

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Факультет физико-технический

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования, первый
проректор

Хатуров Т. А.

« 27 » 04

2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.06.02 ЭЛЕКТРОНИКА СВЧ

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль) Радиофизические методы по областям применения
(биофизика)

Программа подготовки академический бакалавриат

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.06.02 «Электроника СВЧ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика профиль «Радиофизические методы по областям применения (биофизика)».

Программу составил:

М.А. Жужа, доцент кафедры радиофизики
и нанотехнологий ФТФ КубГУ, канд. физ.-мат. наук


подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.06.02 «Электроника СВЧ» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «27» марта 2018 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.


подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «27» марта 2018 г.

Заведующий кафедрой (выпускающей) Копытов Г.Ф.


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 10 «12» апреля 2018 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.


подпись

Рецензенты:

Федоров А.А., доцент кафедры физики КубГТУ, канд. техн. наук

Никитин В.А., профессор кафедры оптоэлектроники КубГУ, канд. техн. наук

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Учебная дисциплина «Электроника СВЧ» ставит своей целью сформировать у студентов знания о СВЧ технике и активных СВЧ устройствах.

1.2 Задачи дисциплины.

- изучение конструкций и принципов работы линий передачи СВЧ, полупроводниковых и электровакуумных СВЧ приборов и СВЧ устройств;
- формирование навыков расчетов основных характеристик линий передачи СВЧ.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Электроника СВЧ» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 учебного плана. Для успешного изучения дисциплины необходимы знания по «Электричеству и магнетизму». Освоение дисциплины необходимо для изучения «Полупроводниковой электроники», «Радиоэлектроники», «Распространения электромагнитных волн» и других радиотехнических дисциплин.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональной компетенции (ПК):

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	способностью понимать принципы работы современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования	полупроводниковые и электровакуумные СВЧ приборы, а также СВЧ устройства различного назначения	использовать теоретические знания для анализа принципа работы СВЧ радиоэлектронной аппаратуры и оборудования	приемами расчета основных характеристик линий передачи СВЧ

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед., (180 часов), и их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	3-й семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		108	108
Занятия лекционного типа		36	36
Лабораторные занятия		-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		72	72
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:			
Проработка учебного (теоретического) материала		15	15
Реферат		10	10
Подготовка презентации по теме реферата		7	7
Контроль:			
Подготовка к экзамену		35,7	35,7
Общая трудоёмкость	час.	180	180
	в том числе контактная работа	112,3	112,3
	зач. ед.	5	5

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3-м семестре:

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение.	6	2	2	-	2
2	Линии передачи СВЧ.	20	4	12	-	4
3	Полупроводниковые приборы СВЧ.	24	8	10	-	6
4	Интегральные микросхемы СВЧ.	10	2	4	-	4
5	СВЧ устройства.	24	6	12	-	6
6	Электровакуумные приборы СВЧ.	24	6	14	-	4
7	Радиоизмерения в СВЧ диапазоне.	32	8	18	-	6
	Итого по дисциплине:		36	72	-	32

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение	Особенности СВЧ диапазона. Применение колебаний СВЧ. СВЧ колебания в свободном пространстве. Защита от СВЧ излучения.	Устный опрос, реферат
2	Линии передачи СВЧ	Классификация линий передачи. Длинные линии. Двухпроводная линия. Распределенные параметры. Волновое сопротивление. Колебания в разомкнутых и замкнутых на конце линиях. Падающие и отраженные волны. Колебания в линиях, нагруженных на активное сопротивление. Коэффициент отражения. КСВН. Потери в линиях. Режимы работы линий. Круговая диаграмма.	Устный опрос, реферат
3		Металлические волноводы. Структуры электромагнитных полей. Групповая и фазовая скорости. Критическая длина волны. Токи в стенках. Возбуждение электромагнитных колебаний в волноводе. Диэлектрические волноводы. Коаксиальные и полосковые линии, их характеристики. Структуры электромагнитных полей. Переходы между линиями передачи.	
4	Полупроводниковые приборы СВЧ	Классификация. Шумы. Эквивалентная схема диода. Детекторные и смесительные диоды.	Устный опрос, реферат
5		Варакторные, параметрические, умножительные и р-и-п-диоды.	
6		Туннельный диод. Лавинно-пролетный диод. Диод Ганна.	
7		Биполярные и полевые СВЧ транзисторы.	
8	Интегральные микросхемы СВЧ	Классификация. Достоинства. Требования к подложкам и металлизации. Резисторы, конденсаторы, индуктивности, активные элементы.	Устный опрос, реферат
9	СВЧ устройства	Элементы СВЧ тракта (согласованные нагрузки, тройники, направленные ответвители, мосты, делители мощности, четвертьволновые изоляторы, короткозамыкающие элементы, трансформаторы сопротивлений, детекторные секции, СВЧ переключатели).	Устный опрос, реферат
10		Устройства с применением ферритов (ферритовые вентили, циркуляторы, ЖИГ-резонаторы). Управляющие устройства СВЧ (аттенюаторы, регуляторы и стабилизаторы уровня мощности, фазовращатели, поляризаторы).	
11		Фильтры СВЧ. Объемные резонаторы. Цепочки резонаторов. Замедляющие системы.	

1	2	3	4
12	Электровакuumные приборы СВЧ	Пролётные и отражательные клистроны.	Устный опрос, реферат
13		Магнетроны.	
14		Лампы бегущей и обратной волны.	
15	Радио-измерения в СВЧ диапазоне	Основные понятия, определения, погрешности. Согласование сопротивлений в линиях. Измерительные генераторы. Измерение напряженности поля.	Устный опрос, реферат
16		Измерение частоты. СВЧ осциллографы.	
17		Измерение параметров цепей с распределёнными параметрами. Измерительная линия. Измерение КСВН и ослабления.	
18		Измерение поглощаемой, проходящей и импульсной СВЧ мощности.	

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение	Применение СВЧ колебаний в науке, промышленности, медицине, быту.	Устный опрос, реферат, презентация
2.	Линии передачи СВЧ.	Расчеты в длинных линиях. Волновое сопротивление. Колебания в разомкнутых и замкнутых на концах линиях. Падающие и отраженные волны.	
3.		Расчеты колебаний в линиях, нагруженных на активное сопротивление. Коэффициент отражения. КСВН.	
4.		Принципы согласования линии передачи с нагрузкой.	
5.		Работа с круговой диаграммой.	
6.		Металлические волноводы. Структуры электромагнитных полей. Групповая и фазовая скорости. Критическая длина волны. Токи в стенках.	
7.		Коаксиальные и полосковые линии. Коаксиально-волноводные, коаксиально-полосковые и волноводно-полосковые переходы.	
8.	Полупроводниковые приборы СВЧ.	Детекторные и смесительные диоды.	Устный опрос, реферат, презентация
9.		Варакторные, параметрические, умножительные и р-и-п-диоды.	
10.		Туннельный диод. Лавинно-пролетный диод.	
11.		Диод Ганна.	
12.		Биполярные и полевые СВЧ транзисторы.	
13.	Интегральные микросхемы СВЧ	Интегральные микросхемы СВЧ диапазона. Требования к подложкам и металлизации. Конденсаторы, индуктивности, активные элементы. Расчеты полосковых резисторов.	Устный опрос, реферат, презентация
14.		Типичные технологические процессы сборки гибридных и полупроводниковых микросхем.	

1	2	3	4
15.	СВЧ устройства.	Элементы СВЧ тракта (согласованные нагрузки, тройники, направленные ответвители, мосты, делители мощности).	Устный опрос, реферат, презентация
16.		Элементы СВЧ тракта (четвертьволновые изоляторы, короткозамыкающие элементы, трансформаторы сопротивлений, детекторные секции, СВЧ переключатели).	
17.		Устройства с применением ферритов (ферритовые вентили, циркуляторы, ЖИГ-резонаторы).	
18.		Управляющие устройства СВЧ (аттенюаторы, регуляторы и стабилизаторы уровня мощности, фазовращатели, поляризаторы).	
19.		Фильтры СВЧ.	
20.		Объемные резонаторы. Цепочки резонаторов. Замедляющие системы.	
21.	Электروвакуумные приборы СВЧ.	Особенности клистронов и их разновидности. Пролётный двухрезонаторный клистрон.	Устный опрос, реферат, презентация
22.		Многорезонаторные усилительные клистроны.	
23.		Отражательные клистроны.	
24.		Магнетроны.	
25.		Лампы бегущей волны О-типа.	
26.		Лампы обратной волны О-типа.	
27.		Лампы бегущей и обратной волн М-типа.	
28.	Радиоизмерения в СВЧ диапазоне.	Измерительные генераторы высоких и сверхвысоких частот.	Устный опрос, реферат, презентация
29.		Методы и приборы для измерения поглощаемой мощности (калориметрический, болометрический и термоэлектрический методы).	
30.		Методы и приборы для измерения проходящей мощности (метод с поглощающей стенкой, пондеромоторный метод, метод с использованием эффекта Холла, использование направленных ответвителей).	
31.		Методы и приборы для измерения импульсной мощности (метод пикового детектора, интегрально-дифференциальный метод, метод сравнения с опорным сигналом, метод с использованием термо-ЭДС «горячих» носителей тока в полупроводниках, метод с использованием гальваномангнитных детекторов).	
32.		Измерение напряженности поля, измерители радиопомех (схемы измерителей, приборы и их технические характеристики).	
33.		Методы измерения частоты (резонансные измерители частоты, гетеродинные частотомеры).	
34.		СВЧ осциллографы.	
35.		Методы измерения параметров цепей с распределёнными параметрами (измерение коэффициента стоячей волны, фазы и полных сопротивлений при помощи измерительной линии).	
36.		Панорамные измерители КСВН и ослабления.	

2.3.3 Лабораторные занятия.

Лабораторные занятия – не предусмотрены.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Курсовые работы – не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка теоретического материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
2	Реферат	Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93331 . Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93303 .
3	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=446660 .

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При реализации учебной работы по освоению дисциплины «Электроника СВЧ» используются современные образовательные технологии:

– информационно-коммуникационные технологии;

– проблемное обучение.

Лекционные занятия проводятся в виде учебной презентации с обсуждением. При объяснении нового материала используется проблемное изложение и поисковая беседа. Учебный материал предъявляется также в электронном виде для ознакомления и изуче-

ния. Благодаря этому сокращается время на конспектирование лекционных занятий, что позволяет демонстрировать наглядные пособия, обсуждать современные достижения науки и техники, разбирать конкретные проблемные ситуации, возникавшие в процессе исторического развития электроники СВЧ.

На семинарских занятиях студенты знакомятся с методами расчёта СВЧ устройств, обсуждают новейшие разработки в СВЧ технике и системах связи. В течение семестра студенты, используя литературу и материалы из сети Интернет, должны подготовить реферат и презентацию по учебному материалу и выступить с ним на семинарском занятии.

Эффективность учебной деятельности студентов оценивается по рейтинговой системе.

В учебном процессе используются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: презентация с обсуждением, дискуссия, поисковая беседа.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль:

- устный опрос по контрольным вопросам по разделам учебной программы;
- реферат;
- презентация по теме реферата.

Промежуточная аттестация:

- экзамен.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации.

4.1.1 Примеры контрольных вопросов для устного опроса по разделам учебной программы.

Раздел 1. Введение.

Каковы преимущества и недостатки СВЧ диапазона?

Перечислите применения СВЧ техники в промышленности, в науке, в медицине.

Каков предельно допустимый уровень излучения СВЧ для человека?

Раздел 2. Линии передачи СВЧ.

Какая линия передачи называется «длинной»?

Что такое «сосредоточенные» и «распределённые» параметры?

Каким образом по сплошному металлическому волноводу может распространяться электромагнитные колебания, ведь на более низких частотах для этого необходимы два изолированных провода?

Раздел 3. Полупроводниковые приборы СВЧ.

Чем детекторный диод СВЧ отличается от низкочастотного выпрямительного диода?

Какие виды шумов существуют в полупроводниковых диодах?

Каково функциональное назначение р-і-п-диодов?

Раздел 4. Интегральные микросхемы СВЧ.

Каковы достоинства СВЧ микросхем?

Каковы требования к подложкам СВЧ микросхем?

Что такое «скин-эффект».

Раздел 5. СВЧ устройства.

Каковы конструкции согласованных нагрузок для разных линий передачи?

Каким образом осуществляется направленный отбор электромагнитной энергии в направленных ответвителях?

Как работают аттенюаторы для плавного уменьшения СВЧ мощности?

Раздел 6. Электровакуумные приборы СВЧ.

Чем отличаются электровакуумные приборы «О-типа» от «М-типа»?

Многорезонаторные клистроны сложнее двухрезонаторных по устройству, а в чём их преимущество?

Какова конструкция и принцип работы магнетрона?

Раздел 7. Радиоизмерения в СВЧ диапазоне.

Каким образом при измерении мощности СВЧ учитывается изменение температуры окружающей среды в термисторных ваттметрах?

Какими методами измеряется импульсная мощность?

Как работает панорамный измеритель КСВН и ослабления?

4.1.2. Примерные темы рефератов.

1. Особенности диапазона электромагнитных волн СВЧ по сравнению с радио и оптическим диапазонами.
2. Взаимодействие СВЧ излучения с биологическими объектами.
3. Защита от СВЧ излучения.
4. Вред сотовых телефонов и способы защиты от излучения.
5. Полупроводниковые детекторы СВЧ.
6. Полупроводниковые генераторы СВЧ.
7. Методы повышения коэффициента усиления и КПД многорезонаторных клистронов.
8. Параметры и области использования промышленных магнетронов.
9. Устройство бытовой микроволновой печи.
10. СВЧ-пушка.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен:

1. Особенности СВЧ диапазона. Применение колебаний СВЧ. СВЧ колебания в свободном пространстве. Защита от СВЧ излучения.
2. Длинные линии. Расчеты в длинных линиях. Двухпроводная линия. Распределенные параметры. Волновое сопротивление. Колебания в разомкнутых и замкнутых на конце линиях. Падающие и отраженные волны.
3. Расчеты колебаний в линиях, нагруженных на активное сопротивление. Коэффициент отражения. КСВН. Режимы работы линий. Круговая диаграмма.
4. Волноводы. Структуры электромагнитных полей. Групповая и фазовая скорости. Критическая длина волны. Токи в стенках. Возбуждение электромагнитных колебаний в волноводе.
5. Коаксиальные и полосковые линии. Их характеристики. Структуры электромагнитных полей. Переходы.
6. Полупроводниковые приборы СВЧ. Классификация. Шумы. Эквивалентная схема. Детекторные и смесительные диоды.
7. Варакторные, параметрические, умножительные и р-і-п-диоды.
8. Туннельный диод. Лавинно-пролетный диод. Диод Ганна.
9. Биполярные и полевые СВЧ транзисторы.
10. Интегральные микросхемы СВЧ диапазона. Классификация. Достоинства. Требования к подложкам и металлизации. Резисторы, конденсаторы, индуктивности, активные элементы. Расчеты полосковых резисторов.
11. Волноводные, коаксиальные и микрополосковые согласованные нагрузки и аттенюаторы. Направленные ответвители и мосты. Регуляторы и стабилизаторы уровня СВЧ мощности.

12. Четвертьволновые изоляторы, короткозамыкающие элементы, трансформаторы сопротивлений, детекторные секции, СВЧ переключатели.
13. Фазовращатели. Ферритовые вентили. Циркуляторы.
14. Фильтры СВЧ.
15. Объемные резонаторы. Цепочки резонаторов. Замедляющие системы.
16. Пролётные клистроны.
17. Отражательные клистроны.
18. Магнетроны.
19. Лампы бегущей волны.
20. Лампы обратной волны.
21. Измерение напряженности поля. Измерение частоты. СВЧ осциллографы.
22. Измерение параметров цепей с распределёнными параметрами. Измерительная линия. Измерение КСВН и ослабления.
23. Измерение поглощаемой СВЧ мощности.
24. Измерение проходящей и импульсной СВЧ мощности.

Экзамен по дисциплине «Электроника СВЧ» проводится в письменной форме по билетам, утвержденным в установленном порядке.

Рекомендуется следующие критерии оценки знаний.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в том случае, если студент демонстрирует:

- поверхностное знание теоретического материала;
- незнание основных законов, понятий и терминов учебной дисциплины, неверное оперирование ими;
- грубые стилистические и речевые ошибки.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится студентам, которые при ответе:

- в основном знают учебно-программный материал в объёме, необходимом для предстоящей учебы и работы по профессии;
- в целом усвоили основную литературу;
- в ответах на экзаменационные вопросы имеют нарушения в последовательности изложения учебного материала, демонстрируют поверхностные знания вопроса;
- имеют краткие ответы только в рамках лекционного курса;
- приводят нечеткие формулировки физических понятий и законов;
- имеют существенные погрешности и грубые ошибки в ответе на вопросы экзаменационного билета.

Оценка **«хорошо»** ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают твёрдое знание программного материала, который излагают систематизировано, последовательно и уверенно;
- усвоили основную и наиболее значимую дополнительную литературу;
- допускают отдельные погрешности и незначительные ошибки при ответе;
- в устных ответах не допускает серьезных ошибок и легко устраняет отдельные неточности с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка **«отлично»** ставится студентам, которые при ответе:

- обнаруживают всестороннее систематическое и глубокое знание программного материала (знание основных понятий, законов и терминов учебной дисциплины, умение оперировать ими);
- излагают материал логично, последовательно, развернуто и уверенно;
- излагают материал с достаточно четкими формулировками, подтверждаемыми графиками, цифрами или примерами;
- владеют научным стилем речи;
- демонстрируют знание материала лекций, базовых учебников и дополнительной литературы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Сомов А.М. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.М. Сомов, А.Ю. Виноградов, Р.В. Кабетов. – Электрон. дан. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 440 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5201>.
2. Панасюк Ю.Н. Устройства сверхвысоких частот [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов / Ю.Н. Панасюк, А.П. Пудовкин. – Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 80 с. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444654>.
3. Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: учебник для студентов вузов / А.Д. Григорьев. – Изд. 2-е, доп. – СПб. [и др.]: Лань, 2007.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань», «Юрайт», «Университетская библиотека ONLINE».

5.2 Дополнительная литература:

1. Антенны и устройства (СВЧ): расчет и измерение характеристик [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Ю.Е. Мительман, Р.Р. Абдуллин, С.Г. Сычугов, С.Н. Шабунин; под общ. ред. Ю.Е. Мительмана. – М.: Юрайт, 2017. – 138 с. – (Серия: Университеты России). – Режим доступа: www.biblio-online.ru/book/409DAF0A-8B2E-4EFD-B99A-A3AAB4270BA8.
2. Фальковский О.И. Техническая электродинамика: учебник / О.И. Фальковский. – СПб. [и др.]: Лань, 2009. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
3. Нефедов Е.И. Устройства СВЧ и антенны: учебное пособие для студентов вузов / Е.И. Нефедов. – М.: Академия, 2009. – 376 с. – (Высшее профессиональное образование, Радиоэлектроника).

4. Баскаков А.И. Локационные методы исследования объектов и сред: учебник для студентов вузов / А.И. Баскаков, Т.С. Жутяева, Ю.И. Лукашенко; под ред. А.И. Баскакова. – М.: Академия, 2011. – 381 с.

5.3 Периодические издания:

В библиотеке КубГУ имеются следующие периодические издания по профилю дисциплины:

В мире науки.
Вестник связи.
Зарубежная радиоэлектроника.
Знание-сила.
Известия ВУЗов. Серия: Приборостроение
Известия ВУЗов. Серия: Радиофизика.
Известия ВУЗов. Серия: Радиоэлектроника.
Известия ВУЗов. Серия: Физика.
Инженерная физика.
Исследования Земли из космоса.
Компьютер Пресс.
Микроэлектроника.
Мир ПК.
Наука и жизнь.
Приборы и техника эксперимента.
Радио.
Радиотехника.
Радиотехника и электроника.
Радиотехника. Реферативный журнал. ВИНТИ.
Телекоммуникации.
Технологии и средства связи.
Успехи современной радиоэлектроники.
Физика и техника полупроводников.
Электромагнитные волны и электронные системы.
Электроника.
Электроника. Реферативный журнал. ВИНТИ.
Электроника: наука, технология, бизнес.
Электросвязь.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам – URL: <http://window.edu.ru/>.
2. Федеральный образовательный портал – URL: http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm.
3. Каталог научных ресурсов – URL: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>.
4. Большая научная библиотека – URL: <http://www.sci-lib.com/>.
5. Естественно-научный образовательный портал – URL: <http://www.en.edu.ru/>.
6. Раздел по физике учебно-образовательной физико-математической библиотеки сайта EqWorld – URL: <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>.
7. Раздел «Технические науки (Радиофизика. Радиоэлектроника. Полупроводниковая электроника и др.)» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам» – URL: http://www.ph4s.ru/book_ph_poluprovodnik.html.
8. Раздел «Электроника СВЧ, волноводы» образовательного проекта А.Н. Варгина «Физика, химия, математика студентам и школьникам» – URL: http://www.ph4s.ru/book_electr_svch.html.

9. Лекции по устройствам СВЧ – URL: <http://gendocs.ru/v9350/>.
10. РадиоЛекторий. Лекции: Устройства СВЧ и антенны – URL: <http://www.radioforall.ru/2010-01-11-14-45-56>.
11. Информационные ресурсы Научной библиотеки КубГУ – URL: <http://www.kubsu.ru/ru/university/library/resources>.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

Для успешного освоения учебной дисциплины при самостоятельной работе студент должен иметь:

- 1) конспект лекций в бумажном или электронном виде;
- 2) учебное пособие в соответствии со списком литературы;
- 3) тетрадь для семинарских занятий.

Самостоятельная работа содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к семинарским занятиям и к экзамену по конспектам и учебной литературе;
- подготовка реферата;
- подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из семинарском занятии.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению учебного материала.

При самостоятельной работе для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к экзамену) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами, известными из учебной дисциплины «Психология и педагогика». Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память», «мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться (в Интернете) с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Успешность освоения студентом учебной дисциплины отражается в его рейтинге – сумме баллов, которая формируется в течение семестра по результатам выполнения реферата-доклада, устных опросов и активности на семинарских занятиях.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

1. Консультирование посредством электронной почты.

8.2 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронный каталог научной библиотеки КубГУ (<http://212.192.134.46/MegaPro/Web>).

2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red).
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.com/>).
4. Электронная библиотечная система «Юрайт» (<https://www.biblio-online.ru/>).

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория 317с, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
2.	Семинарские занятия	Аудитория 317с, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
3.	Лабораторные занятия	- (Учебным планом семинарские занятия не предусмотрены.)
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория 317с, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория 317с, оснащенная переносным проектором и магнитно-маркерной доской.
6.	Самостоятельная работа	Аудитория 311с, оснащенная компьютерной техникой с подключением к сети Интернет.