

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 (ВлГУ)



Проректор
по образовательной деятельности
 _____ А.А.Панфилов
 « 09 » _____ 2016 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

Направление подготовки 11.03.01 Радиотехника
 Профиль/программа подготовки
 Уровень высшего образования бакалавриат
 Форма обучения заочная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет), час.
6	6/216	4	4	4	177	экзамен, 27
Итого	6/216	4	4	4	177	экзамен, 27

Мож.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Электродинамика и распространение радиоволн» (ЭД и РРВ) являются:

1. Формирование навыков применения основных положений теории электромагнитного поля для решения базовых задач электродинамики.
2. Обеспечение фундаментальной подготовки специалиста, необходимой для создания и эксплуатации устройств и систем, основанных на использовании электромагнитных волновых процессов.
3. Подготовка в области радиотехнической электродинамики для профессиональной деятельности специалиста:
 - проектно-конструкторской;
 - производственно-технологической;
 - научно-исследовательской;
 - сервисно-эксплуатационной.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина: Электродинамика и распространение радиоволн (ЭД и РРВ);

- индекс: Б1.Б.9;
- базовая часть.

Освоение курса ЭД и РРВ предполагает знание общих разделов высшей математики, физики, основ теории цепей. Из специальных разделов математики студентам должны быть известны основные операции и теоремы векторного анализа, элементы матричной алгебры, основы теории функций комплексного переменного. Из специальных разделов физики – основы теории электромагнитного поля.

Дисциплина ЭД и РРВ является базовой для последующих дисциплин «Устройства СВЧ и антенны», «Радиопередающего устройства», «Радиоприемные устройства», «Радиотехнические системы», «Проектирование микроэлектронных устройств и антенн», «Оптические устройства в радиотехнике», «Радиосистемы мобильной транкинговой и сотовой связи».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ЭД и РРВ

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1. Знать:

- Методы анализа волновых процессов в регулярных направляющих структурах и объемных резонаторах;
- особенности распространения электромагнитных волн в анизотропных средах и естественных условиях;
- основы математического моделирования в электродинамике с помощью современных вычислительных средств (ОК-7).

2. Уметь:

- Выполнять расчет параметров электромагнитных волн в линиях передачи и колебаний в объемных резонаторах, в том числе, используя современные программные средства;
- анализировать волновые процессы в гиромагнитных средах;
- вычислять распределение электромагнитного поля в естественных условиях (ОПК-2).

3. Владеть:

- Методами расчета и математического анализа параметров, электромагнитных полей в основных линиях передачи и объемных резонаторах различных типов;
- методами математического описания электромагнитных волн в различных средах;
- методами экспериментального исследования волновых процессов с помощью современной измерительной аппаратуры (ОК-7, ОПК-2).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЭД и РРВ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
				1	Введение	6	1	0,1			
2	Общие свойства направляемых волн	6	1	0,1	0,2			10		0,4/100	
		6	2	0,2	0,2			10		0,4/100	
3	Направляющие структуры	6	3	0,3	0,3			10		0,6/100	
		6	4	0,3	0,3	4		10		4,6/100	
		6	5	0,3	0,3			10		0,6/100	
4	Передача электромагнитной энергии по направляющим структурам	6	6	0,3	0,3			10		0,6/100	
		6	7	0,2	0,2			10		0,4/100	
5	Колебательные системы	6	8	0,2	0,2			10		0,4/100	
		6	9	0,2	0,2			10		0,4/100	
6	Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах	6	10	0,2	0,2			10		0,4/100	
		6	11	0,2	0,2			10		0,4/100	
7	Компьютерные методы решения задач электродинамики	6	12	0,2	0,2			10		0,4/100	
		6	13	0,2	0,2			10		0,4/100	
8	Механизм распространения радиоволн в свободном пространстве	6	14	0,2	0,2			10		0,4/100	
9	Распространение земных радиоволн	6	15	0,2	0,2			10		0,4/100	
		6	16	0,2	0,2			9		0,4/100	
10	Атмосфера и её влияние на распространение радиоволн	6	17	0,2	0,2			9		0,4/100	
11	Особенности распространения радиоволн различных диапазонов	6	18	0,2	0,2			9		0,4/100	

Всего			4	4	4		177		12/100	экзамен
-------	--	--	---	---	---	--	-----	--	--------	---------

В графе «Лабораторные работы» трудоемкость указана без привязки к неделям учебного процесса, которая определяется расписанием аудиторных занятий.

Матрица соотношения разделов дисциплины и формируемых компетенций				
Раздел дисциплины	Трудоемкость (в часах)	Компетенции		Количество компетенций
		ОК-7	ОПК-2	
1	0,1	+		1
2	0,7	+		1
3	5.8	+	+	2
4	1.0	+	+	2
5	0.8	+	+	2
6	0.8	+	+	2
7	0.8	+		1
8	0.4	+	+	2
9	0.8	+	+	2
10	0,4	+	+	2
11	0,4	+	+	2
Вес компетенций		0,58	0,42	

№ п/п	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (в часах)
1	Основной тип волн в прямоугольном волноводе	4

№ п/п	Темы практических занятий	Трудоемкость (в часах)
1	Волноводы	0,4
2	Поверхностные электромагнитные волны и замедляющие структуры	0,4
3	Линии передачи с волнами типа Т	0,4
4	Объемные резонаторы	0,4
5	Распространение радиоволн в различных средах	0,4
6	Компьютерные методы решения задач электродинамики	0,4

7	Распространение радиоволн в свободном пространстве	0,4
8	Распространение земных радиоволн	0,4
9	Атмосфера и ее влияние на распространение радиоволн	0,4
10	Особенности распространения радиоволн различных диапазонов	0,4

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения аудиторных занятий и внеаудиторной работы (компьютерные имитации и расчеты, сопоставление и анализ результатов математического и физического моделирования, рассмотрение и обсуждение решений задач, имеющих важное прикладное значение). Объем занятий, проводимых с использованием интерактивных форм составляет 4 часа лекционных занятий, 4 часа лабораторных занятий, 4 часа практических занятий.

5.2. Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа включает домашнюю работу с лекционными материалами с целью расширения и углубления теоретических знаний, подготовку к выполнению и защите лабораторных работ, подготовку к практическим занятиям. Необходимые для самостоятельной работы источники и пакеты прикладных программ включены в электронном виде в учебно-методический комплекс, сопровождающий дисциплину. Эффективному характеру самостоятельной работы способствуют еженедельные консультации.

5.3. Компьютерные технологии обучения

Для глубоко и качественного освоения дисциплины студентами предоставляется электронная версия учебно-методического комплекса, включающего: конспект лекций; сборник задач; методические указания к лекциям, практическим занятиям, к лабораторному практикуму и сопровождающему его сборнику компьютерных программ; рабочую программу; список вопросов к экзамену; тесты для проверки остаточных знаний.

5.4. Лекции приглашённых специалистов

- В рамках курса ЭД и РРВ предусмотрены встречи со специалистами, в частности:
- доктором технических наук, профессором кафедры АУ и РРВ МЭИ, г. Москва Сазоновым Д.М.;
 - доктором физ.-мат. наук, профессором Владимирского филиала РАНХ и ГС при президенте РФ Рау В.Г.

5.5. Рейтинговая система обучения

Для заочной формы обучения рейтинг-контроль не проводится .

6.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1.Вопросы к экзамену.

1. Связь между продольными и поперечными составляющими полей в регулярной направляющей структуре (Конспект лекций (КЛ) с.3-5).
2. Критическая частота, критическая длина волны (КЛ с.5-6).
3. Поперечные электромагнитные волны (Т) (КЛ с.5-8).
4. Электрические волны (Е) (КЛ с.9-10).
5. Магнитные волны (Н) (КЛ с.10-11).
6. Концепция парциальных волн (КЛ с.29-30).
7. Групповая скорость. Скорость распространения энергии (КЛ с.11-13).
8. Мощность, переносимая электромагнитной волной по линии передачи (КЛ с.13).
9. Прямоугольный волновод (волна Е) (КЛ с.13-16).
10. Прямоугольный волновод (волна Н) (КЛ с.17-19).
11. Прямоугольный волновод (волна H_{10}) (КЛ с.19).
12. Круглый волновод (волна Е) (КЛ с.20-22).
13. Круглый волновод (волна Н) (КЛ с.22-24).
14. Токи на стенках прямоугольного и круглого волноводов (КЛ с.24-26).
15. Коаксиальные линии (волна Т) (КЛ с.27-28).
16. Коаксиальные линии (волны Е и Н) (КЛ с.28-29).
17. Линия поверхностной волны (металлическая плоскость, покрытая слоем диэлектрика) (КЛ с.30-35).

18. Линия поверхностной волны (диэлектрический волновод) ([2] п.76 с.266-278).
19. Планарные линии передачи ([2] п.76 с.289-293).
20. Волоконно-оптические линии передачи ([2] п.76 с.287-289).
21. Затухание в линии передачи. Коэффициент затухания (КЛ с.36).
22. Затухание, вызываемое потерями в среде, заполняющие линии передачи (КЛ с.37-38).
23. Затухание, вызываемое потерями в металлических проводниках линии передачи (КЛ с.36-37).
24. Передача энергии по прямоугольному волноводу (КЛ с.40-41).
25. Передача энергии по круглому волноводу (КЛ с.41-42).
26. Передача энергии по коаксиальной линии (КЛ с.38-39).
27. Эволюция электромагнитных колебательных систем (КЛ с.42-44).
28. Объемный резонатор из отрезка прямоугольного волновода (КЛ с.44-46).
29. Общая задача о колебаниях в прямоугольном резонаторе (КЛ с.46-48).
30. Цилиндрический объемный резонатор (КЛ с.48).
31. Способы возбуждения объемных резонаторов (КЛ с.49-50).
32. Добротность объемных резонаторов (КЛ с.50-51).
33. Распространение электромагнитных линейно поляризованных волн в намагниченной ферритовой среде (КЛ с.52-55).
34. Распространение электромагнитных волн с круговой поляризацией в намагниченной ферритовой среде (КЛ с.55-56).
35. Эффект Фарадея (КЛ с.56-57).
36. Эффект смещения поля в прямоугольном волноводу с поперечно подмагниченным ферритом (КЛ с.57-58).
37. Распространение радиоволн в свободном пространстве (КЛ с.61-63).
38. Влияние среды на характеристики передаваемых сигналов (КЛ с.63-68).
39. Влияние помех на работу радиолинии (КЛ с.68-69).
40. Простейшие модели радиотрасс, проходящих вблизи поверхности Земли (КЛ с.70-71).
41. Поле излучателя, поднятого над земной поверхностью. Интерференционная формула (КЛ с.71-75).
42. Поле элементарного электрического излучателя, расположенного параллельно поверхности Земли. Формула Введенского.(КЛ с.75-78).
43. Учет сферичности земной поверхности на радиотрассах (КЛ с.79).
44. Распространение радиоволн над неровной поверхностью Земли (КЛ с.79-80).

45. Поле вертикального электрического вибратора, расположенного вблизи земной поверхности (КЛ с.80-84).
46. Состав и строение атмосферы ([1] п.7а с.387-388).
47. Диэлектрическая проницаемость и показатель преломления тропосферы ([2] п.7б с.488-490).
48. Рефракция радиоволн в тропосфере ([1] п.7а с.390-392).
49. Отражение и рассеяние радиоволн на неоднородностях тропосферы ([2] п.7б с.495-500).
50. Поглощение радиоволн в тропосфере ([1] п.7а с.400-401).
51. Электрические параметры ионизированного газа и коэффициент распространения радиоволн ([1] п.7а с.403-405).
52. Влияние постоянного магнитного поля на электрические параметры ионизированного газа ([1] п.7а с.405-408).
53. Траектория радиоволн в ионосфере ([1] п.7а с.408-411).
54. Особенность распространения декаметровых волн ([1] п.7а с.416-418).
55. Распространение дециметровых и сантиметровых радиоволн на космических радиоприемах ([1] п.7а с.419-422).

6.2. Текущий контроль. Тесты для контроля знаний по дисциплине «Электродинамика и распространение радиоволн».

Для тестирования подготовлено 10 вариантов заданий, каждое из которых содержит 3 теоретических вопроса из разных разделов.

Тест №1

Вариант 1

1. Как выглядят уравнения, связывающие между собой продольные и поперечные составляющие поля любых волн в произвольной регулярной направляющей структуре? Зачем нужны эти уравнения?

$$1) -g^2 \dot{\vec{E}} = jh \text{grad} \dot{E}_z - jw\mu_a [\bar{1}_z \text{grad} \dot{H}_z]; \quad -g^2 \dot{\vec{H}} = jh \text{grad} \dot{H}_z - jw\epsilon_a [\bar{1}_z \text{grad} \dot{E}_z];$$

$$2) \nabla^2 \bar{H} + w^2 \mu_a \epsilon_a \bar{H} = -\text{rot} j^{\perp \text{CT}}; \quad \nabla^2 \bar{E} + w^2 \mu_a \epsilon_a \bar{E} = jw\mu_a j^{\perp \text{CT}} + \frac{1}{\epsilon_a} \text{grad} \rho^{\perp \text{CT}};$$

$$3) \bar{H} = \frac{1}{\mu_a} \text{rot} \bar{A}^{\perp}; \quad \bar{E} = -\frac{j}{w\mu_a \epsilon_a} \text{grad} \text{div} \bar{A}^{\perp} - jw\bar{f}^{\perp}$$

2. Как выглядит выражение составляющей постоянной затухания, вызываемой потерями в среде, заполняющей линию передачи?

$$1) h_g''\sqrt{2} = \sqrt{-h_0^2 + \sqrt{h_0^4 + w^4\mu_a^2\varepsilon_a''^2}}, h_0 = \sqrt{w^2\mu_a\varepsilon_a' - (2\pi/1_{кр})^2};$$

$$2) h_H'' = \frac{R_S}{L P_{cp}} \oint_L |\bar{H}_{0m}|^2 dl;$$

$$3) h_H'' = \frac{R_S}{2Z_c R_2} \cdot \frac{1+R_2/R_1}{\ln(R_2/R_1)}.$$

3. Каким выражением определяются частоты возможных колебаний в прямоугольном резонаторе (а·в·с)? Возможно ли существование колебаний с третьим нулевым индексом?

$$1) \lambda_p = \frac{2}{\sqrt{(\frac{m}{a})^2 + (\frac{n}{b})^2 + (\frac{p}{c})^2}}; E_{mn0} - \text{да}, H_{mn0} - \text{нет};$$

$$2) \lambda_{кр} = \frac{2}{\sqrt{(\frac{m}{a})^2 + (\frac{n}{b})^2}}; E_{mn0} - \text{нет}, H_{mn0} - \text{да};$$

$$3) \lambda_B = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - (\frac{\lambda}{\lambda_{кр}})^2}}; E_{mn0}, H_{mn0} - \text{да};$$

Вариант 2

1. Из каких соображений устанавливают понятие критической частоты, критической длины волны?

$$1) e^{-jhz}, h = \sqrt{w^2\mu_a\varepsilon_a - g^2}, f_{кр} = g/(2\pi\sqrt{\mu_a\varepsilon_n}), \lambda_{кр} = v_0/f_{кр} = 2\pi/g;$$

$$2) e^{-jhz}, h = 2\pi/\lambda_{кр}, f_{кр} = v_0/\lambda_{кр};$$

$$3) e^{-jhz}, f_{кр} = h/(2\pi\sqrt{\mu_a\varepsilon_n}), \lambda_{кр} = v_0/f_{кр}.$$

2. Приведите выражение для постоянной затухания, вызываемой потерями в металлических проводниках линии передачи.

$$1) h_H'' = \frac{R_S}{L P_{cp}} \oint_L |\bar{H}_{0m}|^2 dl;$$

$$2) h_g''\sqrt{2} = \sqrt{-h_0^2 + \sqrt{h_0^4 + w^4\mu_a^2\varepsilon_a''^2}}, h_0 = \sqrt{w^2\mu_a\varepsilon_a' - (2\pi/1_{кр})^2};$$

$$3) (h_g'')' = h_g''(\frac{v_g}{v_n}).$$

3. Каким выражением определяются частоты возможных колебаний в цилиндрическом объемном резонаторе? Возможно ли существование колебаний с третьим нулевым индексом?

$$1) \lambda_p = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{b}{c}\right)^2 + \left(\frac{v_{mn}}{\pi a}\right)^2}}, \begin{cases} v_{mn}^E, & E_{mnp} \\ v_{mn}^H, & H_{mnp} \end{cases}; E_{mn0} - \text{да}, H_{mn0} - \text{нет};$$

$$2) \lambda_p = \frac{2}{\sqrt{\left(\frac{m}{a}\right)^2 + \left(\frac{n}{b}\right)^2 + \left(\frac{p}{c}\right)^2}}; E_{mn0} - \text{нет}, H_{mn0} - \text{да};$$

$$3) \lambda_p = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}}; E_{mn0} - \text{нет}, H_{mn0} - \text{да}.$$

Вариант 3

1. Как выглядят условия распространения волн в линиях передачи? Как эти условия связаны с критической длиной волны, критической частотой?

$$1) \lambda \leq \lambda_{кр}, f \geq f_{кр};$$

$$2) \lambda \leq \lambda_{кр}, f \leq f_{кр};$$

$$3) \lambda \geq \lambda_{кр}, f \leq f_{кр}.$$

2. Каким выражением определяется постоянная затухания h''_m для волны H_{10} в прямоугольном волноводе?

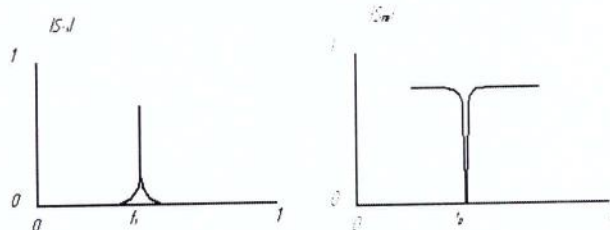
$$1) (h''_H)^{H_{10}} = \frac{R_S}{bz_c} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2b}{a}\right) \cdot \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}, \text{ Нп/м};$$

$$2) (h''_H)^{H_{11}} = \frac{R_S}{az_c} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{3,41a}\right)^2}} \cdot [0,42 + \left(\frac{\lambda}{3,41a}\right)^2], \text{ Нп/м};$$

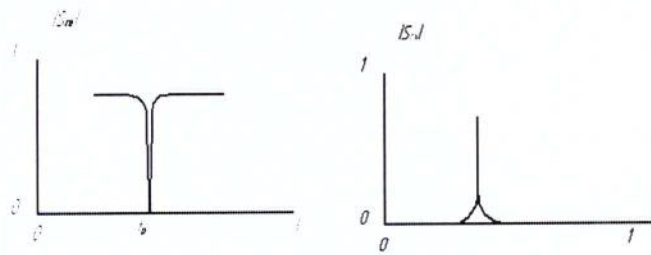
$$3) (h''_H)^{H_{10}} = \frac{R_S}{bz_c} \cdot \frac{\left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}}, \text{ Нп/м}.$$

3. Приведите основные способы включения объемных резонаторов и их частотные характеристики.

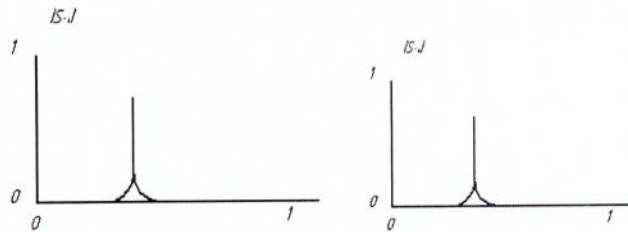
1)



2)



3)



Тест №2

Вариант 1

1. Что подразумевают под дисперсией в линиях передачи

 - 1) $v_\phi, v_\varepsilon, Z_c^{E(H)} \sim f(\omega)$;
 - 2) $v_\phi, v_\varepsilon, Z_c^{E(H)} \sim f(\sigma)$;
 - 3) $v_\phi, v_\varepsilon, Z_c^{E(H)} \neq f(\omega)$.
2. Сформулируйте условие одноволновости для основного типа волны в прямоугольном волноводе.

 - 1) $\lambda_{кр}^{H_{20}} \leq \lambda \leq \lambda_{кр}^{H_{10}}, a \leq \lambda \leq 2a$;
 - 2) $\lambda > \lambda_{кр}^{H_{10}}, \lambda > 2a$;
 - 3) $\lambda = \lambda_{кр}^{H_{10}}, \lambda = 2a$.
3. Как определяется добротность резонатора. Как связана добротность резонатора с его размерами и проводимостью материала стенок и величиной резонансной частоты.

 - 1) $Q = \omega \frac{W_{ср}}{P_{n\ ср}}, V \uparrow \rightarrow Q \uparrow; \sigma \uparrow \rightarrow Q \uparrow; \omega_p \uparrow \rightarrow Q \uparrow$;
 - 2) $Q = 2\pi \frac{\Delta W_{ср}}{W_{ср}}, V \uparrow \rightarrow Q \downarrow; \sigma \uparrow \rightarrow Q \downarrow; \omega_p \uparrow \rightarrow Q \downarrow$;
 - 3) $Q = \omega \frac{P_{n\ ср}}{W_{ср}}, V \uparrow \rightarrow Q \downarrow; \sigma \uparrow \rightarrow Q \uparrow; \omega_p \uparrow \rightarrow Q \uparrow$.

Вариант 2

1. Сформулируйте общие свойства волн типа Т в линиях передачи.

 - 1) $\dot{E}_z = \dot{H}_z = 0; \lambda_{кр}^T = \infty; h^T = \beta; v_\phi^T = v_3^T = v_0; z_c^T = z_c$;

$$2) \dot{E}_z \neq 0; \lambda_{\text{кр}}^T = \infty; h^T = \beta; v_{\Phi}^T = v_3^T = v_0; z_c^T = z_c;$$

$$3) \dot{H}_z \neq 0; \lambda_{\text{кр}}^T = \infty; h^T = \beta; v_{\Phi}^T = v_3^T = v_0; z_c^T = z_c.$$

2. Как определить диапазон длин волн, в пределах которого в круглом волноводе диаметром $2a$ может распространяться только основной тип волны?

$$1) \lambda_{\text{кр}}^{E_{01}} \leq \lambda \leq \lambda_{\text{кр}}^{H_{11}}, 2,61a \leq \lambda \leq 3,41a;$$

$$2) \lambda > \lambda_{\text{кр}}^{H_{11}}, \lambda > 3,41a;$$

$$3) \lambda = \lambda_{\text{кр}}^{H_{11}}, \lambda = 3,41a.$$

3. Какие особенности в параметрах гиромагнитной среды проявляются при распространении в них электромагнитных волн с круговой поляризацией?

$$1) \text{ЛКП: } \mu_a^+; \text{ПКП: } \mu_a^-; \mu_a^+ \neq \mu_a^-;$$

$$2) \text{ЛКП: } \|\mu_a^+\|; \text{ПКП: } \|\mu_a^-\|; \|\mu_a^+\| \neq \|\mu_a^-\|;$$

$$3) \text{ЛКП: } \mu_a; \text{ПКП: } \mu_a.$$

Вариант 3

1. Какими соотношениями определяются общие свойства волн типа E в линиях передачи?

$$1) E_z \neq 0, H_z = 0, h^E = \beta \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2}; v_{\Phi}^E = v_0/\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2};$$

$$v_3^E = v_0 \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2}; z_c^E = z_c \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2}$$

$$2) E_z \neq 0, H_z = 0, h^E = \beta \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2}; v_{\Phi}^E = v_0/\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2};$$

$$v_3^E = v_0 \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2}; z_c^E = z_c/\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2};$$

$$3) E_z = 0, H_z \neq 0, h^E = \beta \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2}; v_{\Phi}^E = v_0/\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2};$$

$$v_3^E = v_0 \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2}; z_c^E = z_c \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{\text{кр}})^2}$$

2. Какой характерной особенностью, обладает частотная зависимость постоянной затухания для волны H_{01} в круглом волноводе?

$$1) f > f_{\text{кр}}, f \uparrow \rightarrow (h_H'')^{H_{01}} \downarrow;$$

$$2) f > f_{\text{кр}}, f \uparrow \rightarrow (h_H'')^{H_{01}} \uparrow;$$

$$3) f > f_{\text{кр}}, f \uparrow \rightarrow (h_H'')^{H_{01}} = \text{const}.$$

3. Что подразумевается под эффектом Фарадея в гиромангнитных средах?
- 1) Поворот плоскости поляризации линейно-поляризованных волн.
 - 2) Поворот плоскости поляризации волн с круговой поляризацией.
 - 3) Изменение направления вращения плоскости поляризации волн с круговой поляризацией.

Вариант 4

1. Сформулируйте общие свойства волн типа Н в линиях передачи.

$$1) E_z = 0, H_z \neq 0, h^H = \beta \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2}; v_\phi^H = v_0/\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2};$$

$$v_3^H = v_0 \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2}; z_c^H = z_c/\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2};$$

$$2) E_z \neq 0, H_z = 0, h^H = \beta \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2}; v_\phi^H = v_0/\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2};$$

$$v_3^H = v_0 \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2}; z_c^E = z_c \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2}$$

$$3) E_z = 0; H_z \neq 0; h^H = \beta; v_\phi^H = v_3^H = v_0; z_c^H = z_c$$

2. Каким образом в коаксиальной линии с волной типа Т достигается максимальное значение допустимой мощности? Какому волновому сопротивлению она соответствует?

$$P_{ср} = P_{макс}:$$

$$1) \ln(R_2/R_1) = 0,5; z_B = 30 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \text{ Ом};$$

$$\ln(R_2/R_1) = 1; z_B = 60 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \text{ Ом};$$

$$2) R_2/R_1 \cong 3,6; z_B = 77 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \text{ Ом};$$

$$\lg(R_2/R_1) = 0,5; z_B = 50 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \text{ Ом};$$

$$3) \lg(R_2/R_1) = 1; z_B = 100 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \text{ Ом}.$$

3. Каким соотношением описывается передача энергии в «идеальной радиолинии»?

$$1) P_{кр} = P_\Sigma D_\Sigma D_{кр} \left(\frac{\lambda}{4\pi r}\right)^2;$$

$$2) P_{кр} = P_\Sigma D_\Sigma D_{кр} e^{-2\alpha r};$$

$$3) P_{кр} = P_\Sigma D_\Sigma D_{кр} e^{-\alpha r}.$$

Тест №3

Вариант 1

1. Что подразумевается под групповой скоростью? Каким выражением она определяется в направляющих структурах?

1) скорость перемещения максимума огибающей группы гармонических волн, близких по частоте: $v_{кр} = v_0 \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2}$;

2) скорость перемещения точки гармонического колебания с фиксированным значением фазы: $v_{кр} = v_0/\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2}$;

3) скорость распространения энергии гармонического волнового процесса: $v_{кр} = v_0$

2. Каким образом можно определить постоянную затухания в коаксиальной линии, связанную с потерями в диэлектрике, при частичном диэлектрическом заполнении линии?

$$h_g''\sqrt{2} = \sqrt{-h_0''^2 + \sqrt{h_0''^4 + \omega^4 \mu_a^2 \varepsilon_a'^2}}, h_0'' = \sqrt{\omega^2 \mu_a \varepsilon_a' - (2\pi/\lambda_{кр})^2};$$

1) $(h_g'')' = h_g'' \cdot \frac{V_g}{V_l}$;

2) $(h_g'')' = h_g'' \cdot \frac{V_l}{V_g}$;

3) $(h_g'')' = h_g''/10$;

3. Что представляет собой область пространства, существенно участвующая в формировании поля на заданной линии? Каким существенным параметром она характеризуется?

1) эллипсоид вращения; максимальный радиус существенного эллипсоида может быть ограничен восьмью зонами Френеля: $\rho_{\rho \text{ макс}} = \sqrt{2\pi r}$;

2) сфера с радиусом $\beta r \gg 1$;

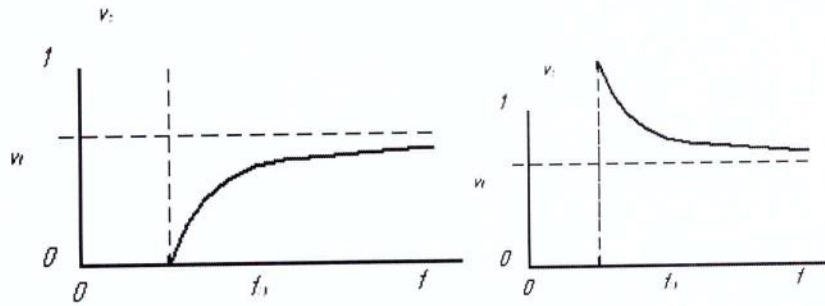
3) цилиндр радиусом и длиной $\beta r \gg 1$, $R \ll 1$.

Вариант 2

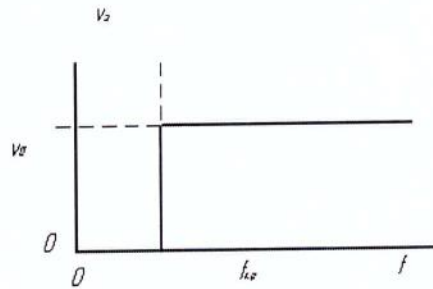
1. Каким выражением определяется скорость распространения энергии гармонических волн в линиях передачи? Постройте его частотную зависимость.

1) $v_э = v_0 \cdot \sqrt{1 - (f_{кр}/f)^2}$;

2) $v_э = v_0/\sqrt{1 - (f_{кр}/f)^2}$;



$$3) v_{\text{э}} = v_0, f > f_{\text{кр}}$$



2. При каком волновом сопротивлении коаксиальной линии достигается минимальное затухание в металлических проводниках?

3.

$$1) z_{\text{в}} = 77 \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \text{ Ом};$$

$$2) z_{\text{в}} = 30 \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \text{ Ом};$$

$$3) z_{\text{в}} = 60 \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \text{ Ом}.$$

4. Как размеры существенного для распространения радиоволн эллипсоида зависят от длины волны?

1) Максимальный радиус эллипсоида, соответствующий середине трассы $\rho_{\text{n макс}} = \sqrt{\pi \lambda r} / 2$;

2) Максимальный радиус существенного эллипсоида $\rho_{\text{n}} = \sqrt{n \lambda r' r'' / (r' + r'')}$, $r' + r'' = r$;

3) Максимальный радиус существенного эллипсоида $\rho_{\text{n}} = \sqrt{\pi \lambda r} / 2$.

Вариант 3

1. Какими факторами обусловлены потери в линиях передачи? Как выглядит общее выражение для постоянной затухания?

1) Потери в среде, заполняющей линию, потери в металлических проводниках линии;

$$h'' = P'_{n\text{ ср}}/2P_{\text{ср}};$$

2) Потери в среде, заполняющей линию;

$$h''_g \sqrt{2} = \sqrt{-h_0^2 + \sqrt{h_0^4 + w^4 \mu_a^2 \varepsilon_a'^2}}, h_0 = \sqrt{w^2 \mu_a \varepsilon_a' - (2\pi/1_{\text{кр}})^2};$$

3) Потери в металлических проводниках линии; $h''_H = \frac{R_S}{L P_{\text{ср}}} \oint_L |\vec{H}_{0m}|^2 dl$.

2. Какой тип волны в коаксиальной линии с волной Т является высшим и как определяется его критическая длина волны?

1) $H_{11}, \lambda_{\text{кр}}^{H_{11}} = \pi(R_1 + R_2);$

2) $H_{11}, \lambda_{\text{кр}}^{H_{11}} = 3,41a;$

3) $H_{10}, \lambda_{\text{кр}}^{H_{10}} = 2a.$

3. Из каких соображений осуществляется деление пути распространения земной волны на освещенную зону, зону полутени, зону тени?

$$r_{\text{кр}} = \sqrt{2Q_3(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})} - \text{расстояние прямой...:}$$

1) ОЗ: $r < r_{\text{кр}};$ ЗПТ: $r \approx r_{\text{кр}};$ ЗТ: $r > r_{\text{кр}};$

2) ОЗ: $r > r_{\text{кр}};$ ЗПТ: $r \approx r_{\text{кр}};$ ЗТ: $r < r_{\text{кр}};$

3) ОЗ: $r \approx r_{\text{кр}};$ ЗПТ: $r < r_{\text{кр}};$ ЗТ: $r > r_{\text{кр}}.$

7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЭД и РРВ

а) Основная литература:

1. Кураев А.А., Попкова Т.Л., Сеницын А.К. 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.

2. Боков Л.А. Электродинамика и распространение радиоволн (электронный ресурс): учебное пособие / Л.А. Боков, В.А. Замотринский, А.Е. Мандель. – Электронные текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 301 с.
3. Сборник задач по курсу Электродинамика и распространение радиоволн / Баскаков С.И. и др., Под ред. С.И. Баскакова. – М: Высшая школа, 2015. – 208 с. (Библиотека ВлГУ)
4. Электродинамика и распространение радиоволн: метод. Указания к лабораторным работам по курсу “Электродинамика и распространение радиоволн” для студентов специальности 11.03.03 дневной формы обучения/ НГТУ им. Р,Е,Алексеева: сост.:С.М. Никулин, Е.А. Лебедева - Нижний Новгород, 2015. 63с.

б) Дополнительная литература

1. Мандель А.Е. Распространение радиоволн (электронный ресурс): учебное пособие / А.Е. Мандель, В.А. Замотринский. - Электронные текстовые данные. – Электронные текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 163 с.
2. Григорьев А.Д.Методы вычислительной электродинамики [Электронный ресурс]/Григорьев А.Д.-Электрон. Текстовые данные.-М.:ФИЗМАТЛИТ,2012. -432 с.
3. Электродинамика: Учебное пособие / И.Ф. Будагян, В.Ф. Дубровин, А.С. Сигов. - М.: Альфа-М: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 304 с.
4. Евдокимов Ю. К., Линдваль В. Р., Щербаков Г. И.
LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 400 с.


8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЭД и РРВ


Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- лабораторные макеты и измерительное оборудование специализированной лаборатории (510-3) по дисциплине ЭД и РРВ (5 физических лабораторных работ): Г4-80 – 2 шт., Г4-32А, Г4-111Б, Г4-83, В3-38 – 3 шт., У2-8 – 3 шт., П6-23А; Р2-53 – 1 шт.;

- компьютеры со специализированным программным обеспечением LabVIEW (8 шт.) в специализированной лаборатории (504-3) для выполнения виртуальных лабораторных работ по дисциплине ЭД и РРВ (4 виртуальные работы).

Программа составлена в соответствии с требованием ФГОС ВО по направлению 11.03.01 Радиотехника.

Рабочую программу составил профессор кафедры РТ и РС  В.М. Гаврилов

Рецензент(ы) Генеральный директор ОАО "Владимирское КБ Радиосвязи"
 А.Е. Богданов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ и РС

Протокол № 1 от 1.09.16 года.

Заведующий кафедрой РТ и РС  О.Р. Никитин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления _____

Протокол № 1 от 2.09.16 года.

Председатель комиссии _____  О.Р. Никитин

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**

Институт _____

Кафедра _____

Актуализированная
рабочая программа
рассмотрена и одобрена
на заседании кафедры
протокол № ____ от ____ 2017 г.

Заведующий кафедрой

(подпись, ФИО)

Актуализация рабочей программы дисциплины

(наименование дисциплины)

Направление подготовки

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования

Форма обучения

Рабочая программа учебной дисциплины актуализирована в части рекомендуемой литературы.

Актуализация выполнена: _____
(подпись, должность, ФИО)

а) основная литература: _____ (не более 5 книг)

б) дополнительная литература: _____

в) периодические издания: _____

г) интернет-ресурсы: _____