

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИМА

Березенко С.Д.

Ф.И.О.

подпись

2020 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина

Б1.Б.32 Антенны и устройства сверхвысокой частоты (СВЧ)

код и наименование дисциплины

Специальность

25.05.03 Техническая эксплуатация

код и наименование направления подготовки /специальности

транспортного радиоборудования

Специализация

специализация №3 «Техническая эксплуатация и ремонт

наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы

радиоборудования промышленного флота»

Квалификация выпускника

инженер

указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик

Радиоэлектронных систем и транспортного радиоборудования

наименование кафедры-разработчика рабочей программы

Мурманск
2020

Лист согласования

1 Разработчик(и)

Ст. преподаватель РЭС и ТРО  Гурин А.В.
Часть 1 должность кафедра подпись 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 05.10.2020 г.
наименование кафедры дата

протокол № 02

 Борисова Л.Ф.
подпись Ф.И.О. заведующего кафедрой – разработчика

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

Заведующий выпускающей кафедрой _____
наименование кафедры

_____ дата _____ подпись _____ Ф.И.О.

⁵ Если кафедра-разработчик является выпускающей, то пункт не заполняется.

Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине (модулю) «Антенны и устройства сверхвысокой частоты (СВЧ)», входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования, направленности (профилю)/специализации Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота, 2016 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	Переименование ФГБОУ ВПО «МГТУ» в ФГБОУ ВО «МГТУ»	Приказ ФАР № 385 от 30.05.2016 Утверждение ОПОП от 29.06.2016	29.06.2016
		Смена Учредителя	Распоряжение Правительства РФ № 647-р от 08.04.2017 Утверждение ОПОП Ученым советом МГТУ (Протокол № 11 от 30.06.2017)	30.06.2017
		Переименование Учредителя	Распоряжение Правительства РФ № 1293-р от 27.06.2018 Утверждение ОПОП Ученым Советом МГТУ (Протокол № 6 от 25.01.2019)	25.01.2019
		Переименование типа образовательной организации	1. Приказ Министерства науки и высшего образования №854 от 31.07.2020г. 2. Внесение изменений в компоненты ОПОП решением Ученого совета (протокол №3 от 30.10.2020)	30.10.2020
2	Структуры учебной дисциплины			
3	Методического обеспечения дисциплины	Актуализация методических указаний.	Протокол заседания кафедры РЭС и ТРО (Протокол № 2 от 05.10.2020)	05.10.2020
4	Структуры и содержания ФОС	Актуализация ФОС в соответствии с Положением о фонде оценочных средств ФГБОУ ВО «МГТУ»	Протокол заседания кафедры РЭС и ТРО (Протокол № 2 от 05.10.2020)	05.10.2020
5	Рекомендуемой литературы			

Дополнения и изменения внесены «___» _____ г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

к рабочей программе по дисциплине (модулю) «Антенны и устройства сверхвысокой частоты (СВЧ)», входящей в состав ОПОП по направлению подготовки/специальности 25.05.03 Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования, направленности (профилю)/специализации Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота.

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
<p>Б1.Б.32 Базовая часть</p>	<p>«Антенны и устройства сверхвысокой частоты (СВЧ)»</p>	<p>1. Цели дисциплины подготовить студента к решению типовых задач, связанных с проектной, научно-исследовательской, и производственно-технологической деятельностью в области создания и эксплуатации СВЧ-трактов и антенных устройств различного назначения на основе изучения принципов функционирования устройств СВЧ и антенн, изучения аналитических и численных методов их расчета (включая сочетание методов электродинамики и теории цепей СВЧ). Ознакомить студента с типовыми узлами и элементами, их электрическими моделями и конструкциями, применяемыми в системах автоматизированного проектирования устройств СВЧ и антенн. Привить навыки проведения экспериментальных исследований в лабораторных условиях.</p> <p>Задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изучить теорию цепей СВЧ; - изучить электродинамические методы, позволяющие оценивать и оптимизировать работу элементов СВЧ-тракта; - научить пользоваться современными средствами исследования процессов различных устройств СВЧ-тракта. <p>В результате изучения дисциплины студент должен</p> <p>Знать: роль антенных систем и трактов СВЧ в обеспечении задач пространственной обработки сигналов в радиосистемах; фундаментальные ограничения на достижимые параметры радиосистем, налагаемые электрическими размерами антенн, требованиями к применяемому диапазону волн и ширине рабочей полосы частот, погрешностями изготовления; воздействие колебаний СВЧ на окружающую среду и методы защиты от радио излучений.</p> <p>Уметь: применять математические модели антенных систем и узлов СВЧ и соответствующие методы расчетов к анализу и оптимизации параметров с использованием средств компьютерного проектирования.</p> <p>Владеть: навыками экспериментального исследования антенных систем и трактов СВЧ, методами автоматизации измерений.</p> <p><u>Содержание разделов дисциплины:</u> Особенности обучения в высшем учебном заведении;</p>

		<p>Принципы функционирования радиотехнических систем; Общие сведения о сфере профессиональной деятельности радиоинженера</p> <p>Раздел 1. Введение Раздел 2. Основные положения классической электродинамики. Раздел 3. Волноводы. Микрополоски. Раздел 4. Физические основы распространения электромагнитных колебаний в передающих линиях Раздел 5. Методы согласования передающих линий Раздел 6. Направленные ответвители Раздел 7. Управляющие и ферритовые устройства СВЧ Раздел 8. Основные электрические параметры и характеристики антенн Раздел 9. Разновидности и особенности СВЧ антенн Раздел 10. Применение САПР при исследовании и проектировании устройств СВЧ диапазона</p> <p>Реализуемые компетенции: ФГОС ОПК-5; ПСК-3.1</p> <p>Формы отчетности: Очная форма обучения Семестр 8 – экзамен, расчетно-графическая работа, контрольная работа Заочная форма обучения 5 курс зимняя сессия – экзамен, контрольная работа</p>
--	--	--

Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»,
код и наименование специальности

утвержденного 12 сентября 2016 г. № 1166, учебного плана в составе ОПОП по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования», специализации Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота, 2016 года начала подготовки и требований Международной Конвенции ПДНВ-78/95 (с поправками).

2. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью дисциплины (модуля) «Антенны и устройства сверхвысокой частоты (СВЧ)» является подготовка обучающегося в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»

Цели: подготовить специалиста, владеющего основными положениями теории линий передач и цепей СВЧ, умеющего использовать эти знания для решения практических задач, разрабатывать типы устройств СВЧ, оценивать их электрические характеристики, использовать современное измерительное оборудование и САПР.

Задачи:

- ознакомить с основными направлениями развития науки и техники в области СВЧ;
- формировать практические навыки работы современными САПР;
- информировать обучающихся об современных СВЧ-устройствах, их структуре, задачах и функциях;
- ознакомить с учебными и тематическими планами направления подготовки дипломированных специалистов, содержанием учебных дисциплин, знакомство с представителями педагогического коллектива кафедры и университета.

3. Требования к уровню подготовки специалиста в рамках данной дисциплины.

Процесс изучения дисциплины «Антенны и устройства СВЧ» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»:

Таблица 2 – Компетенции ФГОС

№ п/п	Код компетенции	Компоненты компетенции, степень их реализации	Результаты обучения
1	ОПК -5 Способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией	Компоненты компетенции частично соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется в части способности использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, работать с компьютером как средством управления информацией	<p>знать: особенности процесса обучения в вузе; роль, значение и место инженера по специальности в структуре морского флота; принципы функционирования радиотехнических систем с использованием сверхвысокой частоты.</p> <p>уметь: ориентироваться различных видах устройств СВЧ, организовывать самостоятельную работу; ориентироваться в использовании измерительных систем СВЧ различного назначения и САПР; использовать знания принципов работы радиотехнических систем в процессе изучения устройств СВЧ</p> <p>владеть: организацией работы с технической литературой; правилами ведения конспектов лекций, оформления курсовых проектов и работ, отчетов по лабораторным работам; сведениями об антеннах и устройствах СВЧ</p>
2	ПСК 3.1 Способность выполнять действия, связанные с технической эксплуатацией судовых средств радиосвязи и радионавигации	Компоненты компетенции частично соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется в части способности выполнять действия, связанные с эксплуатацией судовых устройств СВЧ диапазона.	<p>знать: принципы функционирования радиотехнических систем с использованием сверхвысокой частоты, комплекс планово-предупредительных работ по обеспечению исправности, работоспособности и готовности транспортного радиоэлектронного оборудования, использующего СВЧ</p> <p>уметь: ориентироваться различных видах устройств СВЧ, организовывать профилактику и ремонт оборудования СВЧ; ориентироваться в использовании измерительных систем СВЧ различного назначения и САПР</p> <p>владеть: организацией работы с технической литературой; правилами ведения эксплуатации и ремонтных операций антенн и устройств СВЧ.</p>

4. Структура и содержание учебной дисциплины «Антенны и устройства СВЧ»

Таблица 3 - Распределение учебного времени дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Семестр			Всего часов	Курс			Всего часов
	8				5			
Лекции	36			36	6			6
Практические занятия	18			18	6			6
Лабораторные работы	18			18	4			4
Самостоятельная работа	36			36	117			117
Подготовка и сдача экзамена (контроль)	36			36	4			4
Всего часов по дисциплине	14			144	144			144
	4							
Формы промежуточного и текущего контроля								
Экзамен	+				+			
Зачет	-				-			
Количество расчетно-графических работ	1				-			
Количество контрольных работ	1				1			

Таблица 4 - Содержание разделов дисциплины «Антенны и устройства СВЧ», виды работы

Очная форма обучения - 8 семестр

Заочная форма обучения – 5 курс зимняя сессия

№п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной подготовки								
		Очная				Заочная				
		Ле к	ПР	ЛР	СР	Ле к	ПР	ЛР	СР	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.	Введение. Особенности диапазона СВЧ.	2			2					10
2.	Основные положения классической электродинамики.	6	2	2	4	1				10
3.	Линии передачи СВЧ.	4	4	4	6	1	1			15
4.	Коэффициент отражения, коэффициент стоячей волны. Круговая диаграмма полных сопротивлений.	4		2	4		1			10
5.	Методы согласования передающих линий.	2	2	2	4	1		1		15
6.	Двух и многоканальные делители мощности	2	2	4	4		1	1		12

7.	Управляющие и ферритовые устройства СВЧ.	4			4	1			10
8.	Основные электрические параметры и характеристики антенн.	4			2	1	1		10
9.	Антенны СВЧ различных видов	4		4	2		1	1	10
10.	Применение САПР при исследовании и проектировании устройств СВЧ диапазона.	4	2		2	1	1	1	15
	Итого	36	18	18	36	6	6	4	117

Таблица 5 - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий с учетом форм контроля

Перечень компетенций	Виды занятий						Формы контроля
	Л	ЛР	ПР	РГЗ	к/р	СР	
ОПК -5	-	-	+	-	+	+	Устный ответ на практическом занятии, тест, конспект, контрольная работа.
ПСК-3.1	+	-	+	+	-	-	Устный ответ на практическом занятии, тест, конспект, контрольная работа.

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, к/р – контрольная работа, СР – самостоятельная работа

Таблица 6 - Перечень лабораторных работ

№ п/п	Лабораторные работы	Кол-во часов очной формы обучения	Кол-во часов заочной формы обучения
1	2	3	4
1.	Исследование линии передачи - прямоугольного волновода	2	1
2.	Исследование линии передачи - круглого волновода	2	
3.	Исследование коаксиально-волноводных переходов: переход с коаксиального волновода на прямоугольный волновод, круглый волновод и микрополосковую линию.	2	1
4.	Исследование фильтров на микрополосковых линиях	2	
5.	Исследование направленных ответвителей на микрополосковых линиях	2	1
6.	Исследование кольцевого моста на микрополосковых линиях	2	
7.	Исследование входной и выходной цепи транзисторного усилителя СВЧ диапазона на микрополосковых линиях	2	
8.	Исследование микрополосковых антенн	2	1
9.	Исследование рупорной антенны	2	
	Итого	18	4

Таблица 7- Перечень практических работ

№ п\п	Наименование практических работ	Кол-во часов очной формы обучения	Кол-во часов заочной формы обучения
1	2	3	4
1	Решение волнового уравнения для произвольной передающей линии.	2	1
2	Микрополосковые линии передач. Неоднородности в линиях передач. Метод эквивалентных схем.	2	
3	Методы согласования передающих линий. Круговая диаграмма полных сопротивлений.	2	1
4	Направленные ответвители: щелевой мост, двойной Т- мост, гибридное кольцо. Основные методики расчёта	2	1
5	Понятие о феррите. Ферритовые фазовращатели.	2	1
6	Ферритовые циркуляторы. Y-циркулятор	2	
7	Векторная комплексная диаграмма направленности. Вторичные параметры, характеризующие направленность и согласование антенн с линией антенн.	2	1
8	Применение САПР. Расчет цепей СВЧ.	2	1
9	Применение САПР. Электродинамические расчеты устройств СВЧ	2	
	Итого	18	6

5. Перечень примерных тем контрольной работы**Перечень тем контрольных работ**

Расчет круглого волновода (по вариантам)

Перечень тем расчетно-графических работ

Расчет полоскового фильтра СВЧ на связанных полуволновых резонаторах (по вариантам)

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Антенны и устройства СВЧ»^{2*}

1. Практикум по дисциплине Б1.Б.24. Устройства сверхвысокой частоты (СВЧ) и антенны для обучающихся по специальности 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы" Издательство МГТУ, 2019. Заказ №2504

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

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

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

** 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»

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Антенны и устройства СВЧ».

Основная литература

1. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. Под ред. академика Н.Д. Девятова / Учебник для студентов вузов по специальности «Электронные приборы», 2-е изд., М., «Высш. школа», 1970. – т.1, 440 с., ил.
2. Сазонов Д.М. Антенны и устройства СВЧ : Учеб. для радиотехнич. спец. Вузов. – М.: Высш. шк., 1988. – 432 м.: ил.
3. Виноградов А.Ю., Кабетов Р.В., Сомов А.М. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны. / Учеб пособие для вузов. Под ред. А.М.Сомова. М.: Горячая линия – телеком, 2012 г., 440 с.: ил.
4. Шаров Г.А. Основы теории сверхвысокочастотных линий передач, цепей и устройств. / Научное издание. М.: Горячая линия – телеком, 2016 г., 470 с.: ил.
5. Максимов В.М. Линии передачи СВЧ диапазона : Учеб.пособие для вузов / М-во образования РФ. - М. : Сайнс-Пресс, 2002. - 80 с. : ил. - (Конспекты лекций по радиотехническим дисциплинам. Вып.32.
6. 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).

Дополнительная литература

1. Архипов Н.С., Архипов С.Н., Полянский И.С., Сомов А.М. Методы анализа волноводных линий передачи. : Учеб. пособие для вузов / Под ред. заслуженного деятеля науки РФ, д.т.н., проф. А.М. Сомова. М.: Горячая линия – телеком, 2017 г., 114 с.: ил.
2. Д.т.н., профессор А.И. Фалько. Расчет преселекторов радиоприемных устройств микроволнового диапазона: Учебное пособие / СибГУТИ. – Новосибирск, 2008 г. – 50 с.
3. Банков С.Е., Курушин А.А. Электродинамика и техника СВЧ для пользователей САПР : Научное издание / Горячая линия-телеком. – Москва, 2008 г. – 276 с.

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

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>.

10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа.

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Service Pack 3 (подписка на образовательные лицензии, сетевые версии), участие в академической программе Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (с февраля 2019 г., ранее Microsoft Imagine, ранее Microsoft DreamSpark, ранее Microsoft MSDN Academic Alliance), идентификатор подписки – ICM-167650, счет-фактура №IM85589 от 30.12.2019
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.) Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite (комплексная защита), Dr.Web Server Security Suite (антивирус) (договор №7236 от 03.11.2017г.)

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Таблица 8. - Материально-техническое обеспечение

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	512 В «Лаборатория электродинамики и распространения радиоволн» Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации.	512: Количество столов - 12 Количество стульев - 24 Посадочных мест - 24 Доска аудиторная - 1 Комплект для проведения лабораторных работ «Электромагнитные поля в волноводах», - 1 шт., Комплект для проведения лабораторных работ «Электромагнитные волны в анизотропных средах» - 1 шт.,
2.	Кабинет 505 В "Лаборатория электроники" Специальное помещение для проведения лабораторных работ, практических занятий и курсового проектирования.	Количество столов - 6 Количество стульев - 12 Посадочных мест - 12 Доска аудиторная малая - 1 Оборудование: ПК для проведения виртуальных лабораторных и практических работ - 2 шт, Наглядные пособия по устройствам СВЧ - 3 шт.

Таблица 9 - Технологическая карта дисциплины «Антенны и устройства СВЧ» (промежуточная аттестация – «Экзамен»)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1	Посещение занятий (16 лекций - 32 ч.)	12	16	1-17 недели
	Нет посещений – 0 баллов, 50% - 12 баллов; 75% -15 баллов; 100 % -16 баллов			
2	Выполнение и защита лабораторных работ	13	18	
3	Практические занятия	13	18	1-17 недели
4	Контрольная работа	5	8	17-ая неделя

5	Расчетно-графическая работа (1)	5	10	1-17 недели
	ИТОГО за работу в семестре	50	70	18- неделя
	Промежуточная аттестация «экзамен»	10	30	Экзаменационная сессия
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	60	100	Экзаменационная сессия
	1. 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			
	ИТОГО за дисциплину	60	100	

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

(заполняется преподавателем в последний рабочий день месяца)

ФИО	Количество баллов					
	Посещение лекций	Выполнение л/р	Выполнение п/р	Защита л/р	Контр. точки	Итого