


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

**УТВЕРЖДЕНО**  
 решением Ученого совета ИФФВТ  
 от 16 июня 2020 г. протокол № 11/02-19-10  
 Председатель \_\_\_\_\_ (Хусайнов А.Ш.)  
*(подпись, расшифровка подписи)*



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b><u>РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ОДНОРОДНЫХ, ПЕРИОДИЧЕСКИХ И НАНОСТРУКТУРАХ</u></b>
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Радиофизики и электроники (РФЭ)
Курс	4

Направление (специальность) 03.03.03 “Радиофизика”  
*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность (профиль/специализация) Твердотельная электроника и нанoeлектроника  
*полное наименование*

Форма обучения очная  
*очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)*

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 »    сентября 2020 г.

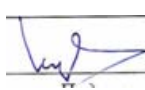
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №    от    20 г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №    от    20 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №    от    20 г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Семенцов Дмитрий Игоревич	Радиофизики и электроники	профессор, д.ф.-м.н., профессор

<b>СОГЛАСОВАНО</b>
Заведующий выпускающей кафедрой
 _____ / Гурин Н.Т./ <i>Подпись</i>
ФИО « <u>09</u> » <u>06</u> 2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** является сформировать у студентов современное представление об основных понятиях и закономерностях электромагнитных волновых процессов, а также в волновых процессов в других областях физики.

**Задачи освоения дисциплины:** преподавания дисциплины является подготовка студентов к практическому применению полученных знаний при исследовании распространения электромагнитных волн в различных средах, при решении практических задач волноводного распространения света, отражательных и пропускательных свойств в различных частотных диапазонах.


## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРА

Дисциплина «Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах» (Б1.Б38) относится к дисциплинам базовой части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.03.03 – Радиофизика.

Дисциплина относится к дисциплинам специализации образовательной программы по направлению 03.03.03 «Радиофизика». Курс «Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах» базируется на следующих дисциплинах образовательной программы бакалавра по направлению Радиофизика.

Дисциплина «Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах» предлагается студентам в 4-ом семестре 2-ого курса очной формы обучения и базируется на следующих предшествующих учебных дисциплинах:

Математический анализ  
Аналитическая геометрия  
Механика  
Молекулярная физика  
Электричество и магнетизм  
Колебания и волны, оптика  
Атомная и ядерная физика  
Линейная алгебра  
Теория вероятностей и математическая статистика  
Дифференциальные уравнения  
Теоретическая механика  
Электродинамика  
Квантовая механика  
Математический анализ функций многих переменных  
Векторный и тензорный анализ  
Интегральные уравнения и вариационное исчисление  
Теоретические основы электротехники  
Микро- и наносхемотехника  
Конструкции гибридных интегральных схем и микросборок  
Электродинамика СВЧ  
Интегральная и волоконная оптика  
Статистическая радиофизика и нанооптика  
Радиоэлектроника  
Физическая электроника  
Полупроводниковая электроника  
Квантовая электроника  
Практикум по квантовой электронике  
Практикум по интегральной и волоконной оптике

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		


Практикум по электронике  
 Основы радиоизмерений  
 Физика конденсированных сред  
 Физические основы технологии ИМС  
 Микро- и наноэлектроника  
 Автоматизация эксперимента  
 Численные методы в квантовой оптике  
 Микропроцессорные системы  
 Основы электро- и радиоизмерений  
 Схемотехника  
 Оптоэлектронные устройства  
 Оптические направляющие среды и пассивные компоненты ВОЛС  
 СВЧ полупроводниковые приборы и методы автоматизированного контроля  
 электропараметров СВЧ-модулей

В результате освоения дисциплины «Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах» (Б1.Б38) формируются следующие компетенции:

- способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2)
- способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования (ПК-1);
- способность использовать основные методы радиофизических измерений (ПК-2);
- владение компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий (ПК-3).

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 Способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> основные уравнения электромагнетизма, волновые уравнения и их решения для основных случаев распространения и излучения электромагнитных волн диапазона СВЧ.</p> <p><b>Уметь:</b> практически применять теоретические знания для решения простейших расчетных задач прикладной направленности.</p> <p><b>Владеть:</b> математическим аппаратом, применяемым для описания переменных электромагнитных полей диапазона СВЧ.</p>
ОПК -2 Способность самостоятельно приобретать новые знания, используя	<p><b>Знать:</b> основные тенденции и проблемы развития теории переменных электромагнитных полей и техники диапазона СВЧ.</p> <p><b>Уметь:</b> самостоятельно приобретать новые знания в области теории электромагнитных колебаний и волн и ее технических приложений, пользуясь специальной литературой и современными образовательными и</p>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

современные образовательные информационные технологии	и	информационными технологиями. <b>Владеть:</b> понятийным аппаратом электродинамики и техники СВЧ, навыками поиска справочной информации по данному направлению радиофизики и радиотехники.
ПК -1 Способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной оптической аппаратуры оборудования	и и	<b>Знать:</b> физические процессы, лежащие в основе устройств, обеспечивающих распространение и преобразование электромагнитного излучения диапазона СВЧ. <b>Уметь:</b> оценивать и сравнивать параметры и эксплуатационные характеристики основных групп оборудования лабораторий СВЧ. <b>Владеть:</b> навыками работы с оборудованием, используемым в лабораториях СВЧ.
ПК-2 Способность использовать основные методы радиофизических измерений		<b>Знать:</b> простейшие методы оценки параметров и расчета основных характеристик процесса распространения СВЧ излучения в различных средах и направляющих структурах. <b>Уметь:</b> пользоваться простейшими приборами и устройствами для определения характеристик процесса распространения СВЧ излучения. <b>Владеть:</b> навыками проведения эксперимента с использованием измерительных устройств диапазона СВЧ, методиками обработки результатов измерений.
ПК-3 Владение компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий		<b>Знать:</b> основные приемы и методы обработки результатов физического эксперимента с помощью компьютера. <b>Уметь:</b> применять компьютерные методики при проведении радиофизических измерений и для обработки их результатов. <b>Владеть:</b> навыками работы с программным обеспечением, предназначенным для обработки результатов физического эксперимента.

**В процессе изучения дисциплины студенты должны овладеть:**


- основным математическим аппаратом теории волновых процессов;
- основными законами распространения электромагнитных волн в различных средах;
- умением самостоятельно решать типовые задачи теории излучения, распространения и приема волн;
- иметь навыки построения математических моделей волновых процессов в различных областях естествознания.

**4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ**

**4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего)   4**

**4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах) 144**

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения _____)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		4		
1	2	3	4	5
Контактная работа	48/48	48/48		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		


обучающихся с преподавателем в соответствии с УП				
Аудиторные занятия:	48/48	48/48		
лекции	32/32	32/32		
Семинары и практические занятия	16/16	16/16		
Лабораторные работы,				
Самостоятельная работа	60/60	60/60		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, рефераты др. (не менее 2 видов)	Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам	Устный опрос-допуск к выполнению лабораторных работ. Защита отчетов по лабораторным работам		
Курсовая работа				
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен 36/36	Экзамен 36/36		
Всего часов по дисциплине	144/144	144/144		

- В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Всего	Лекции	ПЗ (или С)	ЛР	Самостоятельная работа
1.	Введение	12	4	2	-	6
2.	Методы решения задач линейной теории волновых процессов	12	4	2	-	6
3.	Сплошные среды	12	4	2	-	6
4.	Электромагнитные поля в сплошных средах	12	4	2	-	6
5.	Электромагнитные волны в анизотропных средах	14	4	2	-	8

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

6.	Электромагнитные волны в однородной изотропной плазме	12	2	1	-	8
7.	Электромагнитные волны в холодной магнитоактивной плазме	12	4	2	-	6
8.	Электромагнитные волны в неоднородных средах	12	2	1	-	8
9.	Волны в жидкостях, газах и упругих телах. Аналогии в задачах о распространении волн различной физической природы	12	4	2	-	6
	Текущий контроль	36				
	Итого	144	32	16		60

## 5.2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ.

### Раздел 1. Введение

Физические поля и волны. Перенос волнами энергии и информации. Теория волновых процессов и уравнения математической физики (уравнения потенциала, теплопроводности, волновое уравнение и уравнение Клейна-Гордона). Монохроматические поля. Комплексная форма записи монохроматического поля. Уравнение Гельмгольца. Плоские, цилиндрические и сферические монохроматические волны. Фазовая скорость. Энергетические характеристики волн.

### Раздел 2. Методы решения задач линейной теории волновых процессов


Принцип суперпозиции для линейных операторов. Постановка задач линейной теории волн. Задача об излучении заданных источников, расположенных в ограниченной области пространства. Условие излучения Зоммерфельда и принцип предельного поглощения. Применение преобразования Фурье для решения линейных уравнений математической физики. Многократные преобразования Фурье как разложение физических полей по плоским волнам. Дисперсионное уравнение. Начальная задача. Понятие о нормальных волнах в средах. Граничная задача. Функции Грина для основных уравнений математической физики и их связь с преобразованиями Фурье. Групповая скорость.

### Раздел 3. Сплошные среды

Гипотеза сплошной среды и физические поля в средах. Физические бесконечно малые объемы и интервалы времени. Усреднение по ансамблям, по координатам и по времени. Эргодическая гипотеза. Физико-химические свойства газов, жидкостей, твердых тел и плазмы.

### Раздел 4. Электромагнитные поля в сплошных средах

Электромагнитные поля  $\vec{E}, \vec{B}, \vec{H}$  и  $\vec{D}$ . Электрические токи свободных и связанных зарядов - токи проводимости, токи электрической поляризации атомов среды и токи намагничивания в среде. Уравнения Максвелла с полным током в среде и сторонними электрическими токами. Электромагнитные поля и волны в среде с постоянными  $\epsilon, \mu$  и  $\sigma$ . Скин-эффект. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Абсолютный комплексный показатель преломления однородной среды.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

### **Раздел 5. Электромагнитные волны в анизотропных средах**

Диэлектрическая проницаемость кристаллов. Плоские волны в анизотропной среде. Уравнение Френеля. Оптические свойства одноосных и двухосных кристаллов. Поверхность волновых векторов и лучевая поверхность. Эффект Керра.

### **Раздел 6. Электромагнитные волны в однородной изотропной плазме**

Введение в физику плазмы. Способы получения плазмы. Квазинейтральность плазмы. Плазма в космическом пространстве, лабораторная плазма. Дебаевское экранирование электрических зарядов в плазме. Радиус Дебая. Определение плазмы. Квазигидродинамическое описание плазмы. Комплексная диэлектрическая проницаемость холодной, изотропной плазмы. Дисперсия волн. Плазменные колебания, ленгмюровская частота. Фазовая и групповая скорость. Затухание из-за соударений. Полное внутреннее отражение и глубина проникновения электромагнитного поля в плазму. Диагностика плазмы.

### **Раздел 7. Электромагнитные волны в холодной магнитоактивной плазме**

Роль магнитных полей в физике плазмы. Магнитные поля Земли и космических объектов. Тензор электропроводности и диэлектрической проницаемости плазмы. Анизотропия магнитоактивных сред. Обыкновенные и необыкновенные нормальные волны в холодной магнитоактивной плазме без соударений. Показатель преломления этих волн. Показатели преломления и поляризация нормальных волн при их распространении вдоль, поперек и под некоторым углом к направлению внешнего магнитного поля. Эффект Фарадея.

### **Раздел 8. Электромагнитные волны в неоднородных средах**

Волновые уравнения для слоистонеоднородных сред. Метод геометрической оптики и ВКБ-приближение. Уравнение эйконала и переноса энергии излучения. Уравнение луча. Рефракция коротких волн в тропосфере и ионосфере Земли. Критическая частота. Естественные волноводы - звуковой канал в океане, волновод Земля-ионосфера.


### **Раздел 9. Волны в жидкостях, газах и упругих телах. Аналогии в задачах о распространении волн различной физической природы**

Полная замкнутая система уравнений механики для жидкостей и газов: уравнение непрерывности, уравнение Навье-Стокса для баланса импульсов, закон сохранения энергии в дифференциальной и интегральной форме. Проблема замыкания системы уравнений. Линеаризация уравнений механики жидкостей и газов для малых возмущений параметров среды. Уравнения линейной акустики и гидродинамики. Излучение звука осциллирующим поршнем и радиально пульсирующей упругой сферой. Интенсивность и мощность излучения. Акустический импеданс излучателя, присоединенная масса и упругость, сопротивление излучения. Поглощение звуковых волн в вязкой теплопроводной среде. Скорость звука. Объемная и сдвиговая упругость твердых тел. Математическое описание деформации тела. Закон Гука и уравнения механики изотропных упругих тел. Два типа нормальных волн в упругом теле. Взаимодействие и трансформация нормальных упругих волн в неоднородных средах.

## **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

1. Уравнения Максвелла, волновое уравнение, материальные соотношения, граничные условия для напряженностей и индукций электрического и магнитного полей.

2. Теория дисперсии, частотная зависимость действительной и мнимой частей диэлектрической проницаемости диэлектрика и проводника. Комплексные диэлектрическая проницаемость и показатель преломления.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

3. Структура плоской волны в однородной среде. Соотношения между векторами электрического и магнитного полей. Поток энергии. Вектор Умова-Пойтинга.

4. Тензор диэлектрической проницаемости анизотропной среды. Влияние симметрии на вид тензора. Волны в одноосных кристаллах. Двухлучепреломление.

5. Электромагнитные волны в металле, скин-эффект, глубина проникновения поля, граничные условия Леонтовича.

6. Тензор диэлектрической проницаемости намагниченной плазмы, электромагнитные волны в намагниченной плазме

7. Волны в феррите. Продольное и поперечное распространение (относительно вектора намагниченности). Эффекты Фарадея и Котона-Мутона, отражательные эффекты Кера.

8. Поляризация электромагнитных волн, ортогональность собственных волн, векторы Джонса.

## 7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ


*Данный вид работы не предусмотрен УП.*

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

### Вопросы к экзамену

1. Уравнение электромагнитного поля. Материальные соотношения.
2. Частотная зависимость действительной и мнимой частей диэлектрической проницаемости.
3. Уравнение непрерывности. Закон сохранения заряда.
4. Частотные области различного поведения диэлектрика.
5. Волновое уравнение в однородной среде. Плоские волны.
6. Теория дисперсии для металлов. Комплексная проводимость.
7. Структура плоской волны в однородной среде. Соотношения между векторами электрического и магнитного полей.
8. Общее дисперсионное соотношение для волн в анизотропных средах. Уравнение Френеля.
9. Поток энергии. Вектор Умова-Пойтинга.
10. Тензор диэлектрической проницаемости анизотропной негиротропной среды. Влияние симметрии на вид тензора.
11. Граничные условия для напряженностей и индукций электрического и магнитного полей.
12. Волны в одноосных кристаллах. Двухлучепреломление.
13. Однородные и неоднородные волны. Поверхностные волны.
14. Двухлучепреломление на границе двух сред
15. Волны в среде с проводимостью. Комплексные диэлектрическая проницаемость и показатель преломления
16. Поляризация электромагнитных волн.
17. Определение показателя преломления и коэффициента экстинкции поглощающей среды.
18. Тензор диэлектрической проницаемости намагниченной плазмы, частотная дисперсия.
19. Волны в металле, глубина проникновения поля.
20. Электромагнитные волны в намагниченной плазме
21. Отражение нормально падающей волны от плоской поверхности. Коэффициенты отражения, прохождения, поглощения.
22. Тензор магнитной проницаемости феррита. Уравнение Ландау-Лифшица, его решение.
23. Отражение волны, падающей на плоскую поверхность под произвольным углом. Формулы Френеля.
24. Волны в феррите. Продольное распространение (вдоль намагниченности). Эффект Фарадея.
25. Полное внутреннее отражение. Угол Брюстера.
26. Волны в феррите. Поперечное распространение (перпендикулярно намагниченности). Эффект Котона-Мутона.
27. Теория дисперсии в непроводниках.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

28. Плоско-слоистая периодическая среда. Дисперсионное соотношение. Его анализ.

## 9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

По данной дисциплине организуется и проводится внеаудиторная самостоятельная работа.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Самостоятельная работа по данной дисциплине состоит из следующих модулей:


- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к экзамену.

При подготовке к практическим занятиям и контрольным мероприятиям рекомендуется руководствоваться учебниками и учебными пособиями, в том числе и информацией, полученной в Internet.

Студентам рекомендуется следующий порядок организации самостоятельной работы над темами и подготовки к практическим занятиям:

- ознакомиться с содержанием темы;
- прочитать материал лекций, при этом нужно составить себе общее представление об излагаемых вопросах;
- прочитать параграфы учебника, относящиеся к данной теме;
- перейти к тщательному изучению материала, усвоить теоретические положения и выводы, при этом нужно записывать основные положения темы (формулировки, определения, термины, воспроизводить отдельные схемы и чертежи из учебника и конспекта лекций).

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен).

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература:

1. Электромагнитные поля и волны: учебное пособие / В. А. Замотринский, Ж. М. Соколова, Е. В. Падусова, Л. И. Шантана. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 181 с. — ISBN 5-86889-318-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72228.html>
2. Мандель, А. Е. Распространение радиоволн: учебное пособие / А. Е. Мандель, В. А. Замотринский. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 163 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/13969.html>
3. Литвинов О.С., Электромагнитные волны и оптика : Учеб. пособие / Литвинов О.С., Горелик В.С. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 448 с. - ISBN 5-7038-2793-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5703827930.html>



### Дополнительная литература:

1. Электромагнитные поля и волны. Сборник задач и упражнений : учебное пособие / Л. А. Боков, А. Е. Мандель, Ж. М. Соколова, Л. И. Шангина. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. — 185 с. — ISBN 2227-8397. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72229.html>
2. Мешков, И. Н. Электромагнитное поле. Ч.2. Электромагнитные волны и оптика / И. Н. Мешков, Б. В. Чириков. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 416 с. — ISBN 978-5-4344-0691-8, 978-5-4344-0693-2 (ч.2). — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92099.html>
3. Кравченко В.Ф., Преобразование и излучение электромагнитных волн открытыми резонансными структурами. Моделирование и анализ переходных и установившихся процессов / Кравченко В.Ф., Сиренко Ю.К., Сиренко К.Ю. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 320 с. - ISBN 978-5-9221-1310-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113106.html>
4. Дорошенко В.А., Дифракция электромагнитных волн на незамкнутых конических структурах / Дорошенко В.А., Кравченко В.Ф.; Под ред. В.Ф. Кравченко. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 272 с. - ISBN 978-5-9221-0966-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922109666.html>


### Учебно-методическая:

1. Семенцов Д. И. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине "Распространение электромагнитных волн в однородных, периодических и наноструктурах": для студентов бакалавриата по направлению 03.03.03 - «Радиофизика» профиль «Твердотельная электроника и наноэлектроника» / Д. И. Семенцов, С. А. Афанасьев, Д. Г. Санников; УлГУ, ИФФВТ. - Ульяновск: УлГУ, 2019. - Режим доступа: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/9158>

Согласовано:


Должность сотрудника научной библиотеки      ФИО      подпись      дата

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

## б) Программное обеспечение \_\_\_\_\_

Пакет Мой Офис Стандартный, ОС Альт Рабочая станция 8.

## в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы:

### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. IPRbooks : электронно-библиотечная система : сайт / группа компаний Ай Пи Ар Медиа. - Саратов, [2020]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2020]. - URL: <https://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант студента : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Политехресурс. – Москва, [2020]. – URL: [http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch\\_kit/x2019-128.html](http://www.studentlibrary.ru/catalogue/switch_kit/x2019-128.html). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2020]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2020]. - URL: <http://znanium.com>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. Clinical Collection : коллекция для медицинских университетов, клиник, медицинских библиотек // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=e3ddfb99-a1a7-46dd-a6eb-2185f3e0876a%40sessionmgr4008>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2020].

### 3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2020]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2020]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2020]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.


4. Национальная электронная библиотека : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2020]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. SMART Imagebase // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebco.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

### 6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

## 7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. Электронная библиотека УлГУ : модуль АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

7.2. Образовательный портал УлГУ. – URL: <http://edu.ulsu.ru>. – Режим доступа : для зарегистр. пользователей. – Текст : электронный.

Согласовано:

*Зам.нач. УИТиТ*  
Должность сотрудника УИТиТ

*Ключкова М.А.*  
ФИО

*[Подпись]*  
подпись

*[Дата]*  
дата

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:


Аудитории для проведения лекций, для выполнения лабораторных работ и практикумов, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе. Перечень оборудования, используемого в учебном процессе, указывается в соответствии со сведениями о материально-техническом обеспечении и оснащённости образовательного процесса, размещёнными на официальном сайте УлГУ в разделе «Сведения об образовательной организации».

## 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф- Учебная программа		

информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик



Д.И.Семенов