) |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----|-----------------------------------|
| | | min | max | |
| Текущий контроль | | | | |
| 1 | Посещение лекций (3 лекции- 6 ч.) | 8 | 12 | 1-17 недели |
| | Нет посещений (0 лекций) – 0 баллов, (2 лекции) 66% - 8 баллов; (3 лекции) 100% - 12 баллов | | | |
| 2 | Выполнение лабораторных работ (6 лаб.-8ч.) | 18 | 24 | По расписанию |
| | Выполнение одной лаб/р – 4 балла, не в срок – 3 балла (выполнение фиксируется преподавателем) | | | |
| 3 | <i>Защита лабораторных работ</i> | 18 | 30 | 3 - 17 неделя |
| | Защита одной лаб/р – от 3 до 5 баллов. Отличная защита – 5 баллов, хорошая – 4 балла, удовл. – 3 балла | | | |
| 4 | Выполнение практических работ (9 практ. -8 ч.) | 9 | 18 | По расписанию |
| | Выполнение одной практ/зан. – 2 балла, не в срок – 1 балл (выполнение фиксируется преподавателем) | | | |
| 5 | Выполнение контрольной работы | 7 | 16 | |
| 6 | Выполнение контрольной работы. – 16 баллов, не в срок – 7 баллов (выполнение фиксируется преподавателем) | | | |
| | ИТОГО за работу в семестре | 60 | 100 | 18- неделя |
| Промежуточная аттестация «зачет» | | | | |
| | ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 60 | 100 | Зачетная неделя |
| | Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с зачетом, то он считается аттестованным. Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося | | | |
| | ИТОГО за дисциплину | 60 | 100 | |

Таблица 9 - Технологическая карта дисциплины «Устройства генерирования и формирования сигналов»

(промежуточная аттестация - «экзамен»)

| | Контрольные точки | Зачетное количество баллов | | График прохождения (неделя сдачи) |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------|-----------------------------------|
| | | min | max | |
| Текущий контроль | | | | |
| 1 | Посещение лекций (2 лекции- 4 ч.) | 8 | 15 | 1-16 недели |
| | Нет посещений (0 лекций) – 0 баллов, (1 лекция) 50% - 8 баллов; (2 лекции) 100% - 15 баллов; | | | |
| 2 | Выполнение лабораторных работ (6 лаб.-4 ч.) | 10,8 | 12 | По расписанию |
| | Выполнение одной лаб/р – 2 балл, не в срок – 1,8 балла (выполнение фиксируется преподавателем) | | | |
| 3 | Защита лабораторных работ | 20,8 | 18 | 3 - 16 неделя |
| | Защита одной лаб/р – от 2 до 3 баллов. Отличная защита – 3 балла, хорошая – 2,8 балла, удовл. – 2,6 балл | | | |
| 4 | Выполнение контрольной работы | 10,4 | 15 | |
| | Выполнение контрольной работы. – 15 баллов, не в срок – 10,4 баллов (выполнение фиксируется преподавателем) | | | |
| | ИТОГО за работу в семестре | 50 | 60 | 17- неделя |
| | Промежуточная аттестация «экзамен» | 10 | 40 | |
| | Оценка «5» - 40 баллов, Оценка «4» - 20 баллов, Оценка «3» - 10 балл | | | |
| | ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ | 60 | 100 | Сессия |
| | Итоговая оценка определяется по итоговым баллам за дисциплину и складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля (итога за работу в семестре) и промежуточной аттестации (экзамен) Шкала баллов для определения итоговой оценки: 91 - 100 баллов - оценка «5», 81-90 баллов - оценка «4», 61- 80 баллов - оценка «3», 60 и менее баллов - оценка «2» Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося | | | |
| | ИТОГО за дисциплину | 70 | 100 | |

Таблица 10 - Ведомость для фиксирования результатов текущего контроля (промежуточная аттестация – экзамен, зачёт)

(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

| ФИО | Посещени е лекций | Количество баллов | | | | |
|-----|----------------------|--------------------|--------------------|------------|-----------------|-------|
| | | Выполнени е л/р | Выполнени е п/р | Защита л/р | Контр. точки | Итого |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |