

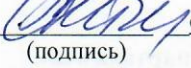


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
Радиофизика  
Название образовательной программы»

 Стаценко Л.Г.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
«17» мая 2019г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующая кафедрой  
Электроники и средств связи  
(название кафедры)

 Стаценко Л.Г.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
«17» мая 2019г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория волн**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия

Профиль «Радиофизика»

Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 4  
лекции 10 час. / 0,28 з.е.  
практические занятия 8 час. / 0,22 з.е.  
лабораторные работы – не предусмотрено учебным планом  
с использованием МАО лек. /пр. 8/лаб. час.  
всего часов контактной работы 18 час.  
в том числе с использованием МАО 8 час.  
самостоятельная работа 90 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 18час.  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрено учебным планом  
зачет не предусмотрено учебным планом  
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 03 июля 2014г. № 867

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Электроники и средств связи, протокол № 14 от 17 мая 2019г.

Заведующая кафедрой Стаценко Л.Г.  
Составитель: д.ф.-м.н., профессор Стаценко Л.Г.

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры / академического департамента:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой /директор академического департамента

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой/директор академического департамента

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Теория волн» предназначена для направления подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, профиль «Радиофизика». Трудоемкость дисциплины 3 зачетных единицы, 108 академических часа, из них 10 часов лекций, 8 часов практических работ, 90 часов самостоятельная работа. Данная дисциплина входит в вариативную часть блока обязательных дисциплин. Дисциплина реализуется на 2 курсе в 4 семестре.

**Цель** - дать аспирантам углубленные профессиональные знания по теории волн как методологической основе современной радиофизики и выработать профессиональные навыки практического использования волновых моделей.

### **Задачи:**

1. Изучить законы волновых процессов.
2. Изучить современные методы анализа и моделирования волн.
3. Научится самостоятельно решать исследовательские задачи с применением теории волн.

Для успешного изучения дисциплины «Теория волн» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– УК-1. Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

– УК-2. Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки

– УК-3. Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач

– УК-4. Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках

– УК-5. Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

– ОПК-1. Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

– ОПК-2. Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие универсальные / общепрофессиональные / профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-4. Способность самостоятельно применять математический аппарат при решении задач радиопизики	Знает	физические эффекты, присущие волнам; основные законы волновых процессов и физические модели, используемые для их описания; знать основные математические методы анализа и моделирования волн.
	Умеет	самостоятельно применять математические методы для анализа моделей и проводить исследования реальных систем на основе волновых представлений; самостоятельно разрабатывать физико-математические модели систем на основе представлений теории волн; самостоятельно ставить и решать исследовательские задачи с применением теории волн.
	Владеет	навыками применения математического аппарата при решении задач радиопизики; разносторонними навыками и приемами решения практических задач.

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (10 час)

### Тема 1. Волновое уравнение (1 час.)

Основные типы задач, связанные с решением волнового уравнения. 1-я и 2-я канонические формы волнового уравнения. Фазовый фронт, фазовая скорость, длина волны. Бегущие и стоячие волны. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Решение однородного волнового уравнения. Гармонические волны. Уравнение Гельмгольца. Волновой вектор. Неоднородные плоские волны.

### Тема 2. Волны в жидкостях и газах (1 час.)

Акустические волны. Скорость звука. Уравнения Умова. Поток мощности. Волновое сопротивление среды для плоских, цилиндрических и сферических волн. Основные свойства акустических волн. Волны в упругих твердых телах.

### Тема 3. Электромагнитные волны. (2 час.)

Векторное уравнение Гельмгольца. Векторный потенциал. Поляризация волн. Продольные и поперечные электромагнитные волны. Волновое сопротивление среды. Суперпозиция волн. Основные свойства электромагнитных волн. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде. Глубина проникновения (скин-слой). Поверхностный импеданс металла. Энергетические соотношения для волн в среде с потерями. Электромагнитные волны в однородной изотропной плазме.

#### **Тема 4. Дисперсия волн (1 час.)**

Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости. Дисперсионное уравнение. Нормальная и аномальная дисперсии. Приближение геометрической оптики. Уравнение эйконала. Световые лучи. Область применимости лучевого приближения.

#### **Тема 5. Возбуждение волн (1 час.)**

Решение неоднородного уравнения Гельмгольца. Функция Грина для свободного пространства. Волны, возбуждаемые бесконечным листком электрического тока. Быстрые и медленные волны. Поверхностный импеданс. Волны, возбуждаемые бесконечным листком с комбинацией электрических и магнитных токов. Поляризационные характеристики волны.

#### **Тема 6. Излучение электромагнитных волн излучателем конечных размеров (1 час.)**

Ближняя и дальняя зоны излучения. Дифракция волн. Приближение Кирхгофа. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. Приближение геометрической оптики. Линейный излучатель. Диаграмма направленности. Понятие области мнимых углов.

#### **Тема 7. Прохождение нормально поляризованной волны через границу раздела двух сред (1 час.)**

Угол полного внутреннего отражения. Прохождение параллельно поляризованной волны через границу раздела двух сред. Угол Брюстера. Прохождение электромагнитной волны в среду с потерями. Приближенные граничные условия Леонтовича. Прохождение плоской волны через слой. Неискажающий слой. Просветляющий слой. Волны в плоскостройной среде. Рефракция волн.

#### **Тема 8. Волны в анизотропных средах (1 час.)**

Тензоры магнитной и диэлектрической проницаемостей намагниченных феррита и плазмы. Продольное и поперечное распространение электромагнитной волны в намагниченном феррите. Эффект Фарадея. Эффект Коттона-Мутона. Необыкновенные волны. Продольное и поперечное распространение электромагнитной волны в магнитоактивной плазме. Гиромагнитные волны.

#### **Тема 9. Нелинейные волновые процессы (1 час.)**

Электромагнитные волны в нелинейных средах. Генерация гармоник. Оптическое детектирование. Самофокусировка и дефокусировка луча.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(8 час., в том числе 8 час. с использованием методов активного обучения)**

**Практические занятия (8 час.)**

**Занятие 1. Методы решения задач линейной теории волновых процессов (2 час.), с использованием методов активного обучения**  
**Решение задач на проблемные темы.**

Принцип суперпозиции для линейных операторов. 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. Граничная задача. Функции Грина для основных уравнений математической физики и их связь с преобразованиями Фурье.

**Занятие 2. Методы решения задач: электромагнитные волны в сплошных и неоднородных средах (2 час.), с использованием методов активного обучения**  
**Решение задач на проблемные темы.**

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.

Волновые уравнения для слоистонеоднородных сред. Метод геометрической оптики и ВКБ-приближение. Уравнение эйконала и переноса энергии излучения. Уравнение луча.

**Занятие 3. Методы решения задач: электромагнитные волны в анизотропных средах (2 час.), с использованием методов активного обучения**  
**Решение задач на проблемные темы.**

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

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.

**Занятие 4. Методы решения задач: электромагнитные поля в направляющих системах и резонаторах (1 час.), с использованием методов активного обучения**  
**Решение задач на проблемные темы.**

Добротность объемного резонатора. Прямоугольный, цилиндрический и коаксиальные резонаторы.

Граничные задачи для векторных потенциалов в волноводах. Волны в прямоугольных, круглых и диэлектрических волноводах.

Поверхностные волны. Полосковые волноводы.

Естественные волноводы - звуковой канал в океане, волновод Земля-ионосфера.

**Занятие 5. Закрепление пройденного практического материала (1 час.), с использованием методов активного обучения Решение задач на проблемные темы.**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теория волн» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ПК-4.	Знает математический аппарат при решении задач радиофизики	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену
2	Практическая часть	ПК-4.	Умеет самостоятельно применять математический аппарат при решении задач радиофизики	Реферат	Вопросы для подготовки к экзамену
			Владеет навыками применения математического аппарата при решении задач радиофизики	Контрольная работа	Вопросы для подготовки к экзамену

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

### **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

## Основная литература

1. Карлов Н.В. Колебания, волны, структуры [Электронный ресурс]: Монография / Карлов Н.В., Кириченко Н.А. — Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 491 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/2192/>.
2. Гурбатов С.Н. Волны и структуры в нелинейных средах без дисперсии [Электронный ресурс]: приложения к нелинейной акустике Монография: / Гурбатов С.Н., Руденко О.В., Саичев А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.— 496 с.— Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/59525/#1>.
3. Калитеевский, Н.И. Волновая оптика./ Учебное пособие — СПб. : Лань, 2008. — 480 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/173/#1>
4. Барыбин А.А. Электродинамика волноведущих структур. Теория возбуждения и связи волн [Электронный ресурс]: Монография/ Барыбин А.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.— 512 с.— Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/2106/>.
5. Григорьев, А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебник. — СПб. : Лань, 2007. — 704 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/118/>.
6. Горелик Г.С. Колебания и волны [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Горелик Г.С.— Электрон. текстовые данные. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 656 с.— Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=944886>.

## Дополнительная литература

1. Основы волновой оптики и квантовой механики: учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов / В. М. Никитин, Л. В. Виноградова; Иркутск: Изд-во Забайкальского института железнодорожного транспорта, 2011. - 168 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:718586&theme=FEFU> – 1 экз.
2. Бобылев, Ю.В. Нелинейные явления при электрорезонансных взаимодействиях электронных пучков с плазмой / Ю.В. Бобылев, М.В. Кузелев. — М.: Физматлит, 2009. — 453 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:300264&theme=FEFU> – 1 экз.
4. Лекции по теории колебаний / Мандельштам Л.И.; [под ред. С. М. Рытова]; Академия наук СССР, Отделение общей физики и астрономии. М.: Наука, 1972. - 470 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:82466&theme=FEFU> – 1 экз.
5. Введение в теорию колебаний и волн. / Рабинович М.И., Трубецков Д.И. 3-е изд. М.: Наука, 1992. – 455 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:36676&theme=FEFU> – 1 экз.



6. Волны в слоистых средах. / Л.М. Бреховских; Академия наук СССР, Акустический институт. 2-е изд. М.: Наука, 1973. – 343 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:83553&theme=FEFU> – 2 экз.

7. Ландау, Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.8 Электродинамика сплошных сред. Учебное пособие/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — М. : Физматлит, 2006. — 720 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/59268/>

### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://diss.rsl.ru/>  
Электронные базы данных EBSCO <http://search.ebscohost.com/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для изучения дисциплины «Теория волн» обучающемуся предлагаются лекционные и практические занятия. Обязательным элементом является самостоятельная работа. Из 108 общих учебных часов 72 часа отводится на самостоятельную работу аспиранта. В рамках часов, выделенных на самостоятельную работу, аспирант должен производить подготовку к зачетным проверкам, собеседованиям, а также изучать темы, отведенные преподавателем на самостоятельное изучение.

Примерное распределение часов самостоятельной работы, которые аспирант должен отводить на тот или иной вид занятий: закрепление лекционного материала и подготовка к собеседованиям – 28ч., подготовка к практическим работам - 25ч, 10 часов подготовка реферата, 9 часов на подготовку к экзамену. Тем не менее, учитывая особенности каждого аспиранта, указанные часы могут варьироваться.

Дисциплину рекомендуется изучать по плану занятий. Обучающийся должен своевременно выполнять задания, выданные на практических занятиях.

При подготовке к лекциям обучающийся изучает план лекционного материала, рекомендованную и дополнительную литературу.

В рамках практической работы предусмотрены решение задачи и реферат на предложенную преподавателем тему.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы с указанием адреса	Перечень основного оборудования
1.	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. 729б (Лаборатория Антенно-фидерных и СВЧ устройств). Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, практического и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 21) Генераторы высокочастотных сигналов Г4-78; Г4-109 В/Ч-09668-КРМ; Генератор ВЧ сигнала ГК4-19А; Блок измерительный (0,11-12,05 ГГц) + гетеродин + преобразователь частоты (8,15-12,05 ГГц); генератор СВЧ-диапазона 43И
2.	Аудитория для самостоятельной работы аспирантов: 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, каб. А1017	Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей PolymediaFlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками XeroxWorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.
3.	Помещение для хранения и профилактики учебного оборудования. 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. 225	



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Теория волн»**

Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*

Профиль *«Радиофизика»*

Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2019**

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 неделя	Закрепление лекционного материала, подготовка к собеседованию	10	Собеседование
2	2 неделя	Выполнение практических заданий, повторение лекционного материала, изучение дополнительной литературы	6	Контрольная работа
3	3 неделя	Закрепление лекционного материала, подготовка к собеседованию	10	Собеседование
4	3 неделя	Выполнение практических заданий, повторение лекционного материала, изучение дополнительной литературы	6	Контрольная работа
5	4 неделя	Закрепление лекционного материала, подготовка к собеседованию	10	Собеседование
6	4 неделя	Выполнение практических заданий, повторение лекционного материала, изучение	6	Контрольная работа

		дополнительной литературы		
7	5 неделя	Закрепление лекционного материала, подготовка к собеседованию	10	Собеседование
8	5 неделя	Выполнение практических заданий, повторение лекционного материала, изучение дополнительной литературы	6	Контрольная работа
9	1-6 неделя	Поиск информации и проведение исследования по тематике реферата	8	Реферат
10	6 неделя	Подготовка к экзамену	18	Экзамен

### **Методические указания по подготовке к контрольным работам**

Контрольные работы представляют особую форму сочетания теории и практики. Их назначение – проверить проработку теоретического и практического материала предмета за время регулярной и планомерной самостоятельной работы аспирантов на протяжении всего курса. Процесс подготовки к контрольным работам включает изучение нормативных документов, обязательной и дополнительной литературы по рассматриваемому вопросу.

### **Методические указания по подготовке к собеседованиям**

При подготовке к собеседованиям по темам дисциплины «Теория волн» необходимо изучить основную и дополнительную литературу, а также воспользоваться ресурсами информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Перечень вопросов для собеседования находится в приложении 2.

## Методические указания по подготовке реферата

Реферат относится к категории «письменная работа», оформляется по правилам оформления письменных работ аспирантами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении реферата:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);
- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.
- Набор текста
- Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:
- печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- интервал межстрочный – полуторный;
- шрифт – TimesNewRoman;
- размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- выравнивание текста – «по ширине»;
- поля страницы левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экранов в виде «скриншотов».

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т.п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т.п.

В перенесенных в реферат «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в реферате оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

### **Методические указания по подготовке к экзамену**

К концу семестра обучающийся должен отчитаться по всем практическим работам. Темы, рассмотренные на лекционных занятиях, но не затронутые на практических занятиях, разбираются обучающимися во время самостоятельной работы.

При подготовке к экзамену необходимо повторить учебный материал, используя конспект лекций, основную и дополнительную литературу.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Теория волн»**

Направление подготовки *03.06.01 Физика и астрономия*

Профиль «*Радиофизика*»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2017**



## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-4. Способность самостоятельно применять математический аппарат при решении задач радиофизики	Знает	физические эффекты, присущие волнам; основные законы волновых процессов и физические модели, используемые для их описания; знать основные математические методы анализа и моделирования волн.
	Умеет	самостоятельно применять математические методы для анализа моделей и проводить исследования реальных систем на основе волновых представлений; самостоятельно разрабатывать физико-математические модели систем на основе представлений теории волн; самостоятельно ставить и решать исследовательские задачи с применением теории волн.
	Владеет	навыками применения математического аппарата при решении задач радиофизики; разносторонними навыками и приемами решения практических задач.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ПК-4.	Знает математический аппарат при решении задач радиофизики	Собеседование	Вопросы для подготовки к экзамену
2	Практическая часть	ПК-4.	Умеет самостоятельно применять математический аппарат при решении задач радиофизики	Реферат	Вопросы для подготовки к экзамену
			Владеет навыками применения математического аппарата при решении задач радиофизики	Контрольная работа	Вопросы для подготовки к экзамену

## Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-4. Способность самостоятельно применять математический аппарат при решении задач радиофизики	знает (пороговый уровень)	Знает математический аппарат при решении задач радиофизики	Сформированные систематические знания математического аппарата при решении задач радиофизики	60-74
	умеет (продвинутый)	Умеет самостоятельно применять математический аппарат при решении задач радиофизики	Сформированное умение самостоятельно применять математический аппарат при решении задач радиофизики	75-89
	владеет (высокий)	Владеет навыками применения математического аппарата при решении задач радиофизики	Успешное и систематическое применение математического аппарата при решении задач радиофизики	90-100

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### Перечень вопросов к экзамену

1. Колебания и волны. Физические поля. Основные уравнения математической физики.
2. Плоская монохроматическая волна.
3. Комплексная форма записи гармонического поля. Уравнение Гельмгольца.
4. Цилиндрические, сферические и сфероидальные монохроматические волны.
5. Принцип суперпозиции при решении линейных уравнений математической физики.
6. Постановка задачи об излучении заданных источников, расположенных в ограниченной области пространства. Условие излучения Зоммерфельда и принцип предельного поглощения.
7. Применение преобразования Фурье для решения линейных уравнений математической физики.

8. Метод функций Грина.
9. Дисперсионное уравнение. Фазовая и групповая скорости.
10. Физические свойства тел. Потенциал Леннарда-Джонса. Гипотеза сплошной среды.
11. Уравнения Максвелла-Лоренца. Поляризация и намагничивание. Полный ток в среде.
12. Макроскопические электромагнитные поля и уравнения Максвелла. Граничные условия. Закон сохранения энергии для электромагнитных полей в вакууме.
13. Электромагнитные поля в однородной изотропной среде с постоянными значениями  $\epsilon$ ,  $\mu$  проницаемость и показатель преломления.
14. Поляризация плоских электромагнитных волн. Коэффициент поляризации, эллипс поляризации. Параметры Стокса и сфера Пуанкаре.
15. Плоские волны в анизотропной среде. Уравнение Френеля.
16. Оптические свойства одноосных кристаллов.
17. Оптические свойства двухосных кристаллов.
18. Поверхность волновых векторов и лучевая поверхность.
19. Эффект Керра.
20. Определение и основные свойства плазмы. Дебаевское экранирование.
21. Квазигидродинамическое описание плазмы. Комплексная диэлектрическая проницаемость холодной изотропной плазмы. Плазменная частота.
22. Электромагнитные поля в холодной изотропной плазме. Диагностика плазмы.
23. Волны в плазме с тепловым движением электронов. Слабая пространственная дисперсия.
24. Тензор диэлектрической проницаемости холодной магнитоактивной плазмы.
25. Вывод формул для показателей преломления в магнитоактивной плазме. Два типа нормальных волн.
26. Дисперсионные кривые при распространении волн в плазме вдоль внешнего магнитного поля.
27. Дисперсионные кривые при распространении волн в плазме поперек внешнего магнитного поля.
28. Дисперсионные кривые при распространении волн в плазме под углом к внешнему магнитному полю.
29. Эффект Фарадея.
30. Условия применимости геометрической оптики.
31. Уравнение эйконала и переноса энергии излучения. Уравнение луча.
32. Описание движения сплошной среды в переменных Эйлера и Лагранжа. Полная производная по времени.
33. Уравнение непрерывности в механике жидкости и газа.

34. Основное уравнение механики сплошной среды. Тензор внутренних напряжений.
35. Тензор скоростей деформаций. Теорема Гельмгольца.
36. Поляризация и энергетические характеристики звуковых волн.
37. Звуковые волны в вязкой теплопроводной среде. Изотермическая скорость звука Ньютона.
38. Излучение звука плоским осциллирующим поршнем.

### **Критерии оценки результатов по дисциплине «Теория волн»**

<b>Оценка экзамена (стандартная)</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
Отлично	Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, чётко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причём не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач.
Хорошо	Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приёмами их выполнения.
Удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
Неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### **Оценочные средства для текущего контроля**

#### **Перечень вопросов для собеседования**

Тема 1. Волновое уравнение

Основные типы задач, связанные с решением волнового уравнения. 1-я и 2-я канонические формы волнового уравнения. Фазовый фронт, фазовая

скорость, длина волны. Бегущие и стоячие волны. Плоские, цилиндрические и сферические волны. Решение однородного волнового уравнения. Гармонические волны. Уравнение Гельмгольца. Волновой вектор. Неоднородные плоские волны.

Тема 2. Волны в жидкостях и газах.

Акустические волны. Скорость звука. Уравнения Умова. Поток мощности. Волновое сопротивление среды для плоских, цилиндрических и сферических волн. Основные свойства акустических волн. Волны в упругих твердых телах.

Тема 3. Электромагнитные волны.

Векторное уравнение Гельмгольца. Векторный потенциал. Поляризация волн. Продольные и поперечные электромагнитные волны. Волновое сопротивление среды. Суперпозиция волн. Основные свойства электромагнитных волн. Распространение электромагнитных волн в проводящей среде. Глубина проникновения (скин-слой). Поверхностный импеданс металла. Энергетические соотношения для волн в среде с потерями. Электромагнитные волны в однородной изотропной плазме.

Тема 4. Дисперсия волн.

Волновой пакет. Фазовая и групповая скорости. Дисперсионное уравнение. Нормальная и аномальная дисперсии. Приближение геометрической оптики. Уравнение эйконала. Световые лучи. Область применимости лучевого приближения.

Тема 5. Возбуждение волн.

Решение неоднородного уравнения Гельмгольца. Функция Грина для свободного пространства. Волны, возбуждаемые бесконечным листком электрического тока. Быстрые и медленные волны. Поверхностный импеданс. Волны, возбуждаемые бесконечным листком с комбинацией электрических и магнитных токов. Поляризационные характеристики волны.

Тема 6. Излучение электромагнитных волн излучателем конечных размеров.

Ближняя и дальняя зоны излучения. Дифракция волн. Приближение Кирхгофа. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера. Приближение геометрической оптики. Линейный излучатель. Диаграмма направленности. Понятие области мнимых углов.

Тема 7. Прохождение нормально поляризованной волны через границу раздела двух сред

Угол полного внутреннего отражения. Прохождение параллельно поляризованной волны через границу раздела двух сред. Угол Брюстера. Прохождение электромагнитной волны в среду с потерями. Приближенные граничные условия Леонтовича. Прохождение плоской волны через слой. Неискажающий слой. Просветляющий слой. Волны в плоскострой среде. Рефракция волн.

Тема 8. Волны в анизотропных средах

Тензоры магнитной и диэлектрической проницаемостей намагниченных феррита и плазмы. Продольное и поперечное распространение

электромагнитной волны в намагниченном феррите. Эффект Фарадея. Эффект Коттона-Мутона. Необыкновенные волны. Продольное и поперечное распространение электромагнитной волны в магнитоактивной плазме. Гиромагнитные волны.

Тема 9. Нелинейные волновые процессы.

Электромагнитные волны в нелинейных средах. Генерация гармоник. Оптическое детектирование. Самофокусировка и дефокусировка луча.

### **Темы рефератов**

1. Методы решения задач линейной теории волновых процессов
2. Методы решения задач: электромагнитные волны в сплошных и неоднородных средах
3. Методы решения задач: электромагнитные волны в анизотропных средах
4. Методы решения задач: электромагнитные поля в направляющих системах и резонаторах