

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



Проректор
по учебно-методической работе
А.А.Панфилов

04 * » 04 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВОЛНОВЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ

Направление подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

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.
4	4/144	6	8	6	97	экзамен, 27
Итого	4/144	6	8	6	97	экзамен, 27

Владимир 2015

М.П.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Волновые процессы в природных средах» (ВП в ПС) 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: Волновые процессы в природных средах (ВП в ПС);

- индекс: Б1.В.ОД.4;
- вариативная часть.

Освоение курса ВП в ПС 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 ВП в ПС является базовой для последующих дисциплин «Методы и устройства передачи сигналов», «Методы и устройства приема сигналов», «Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей», «Антенны и микроволновые устройства средств связи», «Современные системы подвижной связи».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ВП в ПС

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 (ОК-7, ОПК-6).

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-6, ПК-17).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ВП в ПС

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 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	4	1	0,1							
2	Общие свойства направляемых волн	4	1	0,2	0,2			5,4	0,37/74		
		4	2	0,3	0,6			6,4	0,52/58		
3	Направляющие структуры	4	3	0,3	0,6			6,4	0,52/58		
		4	4	0,3	0,6	4		6,4	2,52/51		
		4	5	0,4	0,6			5,4	0,62/62		
4	Передача электромагнитной энергии по направляющим структурам	4	6	0,4	0,6			5,4	0,62/62		
		4	7	0,4	0,6			5,4	0,62/62		
5	Колебательные системы	4	8	0,4	0,6	2		5,4	1,62/54		
		4	9	0,4	0,6			5,4	0,62/62		
6	Распространение электромагнитных волн в анизотропных средах	4	10	0,4	0,4			5,4	0,55/69		
		4	11	0,3	0,2			5	0,37/74		
7	Компьютерные методы решения задач электродинамики	4	12	0,3	0,2			5	0,37/74		
		4	13	0,3	0,2			5	0,37/74		
8	Механизм распространения радиоволн в свободном пространстве	4	14	0,3	0,4			5	0,37/74		
9	Распространение земных радиоволн	4	15	0,3	0,4			5	0,37/74		
		4	16	0,3	0,4			5	0,37/74		
10	Атмосфера и её влияние на распространение радиоволн	4	17	0,3	0,4			5	0,37/74		
11	Особенности распространения радиоволн различных диапазонов	4	18	0,3	0,4			5	0,37/74		
Всего				6	8	6		97	12/60		экзамен

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

Матрица соотнесения разделов дисциплины и формируемых компетенций					
Раздел дисциплины	Трудоемкость (в часах)	Компетенции			Количество компетенций
		ОК-7	ОПК-6	ПК-17	
1	0,1	+			1
2	1,3	+			1
3	6,8		+	+	2
4	2,0		+	+	2
5	4,0		+	+	2
6	1,3		+	+	2
7	1,0	+			1
8	0,7		+	+	2
9	1,4		+	+	2
10	0,7		+	+	2
11	0,7		+	+	2
Вес компетенций		0,16	0,42	0,42	

№ п/п	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (в часах)
1	Основной тип волн в прямоугольном волноводе	4
2	Прямоугольный резонатор	2

№ п/п	Темы практических занятий	Трудоемкость (в часах)
1	Волноводы	1
2	Поверхностные электромагнитные волны и замедляющие структуры	1
3	Линии передачи с волнами типа Т	1
4	Объемные резонаторы	1
5	Распространение радиоволн в различных средах	1
6	Распространение радиоволн в свободном пространстве	1
7	Распространение земных радиоволн	1
8	Особенности распространения радиоволн различных диапазонов	1

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 6 часов лекционных занятий, 3 часа лабораторных занятий, 3 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, к самостоятельным работам; рабочую программу; список вопросов к экзамену; задания контрольных работ; тесты для проверки остаточных знаний.

5.4. Лекции приглашённых специалистов

В рамках курса ВП в ПС 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.
2. Критическая частота, критическая длина волны.
3. Поперечные электромагнитные волны (Т).
4. Электрические волны (Е).
5. Магнитные волны (Н).
6. Концепция парциальных волн.
7. Групповая скорость. Скорость распространения энергии.
8. Мощность, переносимая электромагнитной волной по линии передачи.
9. Прямоугольный волновод (волна Е).
10. Прямоугольный волновод (волна Н).
11. Прямоугольный волновод (волна H_{10}).
12. Круглый волновод (волна Е).
13. Круглый волновод (волна Н).
14. Токи на стенках прямоугольного и круглого волноводов.
15. Коаксиальные линии (волна Т).
16. Коаксиальные линии (волны Е и Н).
17. Линия поверхностной волны (металлическая плоскость, покрытая слоем диэлектрика).
18. Линия поверхностной волны (диэлектрический волновод).
19. Планарные линии передачи.
20. Волоконно-оптические линии передачи.
21. Затухание в линии передачи. Коэффициент затухания.
22. Затухание, вызываемое потерями в среде, заполняющие линии передачи.
23. Затухание, вызываемое потерями в металлических проводниках линии передачи.
24. Передача энергии по прямоугольному волноводу.
25. Передача энергии по круглому волноводу.
26. Передача энергии по коаксиальной линии.

27. Эволюция электромагнитных колебательных систем.
28. Объемный резонатор из отрезка прямоугольного волновода.
29. Общая задача о колебаниях в прямоугольном резонаторе.
30. Цилиндрический объемный резонатор.
31. Способы возбуждения объемных резонаторов.
32. Добротность объемных резонаторов.
33. Распространение электромагнитных линейно поляризованных волн в намагниченной ферритовой среде.
34. Распространение электромагнитных волн с круговой поляризацией в намагниченной ферритовой среде.
35. Эффект Фарадея.
36. Эффект смещения поля в прямоугольном волноводе с поперечно подмагниченным ферритом.
37. Распространение радиоволн в свободном пространстве.
38. Влияние среды на характеристики передаваемых сигналов.
39. Влияние помех на работу радиолинии.
40. Простейшие модели радиотрасс, проходящих вблизи поверхности Земли.
41. Поле излучателя, поднятого над земной поверхностью. Интерференционная формула.
42. Поле элементарного электрического излучателя, расположенного параллельно поверхности Земли.
43. Формула Введенского сферичности земной поверхности на радиотрассах.
44. Распространение радиоволн над неровной поверхностью Земли.
45. Поле вертикального электрического вибратора, расположенного вблизи земной поверхности.
46. Состав и строение атмосферы.
47. Диэлектрическая проницаемость и показатель преломления тропосферы.
48. Рефракция радиоволн в тропосфере.
49. Отражение и рассеяние радиоволн на неоднородностях тропосферы.
50. Поглощение радиоволн в тропосфере.
51. Электрические параметры ионизированного газа и коэффициент распространения радиоволн.
52. Влияние постоянного магнитного поля на электрические параметры ионизированного газа.
53. Траектория радиоволн в ионосфере.

54. Особенность распространения дециметровых волн.

55. Распространение дециметровых и сантиметровых радиоволн на космических радиоперелиниях.

6.2. Текущий контроль. Тесты для контроля знаний по дисциплине «Волновые процессы в природных средах».

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?

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

$$2) \nabla^2 \vec{H} + w^2 \mu_a \varepsilon_a \vec{H} = -\text{rot} \dot{j}^{\text{ст}}; \quad \nabla^2 \vec{E} + w^2 \mu_a \varepsilon_a \vec{E} = jw \mu_a \dot{j}^{\text{ст}} + \frac{1}{\varepsilon_a} \text{grad} \rho^{\text{ст}};$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

$$1) h''_H = \frac{R_S}{L P_{ср}} \oint_L |\vec{H}_{0m}|^2 dl;$$

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

$$3) (h''_g)' = h''_g \left(\frac{V_g}{V_n} \right).$$

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

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

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

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

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?

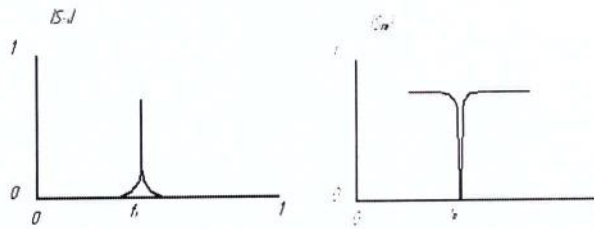
$$1) (h_H'')^{H_{10}} = \frac{R_S}{bz_c} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2b}{a}\right) \cdot \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{2a}\right)^2}}, \text{ Нп/м};$$

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

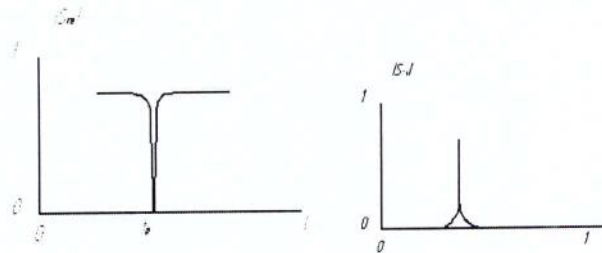
$$3) (h_H'')^{H_{10}} = \frac{R_S}{bz_c} \cdot \frac{\left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}}, \text{ Нп/м}.$$

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

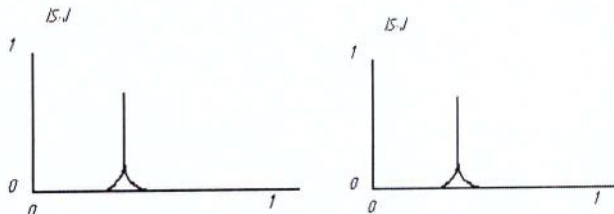
1)



2)



3)



1. Что подразумевают под дисперсией в линиях передачи
 - 1) $v_\phi, v_\omega, z_c^{E(H)} \sim f(\omega)$;
 - 2) $v_\phi, v_\omega, z_c^{E(H)} \sim f(\sigma)$;
 - 3) $v_\phi, v_\omega, z_c^{E(H)} \neq f(\omega)$.

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) $Q = \omega \frac{W_{ср}}{P_{н\ ср}}, V \uparrow \rightarrow Q \uparrow; \sigma \uparrow \rightarrow Q \uparrow; \omega_p \uparrow \rightarrow Q \uparrow$;
 - 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) $Q = \omega \frac{P_{н\ ср}}{W_{ср}}, V \uparrow \rightarrow Q \downarrow; \sigma \uparrow \rightarrow Q \uparrow; \omega_p \uparrow \rightarrow Q \uparrow$.

Вариант 2

1. Сформулируйте общие свойства волн типа Т в линиях передачи.
 - 1) $\dot{E}_z = \dot{H}_z = 0; \lambda_{кр}^T = \infty; h^T = \beta; v_\phi^T = v_\omega^T = v_0; z_c^T = z_c$;
 - 2) $\dot{E}_z \neq 0; \lambda_{кр}^T = \infty; h^T = \beta; v_\phi^T = v_\omega^T = v_0; z_c^T = z_c$;
 - 3) $\dot{H}_z \neq 0; \lambda_{кр}^T = \infty; h^T = \beta; v_\phi^T = v_\omega^T = v_0; z_c^T = z_c$.

2. Как определить диапазон длин волн, в пределах которого в круглом волноводе диаметром $2a$ может распространяться только основной тип волны?
 - 1) $\lambda_{кр}^{E_{01}} \leq \lambda \leq \lambda_{кр}^{H_{11}}, 2,61a \leq \lambda \leq 3,41a$;
 - 2) $\lambda > \lambda_{кр}^{H_{11}}, \lambda > 3,41a$;
 - 3) $\lambda = \lambda_{кр}^{H_{11}}, \lambda = 3,41a$.

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

- 1) ЛКП: μ_a^+ ; ПКП: μ_a^- ; $\mu_a^+ \neq \mu_a^-$;
- 2) ЛКП: $\|\mu_a^+\|$; ПКП: $\|\mu_a^-\|$; $\|\mu_a^+\| \neq \|\mu_a^-\|$;
- 3) ЛКП: μ_a ; ПКП: μ_a .

Вариант 3

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

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

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

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

$$3) E_z = 0; H_z \neq 0; h^H = \beta; v_{\Phi}^H = v_{\Sigma}^H = v_0; z_c^H = z_c$$

2. Каким образом в коаксиальной линии с волной типа Г 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 радиолнии»?

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

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

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

Тест №3

Вариант 8

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

- 1) скорость перемещения максимума огибающей группы гармонических волн,

$$\text{близких по частоте: } v_{кр} = v_0 \cdot \sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2};$$

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?

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

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

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

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: $\rho_{р макс} = \sqrt{2\pi r}$;

2) сфера с радиусом $\beta r \gg 1$;

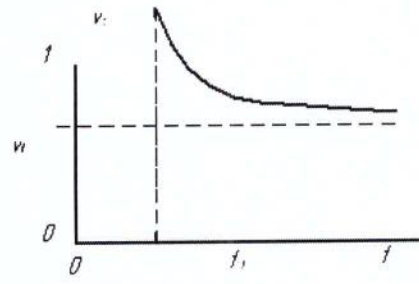
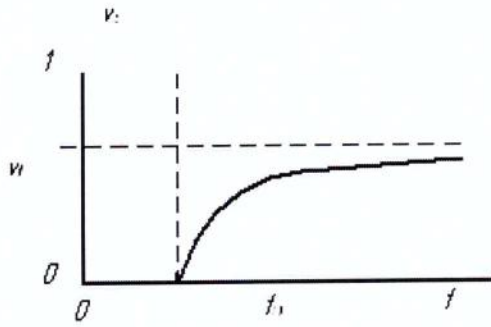
3) цилиндр радиусом и длиной $\beta r \gg 1$, $R \ll 1$.

Вариант 9

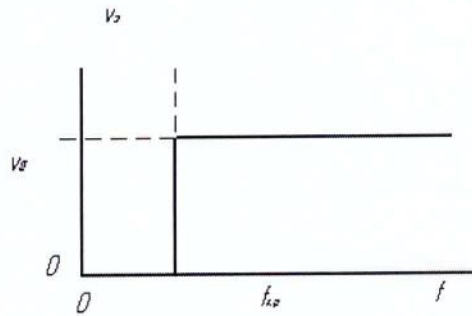
1. Каким выражением определяется скорость распространения энергии гармонических волн в линиях передачи? Постройте его частотную зависимость.

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

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



$$3) v_φ = v_0, f > f_{кр}$$



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

1) $z_B = 77 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \text{ Ом};$

2) $z_B = 30 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \text{ Ом};$

3) $z_B = 60 \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \text{ Ом}.$

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

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

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

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

Вариант 10

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 Г 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 ВП в ПС

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

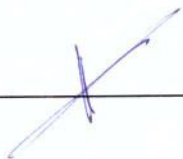
1. Мандель А.Е. Распространение радиоволн (электронный ресурс): учебное пособие / А.Е. Мандель, В.А. Замотринский. - Электронные текстовые данные. – Электронные текстовые данные. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 163 с.
2. Григорьев А.Д. Методы 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 ВП в ПС

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- лабораторные макеты и измерительное оборудование специализированной лаборатории (510-3) по дисциплине ВП в ПС (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.

Программа составлена в соответствии с требованием ФГОС ВО по направлению 11.03.02 Информационные технологии и системы связи.

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 № 13 от 06.04.15 года.

Заведующий кафедрой РТ и РС  О.Р. Никитин

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

Протокол № 10 от 7.04.15 года.

Председатель комиссии _____  О.Р. Никитин

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

Рабочая программа одобрена на 15/16 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.09.15 года

Заведующий кафедрой _____ *ОР Нивитин*

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.09.16 года

Заведующий кафедрой _____ *ОР Нивитин*

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 ____ 2016 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: _____