

Компонент ОПОП 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
наименование ОПОП

Б1.В.16
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Устройства генерирования и формирования сигналов

Разработчик (и):

Гурин А.В.

ФИО

ст. преп.

должность

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

РЭСиТРО

наименование кафедры

протокол № 1 от 01 сентября 2022 года

Заведующий кафедрой РЭСиТРО



подпись

Борисова Л.Ф.
ФИО

Мурманск
2022

Пояснительная записка

Объем дисциплины 8 з.е.

1. **Результаты обучения по дисциплине (модулю)**, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ¹	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
ПК-4. Способен осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов	ИД-1ПК-4 Знает основные узлы радиопередатчиков и принципы их совместного функционирования ИД-2ПК-4 Умеет производить эксплуатацию и техническое обслуживание радиопередатчиков	Знать: Аппаратуру обслуживаемых радиоэлектронных систем и комплексов и ее функционирование Уметь:
ПС 06.005	ИД-1ПС06,005 Умеет проводить анализ научно-технической проблемы на основе подбора и изучения литературных и патентных источников ИД-2 ПС06,005 Умеет осуществлять компьютерное моделирование радиоэлектронных устройств и систем с целью оптимизации (улучшения) их параметров ИД-3ПС06,005 Умеет проводить наладку, настройку, регулировку и испытания радиоэлектронных средств и оборудования	Осуществлять эксплуатацию и техническое обслуживание радиоэлектронных систем и комплексов Владеть: Навыками эксплуатации и технического обслуживания радиоэлектронных систем и комплексов

2. **Содержание дисциплины (модуля)**

Тема 1. Введение Задачи, возлагаемые на радиопередающие устройства в системе передачи информации.

Тема 2. Структурные схемы радиопередатчиков

Тема 3. Генератор с внешним возбуждением.

Тема 4. Методы анализа работы ГВВ с нелинейным электронным прибором

Тема 5. Гармонический анализ выходного тока. Коэффициенты Берга

Тема 6. Схемы усилителей мощности передатчиков

Тема 7. ГВВ на биполярных транзисторах

Тема 8. Цепи согласования генератора с внешним возбуждением (ГВВ)

Тема 9. Параллельное и двухтактное включение электронных приборов

Тема 10. Возбудители радиопередатчиков

Тема 11. Примеры схем транзисторных автогенераторов

¹ Указываются индикаторы достижения компетенций, закрепленные за данной дисциплиной (модулем)

Тема 12. Нестабильность частоты автогенераторов

Тема 13. Автогенераторы с кварцевым резонатором

Тема 14. Синтезаторы частоты

Тема 15. Передатчики с амплитудной модуляцией и однополосной амплитудной модуляцией

Тема 16. Передатчики с угловой (частотной и фазовой) модуляцией

Тема 17. Сигналы в цифровых радиоканалах

Тема 18. Математические модели сигналов и помех

Тема 19. Радиоприемник, определяемый программным обеспечением (SDR).

Примеры профессиональных радиоприемных устройств

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;

- методические указания к выполнению лабораторных, практических, и расчетно-графических работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;

- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

1. Практикум по дисциплине Б1.О.26. Устройства генерирования и формирования сигналов для обучающихся по специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" Издательство МГТУ, 2019. Заказ №2502

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 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.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература:

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 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 литература:

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.Зимины. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 2000. - 248 с. : ил. - (Библиотека сотовой связи).

6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечная система "Издательство Лань"

Доступ к базе данных осуществляется с любого ПК посредством сети Интернет, после регистрации в системе <http://e.lanbook.com/> с компьютеров МГТУ, подключенных к сети.

Электронно-библиотечная система "IPRbooks"

Условия доступа: из локальной сети МГТУ, а так же удаленный доступ посредством сети Интернет (после регистрации на сайте ЭБС с ПК университета).

<http://iprbookshop.ru>

Электронно-библиотечная система "Рыбохозяйственное образование"

Доступ осуществляется по логину и паролю, логин и пароль доступа находятся на общем абонементе (207 "В"). <http://lib.klgtu.ru/jirbis2/>

Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"

Условия доступа: из локальной сети МГТУ, а так же удаленный доступ посредством сети Интернет (после регистрации на сайте ЭБС с ПК университета) <http://biblioclub.ru/>

Электронная библиотечная система "Консультант студента"

Доступ с ПК университета (по внешнему IP-адресу МГТУ); с любого ПК (удаленный доступ) посредством сети Интернет (при регистрации на сайте с ПК вуза). <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронно-библиотечная система ЭБС "Троицкий мост"

Доступ осуществляется с ПК университета (по внешнему IP-адресу МГТУ); с любого ПК (удаленный доступ) посредством сети Интернет (при регистрации на сайте с ПК вуза). <http://www.trmost.com/tm-main.shtml?lib>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1 Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07. 08;
- 2 Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.09;
- 3 Математический пакет PTC MathCAD V14-V15 University Department Perpetual Floating, Service Contract 9A1518564 от 04.12.2009;
- 4 MathWorks MATLAB 2009 /2010 (сетевая версия) License Number 619865 от 11.12.2009 (договор 32/356 от 10 декабря 2009г.)
- 5 Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита), Dr.Web Server Security Suite (антивирус) (договор №7236 от 03.11.2017г.)

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

505 В "Лаборатория электроники" Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий и курсового проектирования.

Оснащена

Посадочных мест - 12

Доска аудиторная малая - 1

Оборудование:

ПК для проведения виртуальных лабораторных и практических работ - 2 шт,

Приемник SDR NI USRP - 2 шт,

Комплекс NI Elvis II - 2 шт,

Плата расширения Emona DateX - 1 шт

501 В Лаборатория радиопередающих устройств Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.

Посадочных мест - 24

Доска аудиторная - 1

Учебный макет радиоприемника P-250 M2 - 2 шт.,

Учебный макет радиоприемника RFT EKD 300 - 2 шт.,

Учебный макет консоли ГМССБ Sailor-2000 - 1 шт.

510 В «Лаборатория технической защиты информации»

Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий.

Посадочных мест - 7

ПК - 1 шт.,

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МГТУ;

227 В Специальное помещение для самостоятельной работы

Оборудование:

- персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета – 6 шт.;

- копировальный аппарат XEROX CopyCentre C118 – 1 шт.;

- принтер HP LJ Pro P1566 – 2 шт.;

- сканер EPSON Perfection V10 – 1 шт.

Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1² - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности ³	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения										
	Очная				Очно-заочная				Заочная		
	Семестр			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс		Всего часов
	8	9									
Лекции	22	22	44								
Практические занятия	10	10	20								
Лабораторные работы	10	10	20								
Самостоятельная работа	102	66	168								
Подготовка к промежуточной аттестации ⁴		36	36								
Всего часов по дисциплине	144	144	288								
/ из них в форме практической подготовки ⁵											

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен		1									
Зачет/зачет оценкой	1										
Курсовая работа (проект)											
Количество расчетно-графических работ	1	1									
Количество контрольных работ											
Количество рефератов											
Количество эссе											

² Разработчикам РП можно убирать столбцы с формами обучения, если данная форма не реализуется в МГТУ,

³ При отсутствии вида учебной деятельности, формы промежуточной аттестации и текущего контроля соответствующая строка может быть удалена

⁴ Для экзамена очной и очно-заочной формы обучения - 36 часов, для экзамена заочной формы обучения - 9 часов, для зачета заочной формы обучения - 4 часа.

⁵ Организуется при реализации учебных дисциплин (модулей) путем проведения практических занятий, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Перечень лабораторных работ по формам обучения⁶

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
Очная форма	
1	Исследование спектральной плотности косинусоидальных импульсов с отсечкой
2	Исследование работы ГВВ в различных режимах.
3	Исследование резонансного усилителя на биполярном транзисторе, умножителя частоты.
4	Исследование каскада с амплитудной модуляцией. Синтез модуляторов.
5	Усилитель мощности РПДУ «Муссон-2».
6	Устройство согласования с антенной РПДУ «Муссон-2».
7	Исследование работы различных автогенераторов без стабилизации частоты
8	Исследование работы кварцевого автогенератора, исследование синтезатора частоты DDS.
9	Исследование спектров амплитудно-модулированных радиосигналов с двухполосной и однополосной модуляцией при помощи LabView и комплекса Emona Datex
10	Исследование схем частотных и фазовых модуляторов. Изучение спектров сигналов с угловой модуляцией при помощи LabView и комплекса Emona Datex
11	Исследование спектров сигналов с цифровой манипуляцией при помощи LabView и комплекса Emona Datex.
12	Исследование процесса кодирования и исправления ошибок при помощи LabView и комплекса Emona Datex.

Перечень практических занятий по формам обучения⁷

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
Очная форма	
1	Типы активных элементов радиопередающих устройств, их статические характеристики
2	Работа усилительного каскада с отсечкой тока. Понятие угла отсечки, зависимость выходной мощности передатчика и КПД передатчика от угла отсечки .
3	Цепи согласования активных элементов выходных усилителей с нагрузкой. Согласование на одной частоте
4	Схемы усилителей мощности радиопередатчиков : ламповые одноктактный и двухтактный каскад.
5	Схемы усилителей мощности радиопередатчиков : одноктактные и двухтактный каскады на биполярных и полевых транзисторах.
6	Промежуточные каскады радиопередатчиков. Основные принципы построения промежуточных каскадов. Межкаскадное согласование
7	Понятие об автогенераторах. Принципы создание автогенераторов. Требования, предъявляемые к автогенераторам. Схемы простейших автогенераторов. Трехточечная схема автогенераторов.
8	Стабильность частоты автогенераторов. Кварцевая стабилизация частоты. Схемы автогенераторов с кварцевым резонатором.

⁶ Если лабораторные работы не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

⁷ Если практические занятия не предусмотрены учебным планом, таблица может быть удалена

9	Модуляция сигналов. Амплитудно-модулированный сигнал. Разновидности схем амплитудных модуляторов. Простые и маломощные схемы амплитудных модуляторов
10	Частотно-модулированный сигнал. Параметры ЧМ сигнала. Принципы создания модуляторов ЧМ
11	Однополосная амплитудная модуляция. Принципы создания формирователей однополосного АМ сигнала. Структурные схемы формирователей ОБП сигнала. Принцип усиления АМ ОБП сигнала.
12	Понятие о цифровом сигнале. Дискретизация, квантование сигнала. Понятие об информации. Единица измерения информации.
13	Энтропия источника. Импульсно-кодовая модуляция.
14	Помехоустойчивое кодирование. Общие принципы. Примеры кодов с обнаружением ошибок, и с исправлением ошибок.
15	Сигналы с расширением спектра. Внутримпульсное кодирование псевдослучайной последовательностью.
16	Комбинированные виды манипуляции. Квадратурная амплитудная манипуляция.
17	Модуляция с минимальным частотным сдвигом. Гауссовская модуляция с минимальным частотным сдвигом.
18	Принципы создания сигнала ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM). Сигнал стандарта DVB-T