

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)



А.А.Панфилов

« 04 » 04 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ И ВОЛНЫ

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.
5	4/144	6	6	8	97	Экзамен, 27
Итого	4/144	6	6	8	97	Экзамен, 27

Мет.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Электромагнитные поля и волны» (ЭМП и В) являются:

1. Усвоение основных понятий теорем и принципов теории электромагнитного поля;
2. Анализ закономерностей волновых процессов, включая элементы теории дифракции и излучения;
3. Получение базовых и углубленных знаний для успешного освоения дисциплины профессионального цикла, связанных с разными сферами деятельности специалиста:
 - проектно-конструкторской;
 - производственно-технологической
 - научно-исследовательской;
 - сервисно-эксплуатационной.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина: Электромагнитные поля и волны (ЭМП и В) ;

- индекс: Б1.Б.21;
- базовая часть.

Успешное освоение дисциплины предполагает знание общих разделов высшей математике, физики, основ теории цепей. Из специальных разделов математики студентам должны быть известны основные операции и теоремы векторного анализа, матричная алгебра, теория функций комплексного переменного.

Освоение дисциплины ЭМП и В необходимо, как предшествующей, для последующих дисциплин: «Волновые процессы в природных средах», «Антенны и микроэлектронные устройства средств связи», «Современные системы подвижной связи».

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ЭМП и В

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

1. Знать:
 - основные уравнения принципы и теоремы классической теории электромагнитного поля;

- свойства электромагнитных волн в свободном пространстве и закономерности их рассеивания на границе раздела сред;
- элементы теории дифракции и теории излучения (ОПК-6).

2. Уметь:

- математически описывать простейшие волновые процессы, в том числе процессы излучения и дифракции электромагнитных волн;
- формулировать и решать задачи излучения и распространения электромагнитных волн, как в свободном пространстве, так и в слоисто-неоднородных средах (ОПК-6).

3. Владеть:

- методами решения прикладных задач классической теории электромагнитного поля; основами математического моделирования электромагнитных полей в задачах излучения и дифракции, в том числе, с помощью ЭВМ;
- практическими навыками измерения электромагнитных полей в физических задачах рассеяния, возбуждения и дифракции с помощью современной измерительной аппаратуры (ОПК-6, ПК-17).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЭМП и В

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ 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	5	1	0,1							
2	Электромагнитное поле и параметры сред	5	1	0,2	0,3			5,3	0,2/40		
3	Основные уравнения электродинамики	5	2	0,3	0,3			5,3	0,3/50		
4	Граничные условия	5	3	0,3	0,3			5,3	0,3/50		
5	Энергия электромагнитного поля	5	4	0,3	0,3			5,3	0,3/50		
6	Волновые уравнения	5	5	0,4	0,4			5,3	0,4/50		
7	Плоские электромагнитные волны в однородной изотропной среде	5	6	0,4	0,4			5,3	0,4/50		
		5	7	0,4	0,4			5,3	0,4/50		
8	Волновые явления на границе раздела двух сред	5	8	0,4	0,4	4		6,5	0,4/8		
		5	9	0,4	0,4			6,5	0,4/50		
		5	10	0,4	0,4			6,5	0,4/50		
		5	11	0,3	0,3			5,4	0,3/50		
9	Поверхностный эффект	5	12	0,3	0,3			5	0,3/50		
10	Излучение электромагнитных волн	5	13	0,3	0,3	4		5	0,3/6		
		5	14	0,3	0,3			5	0,3/50		
11	Основные теоремы электродинамики	5	15	0,3	0,3			5	0,3/50		
		5	16	0,3	0,3			5	0,3/50		
12	Основы теории дифракции электромагнит-	5	17	0,3	0,3			5	0,3/50		
		5	18	0,3	0,3			5	0,3/50		

	ных волн									
	Всего		6	6	8		97		6/30	экзамен

Матрица соотнесения разделов дисциплины и формируемых компетенций				
Раздел дисциплины	Трудоемкость (в часах)	Компетенции		Количество компетенций
		ОПК-6	ПК-17	
1	0,1	+		1
2	0,5	+		1
3	0,6	+		1
4	0,6	+		1
5	0,6	+		1
6	0,8	+		1
7	1,6	+	+	2
8	3,0	+	+	2
9	0,6	+	+	2
10	1,2	+	+	2
11	1,2	+	+	2
12	1,2	+	+	2
Вес компетенций		0,67	0,33	

№ п/п	Темы практических занятий	Трудоемкость (в часах)
1	Уравнение Максвелла	1
2	Плоские электромагнитные волны	1
3	Отражение и преломление плоских электромагнитных волн	2
4	Элементарные излучатели	1
5	Интерференция и дифракция электромагнитных волн	1

№ п/п	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (в часах)
1	Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела диэлектрических сред	4
2	Элементарные излучатели	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. Объем занятий, проводимых с использованием интерактивных форм, составляет 6 часов лекционных 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 глубокого и качественного освоения дисциплины студентами предоставляется электронная версия учебно-методического комплекса, включающего: конспект лекций; сборник задач; методические указания к лекциям, к практическим работам, к лабораторному практикуму и самостоятельной работе; сборник компьютерных программ для подготовки к лабораторным занятиям; рабочую программу; список вопросов к экзамену; тесты для проверки остаточных знаний.

5.4. Лекции приглашённых специалистов

В рамках курса ЭМП и В 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. Векторы электрического поля (Конспект лекций (КЛ) с.4-6).
2. Векторы магнитного поля (КЛ с.6-9).
3. Классификация сред (КЛ с.9-10).
4. Графическое изображение полей (КЛ с.10).
5. Потенциальные и вихревые поля (КЛ с.10-11).
6. Уравнение непрерывности (КЛ с.12-13).
7. Закон сохранения заряда (КЛ с.13).
8. Третье уравнение Максвелла (КЛ с.13-14).
9. Четвертое уравнение Максвелла (КЛ с.14).
10. Первое уравнение Максвелла (КЛ с.14-16).
11. Второе уравнение Максвелла (КЛ с.16-17).
12. Закон Ома в дифференциальной форме (КЛ с.17-18).
13. Уточнение понятия о проводниках и диэлектриках (КЛ с.18-19).
14. Полная система уравнений Максвелла (КЛ с.21).
15. Классификация электромагнитных явлений (КЛ с.21-23).
16. Уравнение Максвелла и сторонние токи (КЛ с.22-24).
17. Граничные условия для нормальных составляющих векторов электрического поля. Поверхностные заряды (КЛ с.25-27).
18. Граничные условия для касательных составляющих векторов электрического поля (КЛ с.27-28).
19. Граничные условия для нормальных составляющих векторов магнитного поля (КЛ с.28-29).
20. Граничные условия для касательных составляющих векторов магнитного поля. Поверхностный ток (КЛ с.29-31).
21. Полная система граничных условий. Граничные условия на поверхности идеального проводника (КЛ с.31-32).
22. Баланс энергий электромагнитного поля (КЛ с.32-36).
23. Плотность энергии электромагнитного поля (КЛ с.36-37).
24. Скорость распространения энергии электромагнитного поля (КЛ с.37-38).
25. Уравнение Максвелла для монохроматического поля (КЛ с.38-41).
26. Уравнение баланса для средней за период мощности (КЛ с.41-42).
27. Уравнение баланса для комплексной мощности (КЛ с.44-47).
28. Теорема единственности для внутренней и внешней задач электродинамики (КЛ с.49-53).
29. Уравнение Гельмгольца (КЛ с.49-50).
30. Электродинамические потенциалы для комплексных амплитуд (КЛ с.50-53).
31. Решение неоднородного уравнения Гельмгольца(КЛ с.53-54).
32. Уравнение Максвелла с учётом магнитных токов и зарядов (КЛ с.55-57).
33. Плоские волны в однородной изотропной среде без потерь (КЛ с.57-62).

34. Плоские волны в однородной изотропной среде с проводимостью отличной от нуля (КЛ с.62-67).
35. Электромагнитные волны в реальных диэлектриках (КЛ с.67-68).
36. Электромагнитные волны в реальных проводниках (КЛ с.68-70).
- 37.** Поляризация волн (КЛ с.70-71).
38. Плоские волны, распространяющиеся в произвольном направлении (КЛ с.71-72).
39. Падение плоской волны на границу раздела двух диэлектриков (нормальная поляризация) (КЛ с.72-75).
40. Падение плоской волны на границу раздела двух диэлектриков (параллельная поляризация) (КЛ с.75-78).
41. Условие полного прохождения волны во вторую среду. Угол Брюстера (КЛ с.78-80).
42. Полное отражение от границы раздела двух сред (две диэлектрические среды) – поле в первой среде (КЛ с.80-85).
43. Полное отражение от границы раздела двух сред (две диэлектрические среды) – поле во второй среде (КЛ с.85-87).
44. Полное отражение от границы раздела двух сред (диэлектрик и идеальный проводник) (КЛ с.87-88).
45. Падение плоской волны на границу поглощающей среды (КЛ с.88-89).
46. Падение плоской волны на границу хорошо проводящей среды (КЛ с.89-90).
47. Приближенные граничные условия Щукина-Леонтовича (КЛ с.90-91).
48. Явление поверхностного эффекта (КЛ с.91-92).
49. Потери энергии в проводниках (КЛ с.92-93).
50. Эквивалентный поверхностный ток (КЛ с.93-94).
- 51.** Поверхностное сопротивление проводника (КЛ с.94-95).
52. Элементарный электрический излучатель (КЛ с.95-96).
53. Векторный электрический потенциал для элементарного электрического излучателя (КЛ с.96-97).
54. Составляющие электромагнитного поля элементарного электрического излучателя (КЛ с.97-98).
55. Ближняя и дальняя зоны элементарного электрического излучателя (КЛ с.99-100).
56. Диаграмма направленности элементарного электрического излучателя (КЛ с.100-101).
57. Мощность излучения элементарного электрического излучателя. Сопротивление излучения (КЛ с.101-103).
58. Понятие о магнитном токе (КЛ с.103).
59. Элементарный щелевой излучатель (КЛ с.103-106).
60. Лемма Лоренца (КЛ с.107-109).
61. Теорема взаимности для элементарных излучателей (КЛ с.109-110).
62. Эквивалентные источники электромагнитного поля. Принцип Гюйгенса (КЛ с.110-112).
63. Элемент Гюйгенса (КЛ с.113-116).
64. Строгая постановка задачи дифракции (КЛ с.116-118).
65. Дифракция плоской волны на круговом цилиндре (КЛ с.118-123).
66. Приближение Гюйгенса-Кирхгофа (КЛ с.123-125).
67. Геометрическая оптика (КЛ с.125-128).
68. Метод краевых волн (КЛ с.128-130).
69. Геометрическая теория дифракции (КЛ с.130-132).

6.2. Текущий контроль. Тесты для текущего контроля знаний по дисциплине «Электромагнитные поля и волны».

Для тестирования подготовлено 10 вариантов заданий, каждое из которых содержит 4 теоретических вопроса из разных разделов.

Тест №1

Вариант 1

1. Для какого класса электромагнитных явлений справедлив закон полного тока в следующей форме: $\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \vec{j}^{\text{э}} d\vec{S}$; $\text{rot} \vec{H} = \vec{j}^{\text{э}}$?
 - 1) Стационарного;
 - 2) Нестационарного;
 - 3) Квазистационарного.

2. Как связано направление переноса мощности с ориентацией векторов \vec{E} и \vec{H} в плоской однородной волне?
 - 1) Перпендикулярно плоскости расположения векторов \vec{E} и \vec{H} ;
 - 2) Совпадает с вектором \vec{E} ;
 - 3) Совпадает с вектором \vec{H} .

3. Поясните физическое содержание задачи рассеяния плоской волны падающей на плоскую границу раздела сред.
 - 1) Физический смысл основан на граничных условиях и условии излучения, согласно которому возбуждаемая поверхность порождает лишь уходящие от неё волны: отраженные и преломленные;
 - 2) Физический смысл решений основан на использовании леммы Лоренца и теоремы эквивалентности, согласно которым возбуждаемая поверхность порождает лишь уходящие от неё волны: отраженные и преломленные;
 - 3) Физический смысл решений основан на использовании принципа перестановочной двойственности и теоремы взаимности, согласно которым возбуждаемая поверхность порождает уходящие от неё волны: отраженные и преломленные.

4. Что понимается под плоской электромагнитной волной?

Под плоской подразумевается волна, распространяющаяся вдоль линейной координаты и в любой фиксированный момент времени неизменная в плоскости, перпендикулярной этой координате:

1) $\bar{P} = \bar{l}_z \dot{P}_z, \dot{E}_z = H_z = 0; \frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial y} = 0; \frac{\partial}{\partial z} \neq 0;$

2) $\bar{P} = \bar{l}_z \dot{P}_z, E_z, H_z \neq 0; \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y} \neq 0; \frac{\partial}{\partial z} = 0;$

3) $\bar{P} = \bar{l}_z \dot{P}_z, E_z = H_z = 0; \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y} \neq 0; \frac{\partial}{\partial z} = 0.$

Вариант 2

1. Истоками (стоками) какого вектора электрического поля являются как свободные, так и связанные электрические заряды?

1) $\bar{E};$

2) $\bar{D};$

3) $\bar{P}.$

2. Различаются ли фазовая скорость и скорость распространения энергии для однородной плоской волны в средах без потерь и в поглощающих средах?

1) $V_{\phi|\sigma=0} > V_{\phi|\sigma \neq 0}; V_{\varepsilon|\sigma=0} > V_{\varepsilon|\sigma \neq 0};$

2) $V_{\phi|\sigma=0} = V_{\phi|\sigma \neq 0}; V_{\varepsilon|\sigma=0} = V_{\varepsilon|\sigma \neq 0};$

3) $V_{\phi|\sigma=0} < V_{\phi|\sigma \neq 0}; V_{\varepsilon|\sigma=0} < V_{\varepsilon|\sigma \neq 0}.$

3. При каких условиях в задаче рассеяния плоской волны на границе раздела диэлектрических сред отсутствует отражённая волна?

1) при параллельной поляризации, $\text{tg}\varphi = \sqrt{\varepsilon_2/\varepsilon_1};$

2) при нормальной поляризации, $\text{tg}\varphi = \sqrt{\mu_2/\mu_1};$

3) при круговой поляризации, $\sin\varphi = n_2/n_1.$

4. Что такое элементарный электрический излучатель и каковы его направленные свойства?

1) линейный проводник с переменным электрическим током, длина которого $l \ll \lambda;$

$F(\theta) = \sin\theta; F(\varphi) = 1;$

2) проводник с переменным электрическим током, длиной $l \ll \lambda; F(\theta) = 1; F(\varphi) = \sin\theta;$

3) фрагмент фронта распространяющейся волны ($\Delta S \ll \lambda^2$); $F(\theta) = (1/2)(1 + \cos\theta).$

Вариант 3

1. Как выразить средний за период поток мощности через замкнутую поверхность S , ограничивающую объем V , включающий сторонние источники?
 - а) $P_{\Sigma_{\text{ср}}} = R_e \oint_S \dot{\vec{P}} d\vec{S}$;
 - б) $P_{\Sigma_{\text{ср}}} = \oint_S \dot{\vec{P}} d\vec{S}$;
 - в) $P_{\Sigma_{\text{ср}}} = \int_S \dot{\vec{P}} d\vec{S}$.

2. В чем состоит главное различие волн в непоглощающих и поглощающих средах?
 - 1) $\sigma \neq 0$: $V_\phi, V_z, \dot{Z}_c \sim f(\omega)$;
 - 2) $\sigma = 0$: $V_\phi, V_z, \dot{Z}_c \sim f(\omega)$;
 - 3) $\sigma \neq 0$: $V_\phi, V_z, \dot{Z}_c \neq f(\omega)$.

3. При каких условиях в задаче рассеяния плоской волны на границе раздела диэлектрических сред отсутствует преломленная волна?
 - 1) $n_1 > n_2, \varphi > \varphi_{\text{кр}}$;
 - 2) $n_1 < n_2, \varphi > \varphi_{\text{кр}}$;
 - 3) $n_1 < n_2, \varphi < \varphi_{\text{кр}}$.

4. В чем заключается основные различия поля элементарного электрического излучателя в ближней и дальней зонах?
 - 1) $\gamma r \gg 1$: $\dot{E}_\theta, \dot{H}_\varphi \sim f(1/r)$; $\dot{E}_\theta / \dot{H}_\varphi = Z_c, \dot{\vec{P}} = R_c \dot{\vec{P}}$;
 - 2) $\gamma r \gg 1$: $\dot{E}_\theta, \dot{H}_\varphi, \dot{E}_r \sim f(1/r^n)$; $n \geq 2, \dot{P}_r \approx \text{Im}$;
 - 3) $\gamma r \ll 1$: $\dot{E}_\theta, \dot{H}_\varphi \sim f(1/rn)$; $E_\theta / H_\varphi = Z_c; \dot{\vec{P}} = \text{Re} \dot{\vec{P}}$.

Тест №2

Вариант 1

1. Всегда ли вектора напряженности и индукций коллинеарны?
 - 1) $\vec{E} \parallel \vec{D}, \vec{H} \parallel \vec{B}$ в изотропных средах;
 - 2) $\vec{E} \parallel \vec{D}, \vec{H} \parallel \vec{B}$ в анизотропных средах;
 - 3) $\vec{E} \parallel \vec{D}, \vec{H} \parallel \vec{B}$ в гиромангнитных средах.

2. Могут ли электрические и магнитные составляющие поля плоской волны быть синфазны при распространении в поглощающей среде?
 - 1) Нет;
 - 2) Да;
 - 3) При действительном значении \dot{Z}_c .

3. Что такое направляемые волны? Когда они являются поверхностными?
- 1) Волна, распространяющаяся вдоль границы раздела; направляемая волна с экспоненциально убывающей в нормальном направлении к направляющей поверхности;
 - 2) Волна, распространяющаяся перпендикулярно границе раздела сред; волна экспоненциально убывающая в направлении распространения;
 - 3) Волна, распространяющаяся вдоль линейной координаты; волна с неизменными параметрами в плоскости перпендикулярной направлению распространения.
4. Как найти поле элементарного магнитного излучателя, используя принцип перестановочной двойственности?
- В выражениях для поля элементарного электрического излучателя осуществить замены:
- 1) $\dot{E} \leftrightarrow \dot{H}; \dot{j}^\partial \leftrightarrow -\dot{j}^m; \mu_a \leftrightarrow -\varepsilon_a;$
 - 2) $\dot{E} \leftrightarrow -\dot{H}; \dot{j}^\partial \leftrightarrow -\dot{j}^m; \mu_a \leftrightarrow -\varepsilon_a;$
 - 3) $\dot{E} \leftrightarrow \dot{H}; \dot{j}^\partial \leftrightarrow -\dot{j}^m; \mu_a \leftrightarrow \varepsilon_a.$

Вариант 2

1. Какой характер будет иметь диэлектрическая проницаемость: среды неоднородной изотропной и среды однородной анизотропной?
- 1) $\varepsilon=f(P); \varepsilon=||\varepsilon||;$
 - 2) $\varepsilon=f(P); \varepsilon=const;$
 - 3) $\varepsilon=||\varepsilon||; \varepsilon=f(P).$
2. Каким соотношением связаны поперечные составляющие плоской волны, распространяющейся в положительном направлении координаты Z?
- 1) $\dot{H}_1 = 1/\dot{Z}_c [\overline{1_z \dot{E}_1}];$
 - 2) $\dot{H}_1 = z_c [\overline{1_z \dot{E}_1}];$
 - 3) $\dot{H}_1 = z_c [\dot{E}_1 \overline{1_z}].$
3. В каких пределах лежит значение фазовой скорости направляемой поверхностной волны на границе раздела диэлектрических сред?
- 1) $v_{01} < v_\phi < v_{02};$
 - 2) $v_{01} > v_\phi > v_{02};$

$$3) c < v_{\phi} < v_{02}.$$

4. Как вычислить мощность излучения элементарного электрического и магнитного излучателей?

$$1) P_{\Sigma_{cp}} = \oint_S \bar{P}_{cp} d\bar{S};$$

$$2) P_{\Sigma_{cp}} = \int_S \bar{P}_{cp} d\bar{S};$$

$$3) P_{\Sigma_{cp}} = \int_V \bar{P}_{cp} dV.$$

Вариант 3

1. Каким граничным условиям удовлетворяют нормальные и тангенциальные составляющие электромагнитного поля на границе раздела сред с различными электродинамическими параметрами?

$$1) E_{1\tau} = E_{2\tau}; H_{1\tau} = H_{2\tau}; D_{1n} = D_{2n}; B_{1n} = B_{2n};$$

$$2) D_{1\tau} = D_{2\tau}; B_{1\tau} = B_{2\tau}; E_{1n} = E_{2n}; H_{1n} = H_{2n};$$

$$3) E_{1\tau} = E_{2\tau}; H_{1n} = H_{2n}; D_{1n} = D_{2n}; B_{1n} = B_{2n}.$$

2. Как выглядит фазовый множитель плоской волны, распространяющейся в направлении Z' , составляющем с осями декартовой системы координат углы $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$?

$$1) e^{-jkz'} = e^{-jk(x\cos\varphi_x + y\cos\varphi_x + z\cos\varphi_z)};$$

$$2) e^{-jkz'} = e^{-jk(xtg\varphi_x + ytg\varphi_x + ztg\varphi_z)};$$

$$3) e^{-jkz'} = e^{-jk(x\sin\varphi_x + y\sin\varphi_x + z\sin\varphi_z)}.$$

3. Как связаны между собой фазовая скорость и скорость распространения энергии направляемой поверхностной волны, существующей на границе раздела диэлектрических сред?

$$1) v_{\phi} v_{\varepsilon} = v_{01}^2;$$

$$2) v_{\phi} = v_{\varepsilon};$$

$$3) v_{\phi} v_{\varepsilon} = v_{02}^2.$$

4. Что понимается под сопротивлением излучения элементарного электрического излучателя? Каков его физический смысл?

$$1) P_{\Sigma_{cp}} = I^2 R_{\Sigma} / 2; I^2 = const, R_{\Sigma} \uparrow \rightarrow P_{\Sigma_{cp}} \uparrow;$$

$$2) P_{\Sigma_{cp}} = U_m^2 / 2R_{\Sigma_{ш}}; U_m = const, R_{\Sigma_{ш}} \uparrow \rightarrow P_{\Sigma_{cp}} \downarrow;$$

$$3) P_{\Sigma_{cp}} = (R_{\Sigma} / 2) \oint_S |\dot{\vec{H}}_{om}|^2 dS; R_{\Sigma} \uparrow \rightarrow P_{\Sigma_{cp}} \uparrow.$$

Вариант 4

1. Какие граничные условия выполняются на поверхности идеального проводника?
 - 1) $E_{1\tau}=0; H_{1n}=0;$
 - 2) $E_{1n}=0; H_{1\tau}=0;$
 - 3) $\dot{\bar{I}}_{\tau} \dot{E}_{1\tau} = \dot{Z}_{c_2} [\bar{I}_n \dot{H}_1].$
2. Определите поляризацию плоской волны, распространяющейся вдоль координаты Z и образованную наложением двух ортогонально поляризованных волн одного направления: $\dot{\vec{E}}_m = \dot{\vec{E}}_{m1} + \dot{\vec{E}}_{m2} = (\bar{1}_x \dot{A} + \bar{1}_y \dot{B}) e^{-jkz}$, если фазы волн совпадают ($\dot{A} = A e^{j\varphi}$, $\dot{B} = B e^{j\varphi}$):
 - 1) линейная;
 - 2) круговая;
 - 3) эллиптическая.
3. Какие особенности наблюдаются в случае наклонного падения плоской волны из диэлектрика на плоскую идеально проводящую поверхность?
 - 1) полное внутреннее отражение при любом угле падения;
 - 2) полное внутреннее отражение при $\varphi > \varphi_{кр}$;
 - 3) полное внутреннее отражение при $\varphi = \varphi_{Б}$.
4. Что понимают под поверхностным сопротивлением проводника?
 - 1) $\dot{Z}_S, \dot{\vec{E}}_0 = \dot{Z}_S \dot{\vec{H}}_0;$
 - 2) $\dot{Z}_S, \dot{\vec{E}} = \dot{Z}_S [\dot{\vec{H}}, \bar{1}_Z];$
 - 3) $R_S, P_{Scp} = (I^2 \cdot R_S)/2.$

Тест №3

Вариант 1

1. Какое соотношение можно рассматривать в качестве критерия деления сред на проводники и диэлектрики?
 - 1) $\frac{\sigma}{\omega \epsilon_a} \gg 1$ – проводники; $\frac{\sigma}{\omega \epsilon_a} \ll 1$ – диэлектрики;
 - 2) $\frac{\sigma}{\omega \epsilon_a} \ll 1$ – проводники; $\frac{\sigma}{\omega \epsilon_a} \gg 1$ – диэлектрики;
 - 3) $\frac{\sigma}{\omega \epsilon_a} \ll 0$ – проводники; $\frac{\sigma}{\omega \epsilon_a} = \infty$ – диэлектрики.

2. Определить поляризацию плоской волны, распространяющейся вдоль координаты Z , и образованную наложением двух ортогонально поляризованных волн одного направления: $\dot{\vec{E}}_m = \dot{\vec{E}}_{m1} + \dot{\vec{E}}_{m2} = (\bar{1}_x \dot{A} + \bar{1}_y \dot{B})e^{-jkz}$, при одинаковых амплитудах ($A = C$) и фазовом различии 90° : $\dot{A} = Ae^{j\varphi}$, $\dot{B} = Be^{j(\varphi-90^\circ)}$.
- 1) круговая правая;
 - 2) круговая левая;
 - 3) эллиптическая;
3. Какие особенности имеет преломленная волна при падении плоской волны на границу поглощающей среды?
- 1) $\varphi_n = \varphi_d$;
 - 2) $\varphi_n = \varphi_0$;
 - 3) $\varphi_n = \varphi$;
4. Зачем вводится понятие эквивалентного поверхностного тока? Каким образом определяется его величина?
- 1) для упрощения расчетов; $\dot{\vec{J}}^{\text{э}} = [1_n \dot{\vec{H}}_0]$
 - 2) для уточнения расчетов; $\int_{\Delta S} \dot{\vec{J}}^{\text{э}} d\vec{S} = \oint_L \vec{H} d\vec{l}$;
 - 3) для повышения достоверности; $\dot{\vec{J}}^{\text{э}} = \sigma \dot{\vec{E}}$.

Вариант 2

1. Какой характерной особенностью с точки зрения распределения зарядов обладают среды с проводимостью отличной от нуля?
- 1) $\rho^{\text{э}}(p, t) = \dot{\rho}^{\text{э}}(p, 0)e^{-(\sigma/\epsilon_a)t}$;
 - 2) $\rho^{\text{э}}(p, t) = \dot{\rho}^{\text{э}}(p, 0)e^{(\sigma/\epsilon_a)t}$;
 - 3) $\rho^{\text{э}}(p, t) = \dot{\rho}^{\text{э}}(p, 0)e^{(\epsilon_a/\sigma)t}$.
2. С какими особенностями связано распространение плоских волн в реальных диэлектриках?
- 1) $tg\delta \ll 1$; $\beta = \omega\sqrt{\mu_a\epsilon_a} \cdot (1 + tg^2 \delta/8)$; $v_\Phi = v_\text{Э} = v_0/(1 + tg^2 \delta/8)$;
 $\alpha \cong \left(\frac{\sigma}{2}\right)\sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}}$ – дисперсия выражена слабо;
 - 2) $tg\delta \gg 1$; $\beta = \alpha = \omega\sqrt{\mu_0 \delta/2}$; $v_\Phi = v_\text{Э} = \sqrt{2\omega/\mu_0\sigma}$;

$\lambda = 2\pi/\sqrt{f\mu_a\sigma}$; - дисперсия выражена сильно;

3) $tg\delta = 0$; $\beta = \omega\sqrt{\mu_a\epsilon_a}$; $v_\phi = v_\varepsilon = v_0$; $\lambda = v_0/f$ - дисперсия отсутствует;

3. В чём состоит приближённость граничных условий Щукина-Леонтовича?

1) $\bar{I}_\tau \dot{E}_{1\tau} = \dot{Z}_{c2} [\bar{I}_n \dot{H}_1]$; $\varphi_g \cong 0$;

2) $\dot{E}_2 = \dot{Z}_{c2} [\bar{I}_n \dot{H}_1]$; $tg\varphi_g = \frac{k_1 \sin \varphi}{Re \sqrt{k_2^2 - k_1^2 \sin^2 \varphi}}$

3) $\dot{E}_0^{np} = \dot{E}_0^{пад} T_{\perp(\parallel)}$; $\sin \varphi_n = k_1/k_2 \sin \varphi$.

4. В чём физическая суть принципа эквивалентности?

Замена известного распределения поля на поверхности: \bar{E}_s, \bar{H}_s - распределением эквивалентных сторонних источников:

1) $\dot{J}^{\bar{E}} = [\bar{I}_n \dot{H}^s]$; $\tau^{\bar{E}} = \epsilon_a (\bar{I}_n \dot{E}^s)$; $\dot{J}^{\bar{H}} = -[\bar{I}_n \dot{E}^s]$; $\tau^{\bar{H}} = \mu_a (\bar{I}_n \dot{H}^s)$;

2) $\dot{J}^{\bar{H}} = [\bar{I}_n \dot{E}^s]$; $\tau^{\bar{H}} = \mu_a (\bar{I}_n \dot{H}^s)$; $\dot{J}^{\bar{E}} = [\bar{I}_n \dot{H}^s]$; $\tau^{\bar{E}} = \epsilon_a (\bar{I}_n \dot{E}^s)$;

3) $\dot{J}^{\bar{E}} = [\bar{I}_n \dot{H}^s]$; $\tau^{\bar{E}} = \mu_a (\bar{I}_n \dot{H}^s)$; $\dot{J}^{\bar{H}} = [\bar{I}_n \dot{E}^s]$; $\tau^{\bar{H}} = \epsilon_a (\bar{I}_n \dot{E}^s)$.

Вариант 3

1. Может ли мощность сторонних источников быть отрицательной величиной?

1) да, $P_{ст} < 0$, если $\bar{E} \bar{J}^{эст} > 0$;

2) да, $P_{ст} < 0$, если $\bar{E} \bar{J}^{эст} < 0$;

3) нет, $P_{ст} > 0$ – всегда.

2. С какими особенностями связано распространение плоских волн в реальных проводниках?

1) $tg\delta \gg 1$, $\beta = \alpha = \sqrt{\omega\mu_a\sigma/2}$; $v_\phi = v_\varepsilon = \sqrt{\frac{2\omega}{\mu_a\sigma}}$; $\lambda = \frac{2\pi}{\sqrt{f\mu_a\sigma}}$ - дисперсия выражена сильно;

2) $tg\delta \ll 1$; $\beta = \omega\sqrt{\mu_a\epsilon_a} \cdot \left(1 + \frac{tg^2\delta}{8}\right)$; $v_\phi = v_\varepsilon = v_0 / \left(1 + \frac{tg^2\delta}{8}\right)$; $\lambda \cong (\sigma/2) \sqrt{\frac{\mu_a}{\epsilon_a}}$ - дисперсия выражена слабо;

3) $tg\delta = 0$; $\beta = \omega\sqrt{\mu_a\epsilon_a} \left(1 + \frac{tg^2\delta}{8}\right)$; $v_\phi = v_\varepsilon = v_0$, $\lambda = v_0/f$ - дисперсия отсутствует;

3. Как выглядят приближенные граничные условия Щукина-Леонтовича?

$$1) \dot{\bar{I}}_{\tau} \dot{E}_{1\tau} = \dot{z}_{c2} [\bar{I}_n \dot{H}_1];$$

$$2) E_{1\tau} = E_{2\tau}; \quad H_{1\tau} = H_{2\tau}; \quad D_{1n} = D_{2n}; \quad B_{1n} = B_{2n};$$

$$3) (D_{1n} - D_{2n}) = \tau^3; \quad [\bar{I}_n \dot{E}_1] - [\bar{I}_n \dot{E}_2] = -\dot{j}^m; \quad (B_{1n} - B_{2n}) = \tau^m;$$

$$[\bar{I}_n \dot{H}_1] - [\bar{I}_n \dot{H}_2] = \dot{j}^m.$$

4. Что собой представляет элемент Гюйгенса? Какими направленными свойствами он обладает?

1) элемент фронта распространяющейся волны: $F(\theta) = (1/2)(1 + \cos\theta)$;

2) линейный проводник с переменным электрическим током, длиной $l \ll \lambda$;
 $F(\theta) = \sin\theta$;

$F(\varphi) = 1$;

3) рамочный проводник с переменным электрическим током, длиной $l \ll \lambda$; $F(\theta) = 1$;

$F(\varphi) = \sin\theta$.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЭМП и В

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 ЭМП и В**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- лабораторные макеты и измерительное оборудование специализированной лаборатории (510-3) по дисциплине ЭМП и В (3 лабораторные работы): Г4-114, Г4-37А, Г4-80 - 2 шт., У2-8, В3-38 – 3 шт., ВМТ-Д, П6-23А;
- компьютеры со специализированным программным обеспечением LabVIEW (8 шт.) в специализированной лаборатории (504-3) для выполнения виртуальных лабораторных работ по дисциплине ЭМП и В (3 виртуальных работ).


Программа составлена в соответствии с требованием ФГОС ВО по направлению 11.03.02 Инфокоммуникационные 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 6.04.15 года.

Заведующий кафедрой РТ и РС  О.Р. Никитин

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

Протокол № 10 от 4.04.15 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 1.09.15 года

Заведующий кафедрой _____ *ОРНИЦКИЧ*

Рабочая программа одобрена на 16/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 1.09.16 года

Заведующий кафедрой _____ *ОРНИЦКИЧ*

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: _____

в) интернет-ресурсы: _____