

Компонент ОПОП 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»
наименование ОПОП

Б1.В.02
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Формирование и передача сигналов

Разработчик (и):

Гурин А.В.
ФИО

старший преподаватель
должность

ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

РЭС и ТРО

наименование кафедры

протокол № 1 от 01.09.2022

Заведующий кафедрой РЭС и ТРО



подпись

Борисова Л.Ф.
ФИО

Мурманск
2022

Пояснительная записка

Объем дисциплины 7з.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)
<p>ПС 06.006 3.1.1 Обнаружение, анализ и диагностика неисправностей</p>	<p>ИД-1 пс 06.006 3.1.1 Знать способы и устройства формирования сигналов при различных видах и классах излучений; принципы работы, схемные решения основных узлов и цепей согласования в радиопередатчиках;</p> <p>• ИД-2 пс 06.006 3.1.1 Уметь анализировать работу основных узлов, строить и читать схемы радиопередающих устройств. выбирать экономичные режимы работы каскадов при обеспечении заданных характеристик.</p>	<p>Знать: • математические модели описания сигналов и помех, их физическую сущность. • математические и структурные модели каналов передачи информации; • информационные характеристики сообщений, помех и каналов; • способы управления информационными параметрами сигналов; • основы помехоустойчивого кодирования; • 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;</p>
<p>ПС 06.006 3.2.1 Техническое обслуживание оборудования сети радиодоступа в соответствии с установленными нормами</p>	<p>ИД-1 пс 06.006 3.2.1 Знать особенности технической эксплуатации радиопередающих устройств</p> <p>ИД-2 пс 06.006 3.2.1 Уметь производить экспериментальные работы по измерению основных показателей функционирования различных каскадов формирования радиосигналов</p>	<p>• принципы работы и основные характеристики электронных приборов СВЧ диапазона, их использование в СВЧ радиопередатчиках; • особенности технической эксплуатации радиопередающих устройств</p> <p>Уметь: • определять помехоустойчивость и эффективность простейших систем передачи информации. • производить инженерный расчет структурных схем, схем основных узлов радиопередатчиков. • анализировать работу основных</p>

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

		<p>узлов, строить и читать схемы радиопередающих устройств.</p> <ul style="list-style-type: none"> • выбрать экономичные режимы работы каскадов при обеспечении заданных характеристик. • производить экспериментальные работы по измерению основных показателей функционирования различных каскадов формирования радиосигналов. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использованием литературных источников, справочной литературы, прикладных и нормативных изданий с целью освоения знаний и выполнения проектных работ; • методами и способами обработки результатов изучения исследования конкретных узлов и схем формирования радиосигналов. • использованием и применением компьютерной техники к изучению материала дисциплины, проверки своих знаний и умений и выполнения проектных заданий по устройствам передачи радиосигналов.
--	--	--

2. Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение

Тема 2. Генератор с внешним возбуждением.

Тема 3. Цепи согласования генератора с внешним возбуждением (ГВВ). Схемы ГВВ.

Тема 4. Возбудители радиопередатчиков. Синтезаторы частоты.

Тема 5. Передатчики с амплитудной модуляцией.

Тема 6. Передатчики с однополосной амплитудной модуляцией.

Тема 7. Передатчики с угловой (частотной и фазовой) модуляцией.

Тема 8. Математические модели сигналов и помех

Тема 9. Каналы передачи информации

Тема 10. Элементы теории информации

Тема 11. Элементы теории кодирования

Тема 12. Методы разделения каналов

Тема 13. Проектирование радиопередающих устройств, использующих цифровой сигнал.

Тема 14. Метод квадратурной модуляции.

Тема 15. Передатчик системы, использующей многочастотное мультиплексирование с минимальным частотным сдвигом (OFDM)

Тема 16. Радиопередатчик, определяемый программным обеспечением (SDR)

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/контрольных работ - «Практикум по дисциплине Устройства генерирования и формирования сигналов для обучающихся по специальности 25.05.03 "Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования" Издательство МГТУ, 2019» 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».

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.; Подред. 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.; Подред. 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:

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

13. 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).

14. Ратынский М.В. Основы сотовой связи / Под ред.Д.Б.Зиминой. - 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

1) 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.

2) 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>

3) 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/>

4) 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/>

5) 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/>

6) 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) Операционная система WindowsXPProfessionalRussianAcademicOPEN, лицензия № 44335756 от 29.07. 08;

2) Офисный пакетMicrosoftOffice 2007 RussianAcademicOPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.09;

3) Программный пакет MathWorksMATLAB 2009 /2010 (сетеваяверсия) LicenseNumber 619865 от 11.12.2009 (договор 32/356 от 10 декабря 2009г.)

4) Программный пакет LTSpice (свободно распространяемое ПО)

5) Инженерный калькулятор TXLine (свободно распространяемое ПО)

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) 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»

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

1) Учебный корпус по адресу

183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2,

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

Аудитория содержит оборудование :

Посадочных мест – 24

Доска аудиторная – 1

Укомплектовано специализированной мебелью техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории (Проектор Epson)

Учебный макет радиопередатчика «Муссон-2» - 1 шт

Учебный макет радиопередатчика «Барк-2» - 1 шт

Учебный стенд по изучению конструкции ламповых радиопередатчиков -1 шт

Учебный макет консоли ГМССБ Sailor-2000 - 1 шт.

2) Учебный корпус по адресу

183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2,

Аудитория 510 В «Лаборатория технической защиты информации»

Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий

Посадочных мест -7

Учебный макета Радиоприемопередатчика Baofeng - 2 шт.,

Учебный макет приемопередатчиков Yaesu - 2 шт.,

учебный макет ЛЧМ Ионозонда - 1 шт

3) Учебный корпус по адресу

183010, Мурманская область, г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2,

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

Посадочных мест - 12

Доска аудиторная малая - 1

ПК для проведения виртуальных лабораторных и практических работ - 2 шт

Приемник SDRNIUSRP - 2 шт

Комплекс NIElvisII - 2 шт

Плата расширения LabView : практикум по цифровым элементам информационно-измерительной техники - 2 шт.,

Плата расширения EmonaDateX - 1 шт,

Наглядные пособия по устройствам СВЧ - 3 шт

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

Учебный корпус по адресу

183010, Мурманская область, г. Мурманск, ул. Советская, д.10,

аудитория № 213 ССпециальное 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 информационно-образовательную среду университета:

Intel(R) Core(TM) 2 DUO CPU E7200 2,53 ГГц, 1 ГбОЗУ – 2 шт.;

Intel(R) Pentium(R) CPU G840 2,8 ГГц, 2 ГбОЗУ – 3 шт.;

Intel(R) Celeron(R) CPU 2,8 ГГц, 1 ГбОЗУ –

1 шт.;

Intel(R) Pentium(R) 4CPU 2,8 ГГц, 1,5 ГбОЗУ – 1 шт.;

Посадочных мест – 11

- лабораторию _____ (если перечень необходимых лабораторий указан в ФГОС ВО по конкретному направлению подготовки/специальности).

Не допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения									
	Очная					Заочная				
	Семестр				Всего часов	Семестр/Курс				Всего часов
	7	8				6	7	8	9	
Лекции	10	22			32	6		6		
Практические занятия	4	10			14					
Лабораторные работы	4	10			14		4		8	
Самостоятельная работа	54	102			156	30	64	66	55	215
Подготовка к промежуточной аттестации		36			36		9	9	9	27
Всего часов по дисциплине	72	180			252	36	72	72	72	252
/ из них в форме практической подготовки										

Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Экзамен		1							1	
Зачет/зачет оценкой	с	1					1	1		
Количество расчетно- графических работ		1	1				1	1	1	
Количество контрольных работ										

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ 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 EmonaDatex
10	Исследование схем частотных и фазовых модуляторов. Изучение спектров сигналов с угловой модуляцией при помощи LabView и комплекса EmonaDatex
11	Исследование спектров сигналов с цифровой манипуляцией при помощи LabView и комплекса EmonaDatex.
12	Исследование процесса кодирования и исправления ошибок при помощи LabView и комплекса EmonaDatex.
	Заочная форма
1	Исследование спектральной плотности косинусоидальных импульсов с отсечкой
2	Исследование работы ГВВ в различных режимах.
3	Усилитель мощности РПДУ «Муссон-2».
4	Исследование работы кварцевого автогенератора, исследование синтезатора частоты DDS.
5	Исследование спектров амплитудно-модулированных радиосигналов с двухполосной и однополосной модуляцией при помощи LabView и комплекса EmonaDatex

Перечень практических занятий по формам обучения

№ 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 одноконтурный и двухконтурный каскад.
5	Схемы усилителей мощности радиопередатчиков : одноконтурные и двухконтурный каскады на биполярных и полевых транзисторах. Ключевой режим работы схем усилителей мощности.
6	Промежуточные каскады радиопередатчиков. Основные принципы построения промежуточных каскадов. Межкаскадное согласование
7	Понятие об автогенераторах. Принципы создания автогенераторов. Требования, предъявляемые к автогенераторам. Схемы простейших автогенераторов. Трехточечная схема автогенераторов.
8	Стабильность частоты автогенераторов. Кварцевая стабилизация частоты. Схемы автогенераторов с кварцевым резонатором.
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. Понятие о сжатии. Импульсно-кодовая модуляция. Мю-сжатие. Принцип дифференциальной ИКМ. Принципы работы речевых кодеков со сжатием.
14	Комбинированные виды манипуляции. Квадратурная амплитудная манипуляция.
15	Модуляция с минимальным частотным сдвигом. Гауссовская модуляция с минимальным частотным сдвигом.
16	Принципы создания сигнала ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM). Сигнал стандарта DVB-T
	Заочная форма
1	Цепи согласования активных элементов выходных усилителей с нагрузкой. Согласование на одной частоте
2	Схемы усилителей мощности радиопередатчиков : одноконтурные и двухконтурный каскады на биполярных и полевых транзисторах.
3	Понятие об автогенераторах. Принципы создания автогенераторов. Требования, предъявляемые к автогенераторам. Схемы простейших автогенераторов. Трехточечная схема автогенераторов. Стабильность частоты автогенераторов. Кварцевая стабилизация частоты. Схемы автогенераторов с кварцевым резонатором.
4	Понятие о цифровом сигнале. Дискретизация, квантование сигнала. Понятие об информации. Единица измерения информации.

5	Комбинированные виды манипуляции. Квадратурная амплитудная манипуляция. Модуляция с минимальным частотным сдвигом. Гауссовская модуляция с минимальным частотным сдвигом.
6	Принципы создания сигнала ортогонального частотного мультиплексирования (OFDM). Сигнал стандарта DVB-T