

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Физика волновых процессов Б3.Б.7

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика

Профиль подготовки: Физика ионосферы и распространения радиоволн, радиоастрономия

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Насыров И.А. , Насыров А.М.

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 6120214

Казань
2014

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) Насыров А.М. ; 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 " Б3.Б.7 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 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) 72 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 | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Введение. Волновые уравнения в различных средах. | 6 | 1 | 2 | 0 | 0 | |
| 2. | Тема 2. Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах. | 6 | 2-3 | 0 | 0 | 6 | устный опрос |
| 3. | Тема 3. Распространение волн в неоднородных средах. | 6 | 2 | 2 | 0 | 0 | |
| 4. | Тема 4. Распространение волн в неоднородных средах. | 6 | 3 | 2 | 0 | 0 | контрольная точка |
| 5. | Тема 5. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела сред. | 6 | 4 | 2 | 0 | 0 | |
| 6. | Тема 6. Распространение электромагнитных волн в средах с частотной (временной) дисперсией. | 6 | 5-6 | 0 | 0 | 2 | устный опрос |
| 7. | Тема 7. Волны в периодических структурах. | 6 | 7 | 2 | 0 | 0 | |
| 8. | Тема 8. Излучение электромагнитных волн. | 6 | 8 | 2 | 0 | 0 | |
| 9. | Тема 9. Распространение звуковых волн. | 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 | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 10. | Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах. | 6 | 10-14 | 2 | 0 | 6 | устный опрос |
| 11. | Тема 11. Волны в нелинейных средах. | 6 | 15 | 2 | 0 | 0 | |
| 12. | Тема 12. Самовоздействие плоских 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах.

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.

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.

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)):

Обзорная лекция по нелинейным явлениям в ионосфере при распространении мощных радиоволн.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|--|--|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
| 2. | Тема 2. Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах. | 6 | 2-3 | подготовка к устному опросу | 6 | устный опрос |
| 4. | Тема 4. Распространение волн в неоднородных средах. | 6 | 3 | подготовка к контрольной точке | 4 | контрольная точка |
| | | | | подготовка к устному опросу | 2 | устный опрос |
| 6. | Тема 6. Распространение электромагнитных волн в средах с частотной (временной) дисперсией. | 6 | 5-6 | подготовка к устному опросу | 6 | устный опрос |
| 10. | Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах. | 6 | 10-14 | подготовка к устному опросу | 6 | устный опрос |
| 12. | Тема 12. Самовоздействие | 6 | 16-17 | подготовка к устному опросу | 6 | устный опрос |
| 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.

Тема 2. Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах.

устный опрос , примерные вопросы:

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

Тема 3. Распространение волн в неоднородных средах.

Тема 4. Распространение волн в неоднородных средах.

контрольная точка , примерные вопросы:

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. Численные решения уравнений геометрической оптики для двух мерно неоднородных сред.

устный опрос , примерные вопросы:

Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды.

Тема 5. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела сред.

Тема 6. Распространение электромагнитных волн в средах с частотной (временной) дисперсией.

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.

Тема 8. Излучение электромагнитных волн.

Тема 9. Распространение звуковых волн.

Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах.

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.

Тема 12. Самовоздействие плоских волн.

устный опрос , примерные вопросы:

Приборы на основе поверхностных акустических волн.

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

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Экзаменационные вопросы

по курсу "Физика волновых процессов"

1. Понятие волны. Одномерное волновое уравнение.
2. Фазовая скорость. Импеданс (волновое сопротивление) среды.
3. Отражение и прохождение волн.
4. Согласование импедансов двух сред. Стоячие волны.
5. Групповая скорость.
6. Вывод волнового уравнения идеальной линии передачи.
7. Вывод волнового уравнения для линии с потерями.
8. Связь волнового сопротивления линии передачи без потерь с ее параметрами.
9. Вывести выражение для затухания и волнового числа в линии с потерями.
10. Поучить выражение для амплитудных коэффициентов отражения и прохождения для токов и напряжений в линии передачи, нагруженной на сопротивление Z_L .
11. Уравнения Максвелла.
12. Электромагнитные волны в среде без потерь.
13. Электромагнитные волны в среде с потерями (среда диэлектрик).
14. Электромагнитные волны в среде с потерями (среда проводник).
15. Критерий разделения сред на диэлектрики и проводники.
16. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела двух сред.
17. Отражение при горизонтальной падающей поляризации волн.
18. Отражение и преломление при вертикальной поляризации падающей волн.
19. Коэффициенты отражения для различных сред. Случай произвольной поляризации падающей электромагнитной волн.

20. Распространение радиоволн в неоднородных средах. Приближение геометрической оптики.
21. Геометрическая оптика слоисто-неоднородной среды.
22. Рефракция лучей в плоскостой среде. Условие применимости метода геометрической оптики.
23. Векторный и скалярный потенциалы.
24. Уравнения Даламбера. Калибровка Лоренца.
25. Решение уравнений Даламбера. Поле вокруг линейного провода.
26. Напряженность электрического поля и векторного потенциала элементарного вибратора.
27. Три зоны поля вибратора. Ближняя зона. Дальняя зона. Промежуточная зона.
28. Напряженность электрического поля в дальней зоне в свободном пространстве. Диаграмма направленности элементарного вибратора. Мощность, излучаемая вибратором. Сопrotивление излучения вибратора.
29. Общий вид решения волновых уравнений в волноводах. Дисперсия в волноводах.
30. Типы волн в волноводах. Волны без дисперсии.
31. Прямоугольный волновод. ТЕ-мода. ТМ-мода.
32. Основная мода. Коаксиальный волновод.

7.1. Основная литература:

1. Горелик Г.С. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. [Электронный ресурс] М.:Физматлит, 2007 г., Издание 3-е, под ред. С.М. Рытова, 656 стр. ISBN: 978-5-9221-0776-1. Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/view/book/2167/>
2. Дубнищев Ю.Н. Колебания и волны. [Электронный ресурс] Учебное пособие. 2-е изд. перераб. - СПб: Лань, 2011. - 384 стр. Режим доступа: - <http://e.lanbook.com/view/book/683/>
3. Насыров А.М. Волновые процессы, ч.1. Основные понятия, [Электронный ресурс] Учебно-методическое пособие, изд. КГУ, 1995- 42с. Режим доступа: - <http://kpfu.ru/docs/F1418525667/wp1.pdf>
4. Насыров А.М. Волновые процессы, ч.2. Электромагнитные волны диапазона радиочастот, [Электронный ресурс] Учебно-методическое пособие, изд. КГУ 1995, -39с. Режим доступа: - <http://kpfu.ru/docs/F691322566/wp2.pdf>
5. Насыров А.М. Волновые процессы, ч.3. Распространение радиоволн в неоднородных и анизотропных средах. [Электронный ресурс] Учебно-методическая разработка. изд. КГУ. 1995,-49с. Режим доступа: - <http://kpfu.ru/docs/F859368769/wp3.pdf>

7.2. Дополнительная литература:

1. Виноградова М.Б., Руденко О.В., Сухоруков А.П. Теория волн. - М: Наука, 1979.
2. Вайнштейн Л.А. Электромагнитные волны. М: Радио, 1988.
3. Черный Б.Ф. Распространение радиоволн. - М: Советское радио, 1972.

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

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:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

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 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Физика ионосферы и распространения радиоволн, радиоастрономия .

Автор(ы):

Насыров И.А. _____

Насыров А.М. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н. _____

"__" _____ 201__ г.