

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

Антенны и распространение радиоволн БЗ.ДВ.5

Направление подготовки: 011800.62 - 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):

Гумеров Р.И.

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 6140714

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

1. Цели освоения дисциплины

Изучение и практическое применение методов построения высоко эффективных антенно-фидерных систем. Приведены определения основных радиотехнических характеристик антенн, описание конструкций различного типа, используемых в радиосвязи, радиолокации и радиоастрономии.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.5 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

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

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-11 (общекультурные компетенции)	способностью 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)	способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания (в том числе по дисциплинам профилизации) для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью к профессиональному развитию и саморазвитию в области радиофизики и электроники

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

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

2. должен уметь:

уметь самостоятельно использовать основные методы радиофизических измерений.

3. должен владеть:

владеть методами проведения аналитических и численных расчетов;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

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 8 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.	8	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Распространение электромагнитных волн.	8	2	2	0	0	
3.	Тема 3. Векторный и скалярный потенциалы.	8	3	2	0	0	
4.	Тема 4. Элементарный вibrator.	8	4	2	0	0	
5.	Тема 5. Линейный симметричный вibrator.	8	5	2	0	0	
6.	Тема 6. Методы создания эффективных передающих антенн.	8	6	2	0	0	
7.	Тема 7. Влияние земли на направленные свойства антенн.	8	7	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	
8.	Тема 8. Конструкции антенн.	8	8	2	0	0	
9.	Тема 9. Симметричный вибратор с рефлектором.	8	9	2	0	0	
10.	Тема 10. Основные радиотехнические характеристики антенн.	8	10	2	0	0	
11.	Тема 11. Рупорные антенны.	8	11	2	0	0	
12.	Тема 12. Зеркальные антенны.	8	12	2	0	0	
13.	Тема 13. Методики измерений основных радиотехнических характеристик антенн.	8	13	2	0	0	
14.	Тема 14. Фазированные антенные решетки	8	14	2	0	0	
15.	Тема 15. Земные и тропосферные волны.	8	15	2	0	0	
16.	Тема 16. Распространение УКВ в урбанизированных средах.	8	16	2	0	0	
17.	Тема 17. Трансионосферное распространение радиоволн.	8	17	2	0	0	
18.	Тема 18. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.	8	18	2	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			36	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Уравнения Максвелла. Излучение электромагнитных волн. опыты Герца

Тема 2. Распространение электромагнитных волн.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Распространение электромагнитных волн. Вывод волнового уравнения. Волновое уравнение для сред с потерями.

Тема 3. Векторный и скалярный потенциалы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Потенциал для электростатического поля. Векторный потенциал. Зависимые от времени потенциалы. Уравнения для потенциалов.

Тема 4. Элементарный вибратор.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Элементарный вибратор. Решения уравнений Даламбера. Физический смысл калибровки Лоренца. Поле вокруг линейного провода. Напряженность электромагнитного поля элементарного вибратора. Три зоны поля вибратора. Напряженность электрического поля в дальней зоне.

Тема 5. Линейный симметричный вибратор.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Линейный симметричный вибратор. Излучение линейного вибратора. Мощность излучаемая вибратором. Сопротивление излучения симметричного вибратора.

Тема 6. Методы создания эффективных передающих антенн.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Эффективность передающей антенны. Излучение системы линейных вибраторов. Диаграммы направленности системы линейных симметричных вибраторов.

Тема 7. Влияние земли на направленные свойства антенн.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Коэффициент направленного действия антенны. Коэффициент усиления антенны. Влияние подстилающей поверхности на направленные свойства излучателя в вертикальной плоскости.

Тема 8. Конструкции антенн.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Конструкции антенн. Поле горизонтального диполя в вертикальной плоскости. Поле вертикального диполя в вертикальной плоскости. Квадратичная формула Веденского.

Тема 9. Симметричный вибратор с рефлектором.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Симметричный вибратор с рефлектором. Пассивный рефлектор. Активный рефлектор.

Тема 10. Основные радиотехнические характеристики антенн.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Эффективная площадь антенной системы. Шумовая температура антенны.

Тема 11. Рупорные антенны.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Рупорные антенны. Схемы построения и основы теории.

Тема 12. Зеркальные антенны.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Зеркальные антенны. Схемы построения и основы теории.

Тема 13. Методики измерений основных радиотехнических характеристик антенн.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Методики измерений диаграммы направленности, эффективной площади и шумовой температуры антенн.

Тема 14. Фазированные антенные решетки

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Особенности антенн с электронным движением луча. Свойства системы излучателей. Искажение диаграммы направленности антенны с электронным движением луча.

Тема 15. Земные и тропосферные волны.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Общие сведения о распространении радиоволн: отражение, преломление, дифракция, рефракция. Электрические свойства поверхности и атмосферы Земли.

Тема 16. Распространение УКВ в урбанизированных средах.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Особенности распространения ультракоротких радиоволн в городских условиях.

Тема 17. Трансионосферное распространение радиоволн.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Строение и электрические свойства ионосферы и распространение в ней радиоволн.

Приближение геометрической оптики.

Тема 18. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Диапазоны радиоволн. Сверхдлинные и длинные волны. Средние волны. Короткие волны. Ультракороткие волны.

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.	8	1	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	2	Устный опрос
2.	Тема 2. Распространение электромагнитных волн.	8	2	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	2	Устный опрос
3.	Тема 3. Векторный и скалярный потенциалы.	8	3	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	2	Устный опрос
4.	Тема 4. Элементарный вибратор.	8	4	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	2	Устный опрос
5.	Тема 5. Линейный симметричный вибратор.	8	5	Проработка лекционного материала. Работа с литературой	2	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Методы создания эффективных передающих антенн.	8	6	Проектирование антенны, состоящей из системы линейных симметричных вибраторов. Исследование диаграмм	4	Письменный отчет.
				Проектирование линейного симметричного вибратора в программе MMANA-GAL. Исследование его диаграммы	2	Письменный отчет.
				Самостоятельное изучение программы MMANA-GAL. Знакомство с моделями антенн заложенных в базу данных	2	Письменный отчет.
7.	Тема 7. Влияние земли на направленные свойства антенн.	8	7	Изучение различных типов земли (диэлектрик, проводник, полупроводник) на направленные свойства антенн	6	Письменный отчет.

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
8.	Тема 8. Конструкции антенн.	8	8	Исследование влияния земли на направленные свойства горизонтального и вертикального диполя.	2	Письменный отчет.
				Исследование диаграммы направленности вертикального диполя.	2	Письменный отчет.
				Исследование диаграммы направленности горизонтального диполя.	2	Письменный отчет.
9.	Тема 9. Симметричный вибратор с рефлектором.	8	9	Моделирование симметричного вибратора с пассивным и активным рефлектором. Исследование их диаграмм	2	Письменный отчет.
10.	Тема 10. Основные радиотехнические характеристики антенн.	8	10	Исследование влияния земли и входного сопротивления на основные радиотехнические характеристики антенн	2	Письменный отчет.
11.	Тема 11. Рупорные антенны.	8	11	Моделирование рупорной антенны СВЧ диапазона в программе MMANA-GAL.	2	Письменный отчет.
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Чтение лекций. Проведение блиц-опросов.

Самостоятельное изучение программы MMANA-GAL.

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

Тема 1. Введение.

Устный опрос , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Электростатическая теорема Гаусса. Закон Фарадея. Ток проводимости. Ток смещения.

Тема 2. Распространение электромагнитных волн.

Устный опрос , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Электромагнитные волны в среде без потерь. Электромагнитные волны в среде с потерями (среда диэлектрик).

Электромагнитные волны в среде с потерями (среда проводник). Критерий разделения сред на диэлектрики и проводники.

Тема 3. Векторный и скалярный потенциалы.

Устный опрос , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Векторный и скалярный потенциалы. Уравнения Даламбера для потенциалов. Калибровка Лоренца. Решения уравнений Даламбера для потенциалов.

Тема 4. Элементарный вибратор.

Устный опрос , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Напряженность электрического поля и векторного потенциала элементарного вибратора. Три зоны поля вибратора. Ближняя зона. Дальняя зона. Промежуточная зона.

Тема 5. Линейный симметричный вибратор.

Устный опрос , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Излучение линейного симметричного вибратора. Диаграмма направленности линейного симметричного вибратора в свободном пространстве. Мощность, излучаемая линейным симметричным вибратором. Сопротивление излучения симметричного вибратора.

Тема 6. Методы создания эффективных передающих антенн.

Письменный отчет , примерные вопросы:

Расчет диаграммы направленности в горизонтальной плоскости для системы, состоящей из одного ряда линейных симметричных вибраторов.

Письменный отчет , примерные вопросы:

Расчет диаграммы направленности в горизонтальной плоскости для системы, состоящей из одного ряда линейных симметричных вибраторов.

Письменный отчет , примерные вопросы:

Расчет диаграммы направленности в горизонтальной плоскости для системы, состоящей из нескольких рядов линейных симметричных вибраторов.

Тема 7. Влияние земли на направленные свойства антенн.

Письменный отчет , примерные вопросы:

Расчет диаграммы направленности в вертикальной плоскости для вертикального вибратора.

Расчет диаграммы направленности в вертикальной плоскости для горизонтального вибратора.

Тема 8. Конструкции антенн.

Письменный отчет , примерные вопросы:

Исследование электрических характеристик антенны типа "Дельта".

Письменный отчет , примерные вопросы:

Исследование электрических характеристик антенны типа "Дельта".

Письменный отчет , примерные вопросы:

Исследование электрических характеристик антенны типа "Дельта".

Тема 9. Симметричный вибратор с рефлектором.

Письменный отчет , примерные вопросы:

Расчет диаграммы направленности в горизонтальной плоскости для симметричного вибратора с пассивным рефлектором.

Тема 10. Основные радиотехнические характеристики антенн.

Письменный отчет. , примерные вопросы:

Расчет диаграммы направленности в горизонтальной плоскости для симметричного вибратора с активным рефлектором.

Тема 11. Рупорные антенны.

Письменный отчет. , примерные вопросы:

Проработка лекционного материала. Работа с литературой Методы запитки рупорных антенн.

Тема 12. Зеркальные антенны.

Тема 13. Методики измерений основных радиотехнических характеристик антенн.

Тема 14. Фазированные антенные решетки

Тема 15. Земные и тропосферные волны.

Тема 16. Распространение УКВ в урбанизированных средах.

Тема 17. Трансионосферное распространение радиоволн.

Тема 18. Особенности распространения радиоволн различных диапазонов.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену по курсу

Антенны и распространения радиоволн

1. Уравнения Максвелла.
2. Электромагнитные волны в среде без потерь.
3. Электромагнитные волны в среде с потерями (среда диэлектрик).
4. Электромагнитные волны в среде с потерями (среда проводник).
5. Критерий разделения сред на диэлектрики и проводники.
6. Векторный и скалярный потенциалы.
7. Уравнения Даламбера. Калибровка Лоренца.
8. Решение уравнений Даламбера. Поле вокруг линейного провода.
9. Напряженность электрического поля и векторного потенциала элементарного вибратора.
10. Три зоны поля вибратора. Ближняя зона. Дальняя зона. Промежуточная зона.
11. Напряженность электрического поля в дальней зоне в свободном пространстве. Диаграмма направленности элементарного вибратора. Мощность, излучаемая вибратором. Сопrotивление излучения вибратора.
12. Излучение линейного симметричного вибратора.
13. Диаграмма направленности линейного симметричного вибратора в свободном пространстве.
14. Мощность, излучаемая линейным симметричным вибратором.
15. Сопrotивление излучения симметричного вибратора.
16. Эффективность передающей антенны.
17. Диаграмма направленности системы линейных симметричных вибраторов в свободном пространстве.
18. Антенна, состоящая из нескольких рядов линейных симметричных вибраторов.
19. Влияние "земли" на направленные свойства антенны в вертикальной плоскости.
20. Поле горизонтального диполя в вертикальной плоскости.
21. Поле вертикального диполя в вертикальной плоскости.
22. Квадратичная формула Веденского.
23. Симметричный вибратор с рефлектором. Активный рефлектор.

24. Симметричный вибратор с рефлектором. Пассивный рефлектор.

7.1. Основная литература:

1. Физика. Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны: Учебное пособие / С.И. Кузнецов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 231 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-9558-0332-6, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=424601>
2. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебное пособие / А.А. Кураев, Т.Л. Попкова, А.К. Синицын. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (п) ISBN 978-5-16-006211-2, 500 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=367972>
3. Физика волновых процессов. Учебно-методическое пособие / Г.Е. Корчагин, А.А. Журавлев, Ю.М. Стенин. Казань: Изд-во КФУ, 2013. 77 с. - Режим доступа: http://kpfu.ru/portal/docs/F508769565/phys_voln_proc_2014_06_18_02.pdf

7.2. Дополнительная литература:

1. Распространение радиоволн / Ю. М. Стенин ; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. ? Казань : [Казанский государственный университет], 2007 .? 63, [1] с. : ил. ; 20 .? Библиогр. в конце кн. (6 назв.), 50. <http://kpfu.ru/docs/F1524005433/Rasprostranenie.radiovoln.doc>
2. Евдокимов, Ю. К. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора [Электронный ресурс] / Ю. К. Евдокимов, В. Р. Линдваль, Г. И. Щербаков. - М. : ДМК пресс, 2010. - 400 с. - ISBN 5-94074-346-3. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=406877>

7.3. Интернет-ресурсы:

- Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн - http://www.techbook.ru/book.php?id_book=185
- Антенны и распространение радиоволн - <http://window.edu.ru/resource/597/68597>
- Антенны СВЧ устройств - http://www.edu.ru/modules.php?op=modload&name=Web_Links&file=index&l_op=viewlink&cid=1506
- Издательство радиотехника - <http://www.radiotec.ru/catalog.php?cat=bo6>
- Распространение радиоволн - <http://www.radioscanner.ru/files/other/file6843/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Антенны 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Программа MMANA-GAL.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения) .

Автор(ы):

Насыров И.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Гумеров Р.И. _____

"__" _____ 201__ г.