

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности КФУ
Проф. Таюрский Д.А.

_____ 20__ г.

Программа дисциплины

Электродинамика и распространение радиоволн Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 10.03.01 - Информационная безопасность

Профиль подготовки: Безопасность автоматизированных систем

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Насыров И.А. , Терешин С.Н.

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

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; Терешин С.Н.

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.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 10.03.01 Информационная безопасность и относится к дисциплинам по выбору. 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
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач
ОПК-12 (профессиональные компетенции)	способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии
ОПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью к профессиональному развитию и саморазвитию в области радиофизики и электроники

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 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 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	Устный опрос
2.	Тема 2. Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах. Основные свойства. Дифракция на ультразвуке	6	2-3	2	8	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики.	6	2	2	4	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела сред.	6	4	2	4	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Распространение электромагнитных волн в средах с частотной (временной) дисперсией.	6	5-6	2	8	0	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Волны в периодических структурах.	6	7	2	4	0	Устный опрос
8.	Тема 8. Излучение электромагнитных волн.	6	8	4	6	0	Устный опрос
9.	Тема 9. Распространение звуковых волн.	6	9	4	4	0	Устный опрос
10.	Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах.	6	10-14	4	8	0	Устный опрос
11.	Тема 11. Волны в нелинейных средах.	6	15	4	4	0	Устный опрос
12.	Тема 12. Самовоздействие плоских волн.	6	16-17	4	4	0	Устный опрос
13.	Тема 13. Нелинейные явления в ионосфере при распространении мощных радиоволн.	6	18	4	0	0	Устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	54	0	

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

лекционное занятие (2 часа(ов)):

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

практическое занятие (8 часа(ов)):

Дифракция лазерного излучения на ультразвуковых волнах.

Тема 3. Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики. Условия применимости приближения геометрической оптики. Свойства тропосферы и ионосферы. Распространение радиоволн в тропосфере и ионосфере.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Геометрическая оптика слоисто-неоднородных сред. Рефракция лучей в плоско-слоистой и сферически-слоистой средах.

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.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Расчет коэффициентов отражения и преломления волн с горизонтальной и вертикальной поляризациями для различных типов "земли".

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

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Дисперсия волн. Дисперсные и бездисперсные моды. Уравнения электромагнитного поля в средах с частотной дисперсией. Нормальная и аномальная дисперсия волн. Фазовая групповая скорости волн. Распространение радиоволн в плазме. Волновой пакет в диспергирующей среде. Искажения радиоимпульсов в средах с частотной дисперсией.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Оптический переключатель в волноводном световоде на основе эффекта Керра

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

практическое занятие (4 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 (4 часа(ов)):

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

практическое занятие (6 часа(ов)):

Расчет диаграммы направленности антенны, состоящей из системы линейных симметричных вибраторов.

Тема 9. Распространение звуковых волн.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

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

практическое занятие (4 часа(ов)):

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

Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах.

лекционное занятие (4 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.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Практическое занятие по теме "Эффект Фарадея".

Тема 11. Волны в нелинейных средах.

лекционное занятие (4 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.)

практическое занятие (4 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 (4 часа(ов)):

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

практическое занятие (4 часа(ов)):

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

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

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Обзор нелинейных явлений 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
1.	Тема 1. Введение. Волновые уравнения в различных средах. Поток энергии, Основные характеристики волнового процесса. Плоские сферические волны	6	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Упругие волны в жидкостях, газах и твердых телах. Основные свойства. Дифракция на ультразвуке	6	2-3	подготовка к устному опросу	10	устный опрос

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Распространение волн в неоднородных средах. Неоднородные среды. Приближение геометрической оптики.	6	2	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
5.	Тема 5. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на границе раздела сред.	6	4	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	10	устный опрос
7.	Тема 7. Волны в периодических структурах.	6	7	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
8.	Тема 8. Излучение электромагнитных волн.	6	8	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
9.	Тема 9. Распространение звуковых волн.	6	9	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
10.	Тема 10. Электромагнитные волны в анизотропных средах.	6	10-14	подготовка к устному опросу	10	устный опрос
11.	Тема 11. Волны в нелинейных средах.	6	15	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
12.	Тема 12. Самовоздействие плоских волн.	6	16-17	подготовка к устному опросу	10	устный опрос

N	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
13.	Тема 13. Нелинейные явления в ионосфере при распространении мощных радиоволн.	6	18	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
	Итого				72	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

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

Выполняются практические работы по курсу.

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

устный опрос , примерные вопросы:

Основные характеристики волнового процесса. Плоские и 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.

устный опрос , примерные вопросы:

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.

устный опрос , примерные вопросы:

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.

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.

устный опрос , примерные вопросы:

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.

устный опрос , примерные вопросы:

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

Тема 9. Распространение звуковых волн.

устный опрос , примерные вопросы:

Излучение звука; акустический импеданс излучателя; присоединенная масса; сопротивление излучения.

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.

устный опрос , примерные вопросы:

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.

устный опрос , примерные вопросы:

Приборы на основе поверхностных акустических волн.

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

устный опрос , примерные вопросы:

Нелинейные явления в ионосфере при распространении мощных радиоволн.

Итоговая форма контроля

экзамен (в 6 семестре)

Примерные вопросы к итоговой форме контроля

Экзаменационные вопросы

по курсу "Электродинамика и распространение радиоволн"

1. Понятие волны. Критерий разделения процессов на колебательные и волновые. Виды волн.
2. Вывод волнового уравнения поперечных волн.
3. Решение волнового уравнения.
4. Энергия поперечных колебаний струны.
5. Фазовая скорость.
6. Импеданс (волновое сопротивление) среды.
7. Отражение и прохождение волн.
8. Согласование импедансов двух сред.

9. Стоячие волны. Коэффициент стоячей волны.
10. Материальная дисперсия.
11. Диапазоны радиоволн.
12. Уравнения Максвелла.
13. Электромагнитные волны в среде без потерь.
14. Электромагнитные волны в среде с потерями (среда диэлектрик).
15. Электромагнитные волны в среде с потерями (среда проводник).
16. Граничные частоты. Критерий разделения сред на диэлектрики и проводники.
17. Принцип Гюйгенса, зоны Френеля.
18. Отражение и преломление плоских электромагнитных волн на плоской границе раздела двух сред.
19. Отражение при горизонтальной падающей поляризации волны.
20. Отражение и преломление при вертикальной поляризации падающей волны.
21. Коэффициенты отражения для различных сред. Случай произвольной поляризации падающей электромагнитной волны.
22. Общий вид решения волновых уравнений в волноводах.
23. Дисперсия в волноводах (волновая дисперсия).
24. Типы волн в волноводах. Волны без дисперсии.
25. Прямоугольный волновод. ТЕ-мода. ТМ-мода.
26. Основная мода. Коаксиальный волновод.
27. Групповая скорость. Бездисперсионная мода.
28. Групповая скорость. Дисперсионная мода.
29. Распространение радиоволн в неоднородных средах.
30. Приближение геометрической оптики.
31. Геометрическая оптика слоисто-неоднородной среды.
32. Рефракция лучей в плоскослоистой среде. Случай монотонного увеличения показателя преломления с высотой.
33. Рефракция лучей в плоскослоистой среде. Случай монотонного уменьшения показателя преломления с высотой.
34. Рефракция лучей в сферически слоистой среде.
35. Условия применимости геометрической оптики.
36. Дифракция радиоволн.
37. Эффект усиления поля волны препятствием.

7.1. Основная литература:

1. Колебания и волны. Введение в акустику, радиофизику и оптику. [Электронный ресурс] / 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>
2. Дубнищев Ю.Н. Колебания и волны. [Электронный ресурс] Учебное пособие. 2-е изд. перераб. - СПб: Лань, 2011. - 384 с. - Режим доступа: - <https://e.lanbook.com/book/683>

7.2. Дополнительная литература:

1. 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>

2. 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>
3. 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>
4. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Сеницын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: ил. - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/367972>

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 "Электродинамика и распространение радиоволн" 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.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 10.03.01 "Информационная безопасность" и профилю подготовки Безопасность автоматизированных систем .

Автор(ы):

Насыров И.А. _____

Терешин С.Н. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Овчинников М.Н. _____

"__" _____ 201__ г.