

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
**Физика волновых процессов Б1.Б.36**

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Насыров И.А.

**Рецензент(ы):**

Овчинников М.Н.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 6171619

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Насыров И.А. Кафедра радиоэлектроники Отделение радиофизики и информационных систем , Igor.Nasyrov@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины (модуля) Физика волновых процессов является изучение фундаментальных основ распространения волн различной природы в линейных и нелинейных средах. Основное внимание уделено распространению электромагнитных волн диапазона радиочастот.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.36 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 6 семестр.

Для освоения содержания дисциплины необходимы знания по следующим курсам: "Электродинамика", "Основы теории колебаний".

Курс предназначен для студентов 3 курса, 6 семестр

Б3.Б.7 профессиональный цикл

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-11 (общекультурные компетенции)	способность собирать, обобщать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий информацию, необходимую для формирования суждений по соответствующим специальным, научным, социальным и этическим проблемам
ОК-12 (общекультурные компетенции)	способность к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физическую сущность процессов и явлений, происходящих при распространении волн в однородных и неоднородных средах;

2. должен уметь:

самостоятельно использовать основные методы радиофизических измерений;

3. должен владеть:

методами проведения аналитических и численных расчетов;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

проведения аналитических и численных расчетов

### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
1.	Тема 1. Введение. Волновые уравнения в различных средах. Поток энергии, Основные характеристики волнового процесса. Плоские сферические волны	6	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах. Основные свойства. Дифракция на ультразвуке	6	2-3	0	0	6	Устный опрос
3.	Тема 3. Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой среде. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.	6	2	2	0	0	
4.	Тема 4. Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой среде. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.	6	3	2	0	0	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
5.	Тема 5. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела сред. Отражение и преломление волн с горизонтальной, вертикальной и произвольной поляризацией. Коэффициенты отражения в различных средах, граничные условия при отражении.	6	4	2	0	0	
6.	Тема 6. Распространение электромагнитных волн в средах с частотной (временной) дисперсией. Дисперсия волн. Дисперсные и бездисперсные моды. Уравнения электромагнитного поля в средах с частотной дисперсией. Нормальная и аномальная дисперсия волн. Фазовая групповая скорости волн.	6	5-6	0	0	2	Устный опрос
7.	Тема 7. Волны в периодических структурах. Волны в сплошной среде со слабыми периодическими неоднородностями. Волны в дискретных структурах. Дискретные электрические линии. Линия с параметрами зависящими от координат	6	7	2	0	0	
8.	Тема 8. Излучение электромагнитных волн. Ближняя и дальняя зоны. Сопротивление излучения. Формирование диаграммы направленности для радиоволн различной поляризации.	6	8	2	0	0	
9.	Тема 9. Распространение звуковых волн. Излучение звука; акустический импеданс излучателя; присоединенная масса; сопротивление излучения.	6	9	2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практи- ческие занятия	Лабора- торные работы	
10.	Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Общие закономерности распространения электромагнитных волн в анизотропных средах. Распространение плоских высокочастотных волн в магнитоактивной плазме. Частные случаи распространения радиоволн в магнитоактивной плазме, продольное и поперечное распространение. Эффект Фарадея. Эффект Керра.	6	10-14	2	0	6	Устный опрос
11.	Тема 11. Волны в нелинейных средах. Критерии применимости линейных моделей при распространении волн. Уравнение для нелинейных волн в средах с дисперсией. Методы решения нелинейных волновых уравнений. Эффекты нелинейного распространения электромагнитных волн (обзор экспериментальных результатов.)	6	15	2	0	0	
12.	Тема 12. Самовоздействие плоских волн. Нелинейное поглощение волны. Нелинейное просветление среды. Самофокусировка и дефокусировка волн. Нелинейная дисперсия. Нелинейное взаимодействие волн. Эффект кросс-модуляции. Приборы на основе поверхностных акустических волн.	6	16-17	2	0	6	Устный опрос
13.	Тема 13. Нелинейные явления в ионосфере при распространении мощных радиоволн.	6	18	2	0	0	
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			22	0	20	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. Волновые уравнения в различных средах. Поток энергии, Основные характеристики волнового процесса. Плоские сферические волны**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Волновые уравнения в различных средах. Поток энергии, Основные характеристики волнового процесса. Плоские сферические волны

## **Тема 2. Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах. Основные свойства.**

### **Дифракция на ультразвуке**

#### ***лабораторная работа (6 часа(ов)):***

Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах. Основные свойства. Дифракция на ультразвуке

## **Тема 3. Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды.**

**Приближение геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой среде. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой среде. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.

## **Тема 4. Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды.**

**Приближение геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой среде. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой среде. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.

**Тема 5. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела сред. Отражение и преломление волн с горизонтальной, вертикальной и произвольной поляризацией. Коэффициенты отражения в различных средах, граничные условия при отражении.**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела сред. Отражение и преломление волн с горизонтальной, вертикальной и произвольной поляризацией. Коэффициенты отражения в различных средах, граничные условия при отражении.

**Тема 6. Распространение электромагнитных волн в средах с частотной (временной) дисперсией. Дисперсия волн. Дисперсные и бездисперсные моды. Уравнения электромагнитного поля в средах с частотной дисперсией. Нормальная и аномальная дисперсия волн. Фазовая групповая скорости волн.**

#### ***лабораторная работа (2 часа(ов)):***

Распространение электромагнитных волн в средах с частотной (временной) дисперсией. Дисперсия волн. Дисперсные и бездисперсные моды. Уравнения электромагнитного поля в средах с частотной дисперсией. Нормальная и аномальная дисперсия волн. Фазовая групповая скорости волн.

**Тема 7. Волны в периодических структурах. Волны в сплошной среде со слабыми периодическими неоднородностями. Волны в дискретных структурах. Дискретные электрические линии. Линия с параметрами зависящими от координат**

#### ***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Волны в периодических структурах. Волны в сплошной среде со слабыми периодическими неоднородностями. Волны в дискретных структурах. Дискретные электрические линии. Линия с параметрами зависящими от координат

**Тема 8. Излучение электромагнитных волн. Ближняя и дальняя зоны. Сопротивление излучения. Формирование диаграммы направленности для радиоволн различной поляризации.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Излучение электромагнитных волн. Ближняя и дальняя зоны. Сопротивление излучения. Формирование диаграммы направленности для радиоволн различной поляризации.

**Тема 9. Распространение звуковых волн. Излучение звука; акустический импеданс излучателя; присоединенная масса; сопротивление излучения.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Распространение звуковых волн. Излучение звука; акустический импеданс излучателя; присоединенная масса; сопротивление излучения.

**Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Общие закономерности распространения электромагнитных волн в анизотропных средах. Распространение плоских высокочастотных волн в магнитоактивной плазме. Частные случаи распространения радиоволн в магнитоактивной плазме, продольное и поперечное распространение. Эффект Фарадея. Эффект Керра.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Электромагнитные волны в анизотропных средах. Общие закономерности распространения электромагнитных волн в анизотропных средах. Распространение плоских высокочастотных волн в магнитоактивной плазме. Частные случаи распространения радиоволн в магнитоактивной плазме, продольное и поперечное распространение.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Эффект Фарадея. Эффект Керра.

**Тема 11. Волны в нелинейных средах. Критерии применимости линейных моделей при распространении волн. Уравнение для нелинейных волн в средах с дисперсией. Методы решения нелинейных волновых уравнений Эффекты нелинейного распространения электромагнитных волн (обзор экспериментальных результатов.)**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Волны в нелинейных средах. Критерии применимости линейных моделей при распространении волн. Уравнение для нелинейных волн в средах с дисперсией. Методы решения нелинейных волновых уравнений Эффекты нелинейного распространения электромагнитных волн (обзор экспериментальных результатов.)

**Тема 12. Самовоздействие плоских волн. Нелинейное поглощение волны. Нелинейное просветление среды. Самофокусировка и дефокусировка волн. Нелинейная дисперсия. Нелинейное взаимодействие волн. Эффект кросс-модуляции Приборы на основе поверхностных акустических волн.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Самовоздействие плоских волн. Нелинейное поглощение волны. Нелинейное просветление среды. Самофокусировка и дефокусировка волн. Нелинейная дисперсия. Нелинейное взаимодействие волн. Эффект кросс-модуляции

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Приборы на основе поверхностных акустических волн.

**Тема 13. Нелинейные явления в ионосфере при распространении мощных радиоволн.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Нелинейные явления в ионосфере при распространении мощных радиоволн.

#### **4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**



N	Раздел дисциплины	Се-местр	Неде-ля семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудо-емкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах. Основные свойства. Дифракция на ультразвуке	6	2-3	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой среде. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.	6	3	подготовка к устному опросу	6	устный опрос

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	<p>Тема 6. Распространение электромагнитных волн в средах с частотной (временной) дисперсией. Дисперсия волн. Дисперсные и бездисперсные моды. Уравнения электромагнитного поля в средах с частотной дисперсией. Нормальная и аномальная дисперсия волн. Фазовая групповая скорости волн.</p>	6	5-6	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
10.	<p>Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Общие закономерности распространения электромагнитных волн в анизотропных средах. Распространение плоских высокочастотных волн в магнитоактивной плазме. Частные случаи распространения радиоволн в магнитоактивной плазме, продольное и поперечное распространение. Эффект Фарадея. Эффект Керра.</p>	6	10-14	подготовка к устному опросу	6	устный опрос

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
12.	Тема 12. Самовоздействие плоских волн. Нелинейное поглощение волны. Нелинейное просветление среды. Самофокусировка и дефокусировка волн. Нелинейная дисперсия. Нелинейное взаимодействие волн. Эффект кросс-модуляции. Приборы на основе поверхностных акустических волн.	6	16-17	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
	Итого				30	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, проведение блиц-опросов, применение роли экспертов для студентов.

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. Введение. Волновые уравнения в различных средах. Поток энергии, Основные характеристики волнового процесса. Плоские сферические волны**

**Тема 2. Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах. Основные свойства. Дифракция на ультразвуке**

устный опрос , примерные вопросы:

Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах. Основные свойства. Дифракция на ультразвуке

**Тема 3. Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой среде. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.**

**Тема 4. Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой среде. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.**

устный опрос , примерные вопросы:

Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики. Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой среде. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.

**Тема 5. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела сред. Отражение и преломление волн с горизонтальной, вертикальной и произвольной поляризацией. Коэффициенты отражения в различных средах, граничные условия при отражении.**

**Тема 6. Распространение электромагнитных волн в средах с частотной (временной) дисперсией. Дисперсия волн. Дисперсные и бездисперсные моды. Уравнения электромагнитного поля в средах с частотной дисперсией. Нормальная и аномальная дисперсия волн. Фазовая групповая скорости волн.**

устный опрос , примерные вопросы:

Распространение электромагнитных волн в средах с частотной (временной) дисперсией. Дисперсия волн. Дисперсные и бездисперсные моды. Уравнения электромагнитного поля в средах с частотной дисперсией. Нормальная и аномальная дисперсия волн. Фазовая групповая скорости волн.

**Тема 7. Волны в периодических структурах. Волны в сплошной среде со слабыми периодическими неоднородностями. Волны в дискретных структурах. Дискретные электрические линии. Линия с параметрами зависящими от координат**

**Тема 8. Излучение электромагнитных волн. Ближняя и дальняя зоны. Сопротивление излучения. Формирование диаграммы направленности для радиоволн различной поляризации.**

**Тема 9. Распространение звуковых волн. Излучение звука; акустический импеданс излучателя; присоединенная масса; сопротивление излучения.**

**Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Общие закономерности распространения электромагнитных волн в анизотропных средах. Распространение плоских высокочастотных волн в магнитоактивной плазме. Частные случаи распространения радиоволн в магнитоактивной плазме, продольное и поперечное распространение. Эффект Фарадея. Эффект Керра.**

устный опрос , примерные вопросы:

Электромагнитные волны в анизотропных средах. Общие закономерности распространения электромагнитных волн в анизотропных средах. Распространение плоских высокочастотных волн в магнитоактивной плазме. Частные случаи распространения радиоволн в магнитоактивной плазме, продольное и поперечное распространение. Эффект Фарадея. Эффект Керра.

**Тема 11. Волны в нелинейных средах. Критерии применимости линейных моделей при распространении волн. Уравнение для нелинейных волн в средах с дисперсией. Методы решения нелинейных волновых уравнений. Эффекты нелинейного распространения электромагнитных волн (обзор экспериментальных результатов.)**

**Тема 12. Самовоздействие плоских волн. Нелинейное поглощение волны. Нелинейное просветление среды. Самофокусировка и дефокусировка волн. Нелинейная дисперсия. Нелинейное взаимодействие волн. Эффект кросс-модуляции. Приборы на основе поверхностных акустических волн.**

устный опрос , примерные вопросы:

Приборы на основе поверхностных акустических волн.

**Тема 13. Нелинейные явления в ионосфере при распространении мощных радиоволн.**

## Итоговая форма контроля

экзамен (в 6 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Вопросы экзаменационных билетов и вопросы для самостоятельной работы - в приложении.

Контрольные задачи приведены в учебных пособиях: Насыров А.М. Волновые процессы, ч.1-11,- Казань, КГУ,1995-2009г.

### 7.1. Основная литература:

1. Курашев С.М., Физика: Волновые процессы: Курс лекций. Ч. 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / Курашев С.М. - М. : МИСиС, 2010. - 224 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876233455.html>
2. . Рытов С.М., Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. [Электронный ресурс]: учебник / Горелик Г. С., под ред. С.М. Рытова. - 3-е изд.: под ред. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 656 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922107761.html>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Насыров А.М. Волновые процессы ч.1. Основные понятия: Учебно-методическое пособие. Казань: изд-во КГУ, 1995. - 42 с. - Режим доступа: <https://kpfu.ru/docs/F1418525667/wp1.pdf>
2. Насыров А.М. Волновые процессы, ч.2. Электромагнитные волны диапазона радиочастот: Учебно-методическое пособие. - Казань: изд-во КГУ, 1995. -39 с. - Режим доступа: <https://kpfu.ru/docs/F691322566/wp2.pdf>
3. Насыров А.М. Волновые процессы, ч.3. Распространение радиоволн в неоднородных и анизотропных средах. Учебно-методическая разработка. - Казань: изд-во КГУ, 1995. - 49 с. - Режим доступа: <https://kpfu.ru/docs/F859368769/wp3.pdf>
4. Гусев Ю.А., Насыров А.М. Волновые процессы, ч.5. Частотная дисперсия диэлектрической проницаемости Учебно-методическое пособие. - Казань: изд-во КГУ, 1998. - 113 с. - Режим доступа: [https://kpfu.ru/docs/F1156402211/wp5\\_1\\_55.pdf](https://kpfu.ru/docs/F1156402211/wp5_1_55.pdf) (с. 1-55); [https://kpfu.ru/docs/F91799703/wp5\\_56\\_114.pdf](https://kpfu.ru/docs/F91799703/wp5_56_114.pdf) - (с. 56-113)
5. Насыров А.М., Овчинников М.Н. Волновые процессы, ч.6. Самовоздействие электромагнитных волн: Учебно-методическое пособие. - Казань: КГУ, 1998. - 55с. - Режим доступа: <https://kpfu.ru/docs/F1480087661/wp6.pdf>
6. Насыров А.М., Христофоров А.В. Волновые процессы,ч.7. Распространение упругих волн: Учебно-методическое пособие. - Казань, изд-во КГУ, 1998. - 53 с. - Режим доступа: <https://kpfu.ru/docs/F1721676252/wp7.pdf>
7. Насыров А.М., Овчинников М.Н. Волновые процессы. ч.8. Акустические колебания и волны, Учебно-методическое пособие. - Казань: изд-во КГУ, 2003. - 32 с. - Режим доступа: <https://kpfu.ru/docs/F1501508011/wp8.pdf>
8. Трубецкова С.В., Физика. Ч. 7, 8. Колебания и волны. Геометрическая и волновая оптика. Вопросы - ответы. Задачи - решения [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / Трубецкова С. В. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 304 с. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922106171.html>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Плоские электромагнитные волны -

<http://siblec.ru/index.php?dn=html&way=bW9kL2h0bWwvY29udGVudC8zc2VtL2NvdXJzZTkzL2xiYy90N1>

Волновые процессы - <http://mashdet.ru/labmehn/labmexan55.htm>

ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В МЕХАНИКЕ РАЗРУШЕНИЯ -

<http://rusnauka.narod.ru/lib/phisic/destroy/glava7.htm>

Кафедра радиоэлектроники КФУ. Электронные ресурсы. -  
[http://www.kpfu.ru/main\\_page?p\\_sub=8350](http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=8350)

Распространение волн в диспергирующих средах -

<https://www.google.ru/#newwindow=1&q=%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Физика волновых процессов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

- лабораторный практикум по вопросам Физики волновых процессов включает в себя следующие работы:

1. Эффект Фарадея
- 2.\* Оптический переключатель в волноводном световоде на основе эффекта Керра
- 3.\* Упругие волны в жидкостях. Дифракция света на ультразвуковых волнах.
4. Исследование элементов волноводной техники
5. Определение добротности резонатора по КСНВ
- 6.\* Фильтры сигналов на поверхностных акустических волнах.
7. Акустические волны

Примечание: Работы, отмеченные знаком (\*), являются обязательными для выполнения студентами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения) .

Автор(ы):

Насыров И.А. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.