


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА
Кафедра «Радиоуправления и связи»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

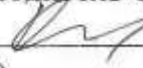
Декан ФРТ


Холопов И.С.
« _ » _____ 2020 г.

Проректор по РОП и МД


Корячко А.В.
_____ 2020 г.

Руководитель ОПОП


Кириллов С.Н.
« _ » _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.11 «Электромагнитные поля и волны»

Направление

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ОПОП академического бакалавриата

«Сети, системы и устройства телекоммуникаций»

Уровень подготовки

академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи,
утвержденного 19.09.2017 № 930

Разработчик доцент кафедры РУС

_____ Кагаленко Б.В.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «26» ___ 06 ___ 2020 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой РУС

_____ Кириллов С.Н., д.т.н., проф.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов комплексного представления о проблемах теории электромагнитного поля применительно к задачам теории и техники многоканальных систем связи .

1.2 Задачи изучения дисциплины

В процессе изучения дисциплины студенты осваивают современные методы математического аппарата и электродинамического описания явлений и процессов в радиоэлектронных устройствах различного назначения, изучают особенности распространения электромагнитных волн в свободном пространстве и направляющих системах и основные результаты теории излучения.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов комплексного представления о проблемах теории электромагнитного поля применительно к задачам теории и техники многоканальных систем связи .

1.2 Задачи изучения дисциплины

В процессе изучения дисциплины студенты осваивают современные методы математического аппарата при электродинамическом описании явлений и процессов в радиоэлектронных устройствах различного назначения, изучают особенности распространения электромагнитных волн в свободном пространстве и направляющих системах.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3	Способен применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований	<u>Знать</u> законы электромагнитного поля. <u>Уметь</u> : применять законы электродинамики к решению задач в технике радиосвязи. <u>Владеть</u> : навыками моделирования элементов, узлов и систем СВЧ в современных пакетах прикладных программ

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Данная дисциплина (модуль) относится к вариативной части блока № 1. Дисциплина (модуль) изучается в 3 и 4 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц (ЗЕ).

Семестр	4		5		Итого	
	16		16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	24	24	8	8	32	32
Практические	8	8	8	8	16	16
Консультирование перед экзаменом			2	2	2	2
Лабораторные работы	16	16	0	0	16	16
Иная контактная работа	0,25	0,25	0,35	0,35	0,6	0,6
Итого ауд.						
Контактная работа						
Сам. Работа	15	15	54	54	69	69
Часы на контроль	8,75	8,75	35,65	35,65	44,44	44,44
Итого						

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
Общая трудоёмкость дисциплины	180	3,4
Аудиторные занятия	64	3,4
Лекции	25.6	3,4

Практические занятия (ПЗ)	16	3
Лабораторные работы (ЛР)	16	4
Самостоятельная работа	116	3,4
Самостоятельные занятия	68	3,4
Консультации в сем.	8	3,4
Экзамены и консультации	40	4
Вид промежуточной аттестации	Зачёт по ЛР	4
Вид итогового контроля	Зачет экзамен	3 4

4. Тематический план дисциплины

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	Семинары, практические занятия	Лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Основные законы и теоремы электродинамики.	5	1	1			4
2.	Плоские электромагнитные волны.	3,6	2	1	1		6
3.	Волны на границе раздела	4	2	2			4

	сред.						
4.	Поля в направляющих системах.	7	2	1	1		4
5.	Поле элементарных источников.	6	14	2	4	8	6

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Модуль 1. Основные законы и теоремы электродинамики.

Предмет и задачи курса. Связь с основными дисциплинами радиотехнических специальностей.

Основные понятия и определения. Система уравнений Максвелла. Граничные условия. Основные теоремы электродинамики.

Модуль 2. Поле плоской однородной волны. Основные определения. Поле в идеальной среде и в среде с потерями. Поляризация электромагнитных волн.

Модуль 3. Волны на границе раздела сред. Законы Снеллиуса и формулы Френеля. Основные эффекты. Приближенные граничные условия.

Модуль 4. Волны в направляющих системах. Особенности полей в волноводах - решение задачи о собственных полях, режимы работы, структуры полей, электрическая прочность, потери, концепция парциальных волн.

Модуль 5. Поле элементарных источников. Параметры антенн. Принцип двойственности. Теорема взаимности. Эквивалентные поверхностные токи.

6. Индивидуальные занятия по дисциплине

Цель индивидуальных занятий – углубление и закрепление знаний, изучение некоторых тем учебной программы, которые частично либо полностью не изучаются на аудиторных занятиях.

Тематика индивидуальных занятий:

1. Статические и стационарные поля. Расчёт ёмкости и электрической прочности линий .
2. Поля в резонансных системах.

3. Поля в анизотропных среда. Волноводные устройства на базе намагниченных ферритов.

7. Самостоятельная работа по дисциплине

Объём самостоятельной работы студента определяется учебным планом и составляет 99 часов.

Типовые задания для самостоятельной работы:

- чтение конспекта лекций;
- чтение и анализ научной литературы по темам курса;
- конспектирование, аннотирование научных публикаций;
- анализ учебных и методических пособий.

Критерии оценивания компетенций:

- уровень усвоения материала программы;
- умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи;
- ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убеждённость;
- качество ответа: логичность, уверенность, общая эрудиция;
- использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

Тематика самостоятельной работы студентов:

1. Особенности радиоизмерений на СВЧ.
2. Структура и методика использования измерительных приборов СВЧ .
3. Волноводы круглой формы сечения. Решение волнового уравнения для линии передачи круглой формы сечения.
4. Векторный и скалярный электродинамические потенциалы.
5. Поверхностные электромагнитные волны и замедляющие системы

8. Лабораторный практикум (18 часов)

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Вводное занятие
2	3	Структура электромагнитного поля в волноводе
3	3	Исследование структуры электромагнитного поля в резонаторе волноводного типа
4	3	Исследование волновых процессов в намагниченном феррите

Контрольные вопросы

1, СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ВОЛНОВОДЕ

1. Основные типы направляющих систем и основные типы волн в них.
2. Отличие полей в волноводах от полей в коаксиальных (и других подобных) линиях.
3. Режимы работы волноводов.
4. Основной тип поля в волноводе. Преимущества работы на волне основного типа.
5. Смысл индексов m и n в обозначении типов поля.
6. Концепция парциальных волн.
7. Структура поля и основные параметры волн типа H_{10}, H_{11}, E_{11} в прямоугольных волноводах.
8. Зависимость параметров волн от частоты и размеров волновода.
9. Структура поля и основные параметры волн типа H_{11}, H_{01}, E_{01} в круглых волноводах.
10. Структура токов в стенках прямоугольных и круглых волноводов для волн, перечисленных в пп. 7 и 8. Излучающие и неизлучающие щели.
11. Способы возбуждения волноводов.
12. Зависимость мощности, передаваемой по волноводу, от составляющих электромагнитного поля, частоты (длины волны) генератора и размеров волновода.
13. Предельная мощность, передаваемая по волноводу. Что происходит при превышении предельной мощности?
14. Зависимость потерь в стенках прямоугольного волновода от частоты (длины волны).
15. Распределение составляющих поля в волноводе при коротком замыкании, открытом конце волновода, индуктивной и емкостной нагрузках.
16. Характеристическое и эквивалентное сопротивление волновода.
17. Виды неоднородностей в волноводе и их эквивалентные схемы.
18. Функциональная схема установки и методика проведения эксперимента.
19. Функциональная схема лабораторного генератора СВЧ.
20. Функциональная схема измерительного устройства.
21. Устройство измерительной линии.
22. Определение сопротивления нагрузки с помощью круговой диаграммы для длинных линий.
23. Градуировка индикаторного устройства.
24. Определение размеров волновода для работы на волне заданного типа по известной частоте генератора.

25. Устройство и принцип действия волноводных согласующих шлейфов.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В РЕЗОНАТОРАХ ВОЛНОВОДНОГО ТИПА

1. Сформулировать условие резонанса в объемном резонаторе.
2. Назвать основные типы резонаторов.
3. Рассказать о добротности объемного резонатора.
4. Показать, как повлияет на добротность резонатора заполнение его диэлектриком без потерь при сохранении типа колебаний.
5. Назвать невозможные типы колебаний в объемном резонаторе прямоугольной и цилиндрической формы.
6. Объяснить смысл индексов m , n и p в обозначении типа поля в резонаторе.
7. Показать, как изменится собственная резонансная частота прямоугольного резонатора с волной типа H_{mn2} при изменении его длины вдвое.
8. Рассказать о методе пробного тела для определения структуры поля в резонаторе.
9. Объяснить, почему на СВЧ невозможно применение контуров с сосредоточенными параметрами.
10. Назвать возможные области применения объемных резонаторов.
11. Показать, что в резонаторе без потерь нет переноса энергии в продольном направлении.
12. Объяснить, почему резонаторы имеют множество резонансных частот.
13. Назвать способы возбуждения резонаторов.
14. Показать преимущества колебаний типа H_{011} в круглом резонаторе перед другими типами колебаний.
15. Рассказать о методике снятия частотной характеристики резонатора.
16. Привести функциональную схему установки для измерения структуры поля методом пробного тела.
17. Показать влияние формы объемного резонатора при одинаковой площади его поверхности на добротность.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ФАРАДЕЯ В НАМАГНИЧЕННОМ ФЕРРИТЕ

1. Чем обусловлены магнитные свойства феррита?
2. При каких условиях возникает вынужденная прецессия?
3. Чем характеризуется эффект ферромагнитного резонанса?
4. Чем определяется частота ферромагнитного резонанса?

5. Сформулируйте принцип взаимности.
6. Как изменяются составляющие тензора магнитной проницаемости в зависимости от величины подмагничивающего поля H_0 ?
7. В чем заключается эффект Фарадея, в чем его невзаимные свойства?
8. От чего зависит угол поворота плоскости поляризации?
9. В каком случае феррит считается продольно-намагниченным?
10. В каком случае феррит считается поперечно-намагниченным?
11. При каких условиях возникает в намагниченном феррите необыкновенная волна (вектор H волны ориентирован эллиптически)?
12. При какой ориентации векторов E и H электромагнитной волны относительно постоянного внешнего поля H_0 возникает в феррите обыкновенная волна (H волна)?
13. Чем характеризуется поперечный резонанс?
14. Чем характеризуется эффект смещения поля?
15. Какое свойство феррита используется в вентиле, выполненном на основе круглого волновода с волной H_{11} ?
16. В каких средах не выполняется принцип взаимности?

9. Практические занятия (18 часов)

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование практических занятий
1	1	Элементы векторного анализа – 2 часа
2	1	Основные характеристики электромагнитного поля – 2 часа
3	1	Уравнения Максвелла – 2 часа
4	1	Граничные условия электродинамики – 2 часа
5	1	Теорема Пойнтинга – 2 часа
6	2	Плоские электромагнитные волны – 2 часа
7	3	Волноводы – 2 часа
8	3	Объемные резонаторы – 2 часа
9	4	Элементарные излучатели – 2 часа

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. ,1989 г.
2. Пименов Ю.В. Техническая электродинамика. , 2000 г.
3. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн. ,1971 ... 1989 г.
4. Семенов В.А. Техническая электродинамика., 1972 г.
5. Вольман В.И., Пименов Ю.В. Техническая электродинамика.,1971 г.
6. Ардабьевский А.И. Теория электромагнитного поля и и распространение радиоволн. ,: МАИ, 1968 г.
7. Электродинамика и распространение радиоволн. ,: сборник задач, РГРТУ,2011 г. инв. 4543.
8. Методические указания к лабораторным работам по электродинамике ,: РГРТУ,2015г..

Дополнительная литература

- Анго А. Математика для электро и радиоинженеров
- Фейнман Р., Лейтон Д ., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. т.т. 5,6. *

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Лаборатория, оборудованная радиоизмерительными приборами и элементами СВЧ.
2. Демонстрационные программы в среде Матлаб:
 - поле плоской однородной электромагнитной волны в идеальной среде и в среде с потерями;
 - поляризация электромагнитных волн;
 - волны на границе раздела сред;
 - фазовая и групповая скорости волн;
 - множитель Земли;
 - теорема взаимности;
 - концепция парциальных волн.

12. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

12.1 Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины. Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут. Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут. Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

12.2 Описание последовательности действий студента

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который ещё не прочитан на лекции и не применялся на лабораторных занятиях. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15).

2). При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15). В течение недели выбрать время (1 час) для работы с литературой в библиотеке.

12.3 Рекомендации по работе с литературой

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги из рекомендуемого библиографического списка. Полезно использовать несколько учебных пособий по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько вопросов по данной теме: «о чём этот параграф?», «какие новые понятия введены, каков их смысл?»

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки бакалавров 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» (квалификация выпускника – бакалавр, форма обучения – очная).

Программу составил

к.т.н., доцент кафедры РУС

Б.В. Кагаленко