

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

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности

А.А.Панфилов

«_____» _____ 2016 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. |
|---------|-----------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|-----------|--------------------------------------------------|
| 3 | 5/180 | 6 | - | 6 | 141 | Экзамен, 27 |
| Итого | 5/180 | 6 | - | 6 | 141 | Экзамен, 27 |

Мед.

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.16;
- 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 5 зачетных единиц, 180 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 | 3 | 1 | 0,1 | | | | | | | |
| 2 | Электромагнитное поле и параметры сред | 3 | 1 | 0,2 | | | | 7,9 | 0,1/33 | | |
| 3 | Основные уравнения электродинамики | 3 | 2 | 0,3 | | | | 7,9 | 0,1/33 | | |
| 4 | Граничные условия | 3 | 3 | 0,3 | | | | 7,9 | 0,1/33 | | |
| 5 | Энергия электромагнитного поля | 3 | 4 | 0,3 | | | | 7,9 | 0,1/33 | | |
| 6 | Волновые уравнения | 3 | 5 | 0,4 | | | | 7,9 | 0,13/33 | | |
| 7 | Плоские электромагнитные волны в однородной изотропной среде | 3 | 6 | 0,4 | | | | 7,9 | 0,13/33 | | |
| | | 3 | 7 | 0,4 | | | | 7,9 | 0,13/33 | | |
| 8 | Волновые явления на границе раздела двух сред | 3 | 8 | 0,4 | | 4 | | 7,9 | 1,47/33 | | |
| | | 3 | 9 | 0,4 | | | | 7,9 | 0,13/33 | | |
| | | 3 | 10 | 0,4 | | | | 7,9 | 0,13/33 | | |
| | | 3 | 11 | 0,3 | | | | 7,9 | 0,1/33 | | |
| 9 | Поверхностный эффект | 3 | 12 | 0,3 | | | | 7,9 | 0,1/33 | | |
| 10 | Излучение электромагнитных волн | 3 | 13 | 0,3 | | 2 | | 7,7 | 0,77/33 | | |
| | | 3 | 14 | 0,3 | | | | 7,7 | 0,1/33 | | |
| 11 | Основные теоремы электродинамики | 3 | 15 | 0,3 | | | | 7,7 | 0,1/33 | | |
| | | 3 | 16 | 0,3 | | | | 7,7 | 0,1/33 | | |
| 12 | Основы теории дифракции электромагнит- | 3 | 17 | 0,3 | | | | 7,7 | 0,1/33 | | |
| | | 3 | 18 | 0,3 | | | | 7,7 | 0,1/33 | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|----------|--|---|--|---|---|-----|--|------|---------|
| | НЫХ ВОЛН | | | | | | | | | |
| | Всего | | 6 | | 6 | + | 141 | | 4/33 | 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 | 0,2 | + | | 1 |
| 3 | 0,3 | + | | 1 |
| 4 | 0,3 | + | | 1 |
| 5 | 0,3 | + | | 1 |
| 6 | 0,4 | + | | 1 |
| 7 | 0,8 | + | + | 2 |
| 8 | 5,5 | + | + | 2 |
| 9 | 0,3 | + | + | 2 |
| 10 | 0,6 | + | + | 2 |
| 11 | 0,6 | + | + | 2 |
| 12 | 0,6 | + | + | 2 |
| Вес компетенций | | 0,67 | 0,33 | |

| № п/п | Темы лабораторных работ | Трудоемкость (в часах) |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1 | Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела диэлектрических сред | 4 |
| 2 | Элементарные излучатели | 2 |

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 2 часа лекционных и 2 часа лабораторных 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, выполнение заданий, предусмотренных домашними контрольными работами. 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 студентам предоставляется электронная версия учебно-методического комплекса, включающего: конспект лекций; сборник задач; методические указания к лекциям, 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: $\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \vec{j}^\partial d\vec{S}$; $\text{rot} \vec{H} = \vec{j}^\partial$?
 - 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) $P_{\Sigma_{cp}} = R_e \oint_S \dot{\vec{P}} d\vec{S}$;
 - б) $P_{\Sigma_{cp}} = \oint_S \dot{\vec{P}} d\vec{S}$;
 - в) $P_{\Sigma_{cp}} = \int_S \dot{\vec{P}} d\vec{S}$.

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) $n_1 > n_2, \varphi > \varphi_{кр}$;
 - 2) $n_1 < n_2, \varphi > \varphi_{кр}$;
 - 3) $n_1 < n_2, \varphi < \varphi_{кр}$.

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 убывающая в нормальном направлении к направляющей поверхности;
 - 2) Волна, распространяющаяся перпендикулярно границы 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) $\dot{E} \leftrightarrow \dot{H}; \dot{I}^{\partial} \leftrightarrow -\dot{I}^m; \mu_a \leftrightarrow -\varepsilon_a;$
 - 2) $\dot{E} \leftrightarrow -\dot{H}; \dot{I}^{\partial} \leftrightarrow -\dot{I}^m; \mu_a \leftrightarrow -\varepsilon_a;$
 - 3) $\dot{E} \leftrightarrow \dot{H}; \dot{I}^{\partial} \leftrightarrow -\dot{I}^m; \mu_a \leftrightarrow \varepsilon_a.$

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) $\dot{H}_1 = 1/Z_c [\overline{1_z \dot{E}_1}];$
 - 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?

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

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

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

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

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

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

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

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: $\dot{E}_m = \dot{E}_{m1} + \dot{E}_{m2} = (\bar{I}_x \dot{A} + \bar{I}_y \dot{B}) e^{-jkz}$, 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) $\dot{Z}_S, \dot{E}_0 = \dot{Z}_S \dot{J}^{\vec{e}}_0;$
 - 2) $\dot{Z}_S, \dot{E} = \dot{Z}_S [\dot{H}, \bar{I}_Z];$
 - 3) $R_{\Sigma}, P_{\Sigma ср} = (I^2 \cdot R_{\Sigma})/2.$

Тесты №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; $\dot{\vec{J}}^{\partial} = [1_n \dot{\vec{H}}_0]$
 - 2) для уточнения расчетов; $\int_{\Delta S} \dot{\vec{J}}^{\partial} d\vec{S} = \oint_L \vec{H} d\vec{l}$;
 - 3) для повышения достоверности; $\dot{\vec{J}}^{\partial} = \sigma \dot{\vec{E}}$.

Вариант 2

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

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

3) $tg\delta = 0; \beta = \omega\sqrt{\mu_a\epsilon_a}; v_\Phi = v_\Delta = v_0; \lambda = v_0/f$ - 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: \dot{E}_s, \dot{H}_s - распределением эквивалентных сторонних источников:

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

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

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

Вариант 3

1. Может ли мощность сторонних источников быть отрицательной величиной?

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

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

3) нет, $P_{ст} > 0$ – всегда.

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

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

сильно;

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

дисперсия выражена слабо;

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

отсутствует;

3. Как выглядят приближенные граничные условия Щукина-Леонтовича?

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

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

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

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

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 $l \ll \lambda$; $F(\theta) = 1$;
 $F(\varphi) = \sin\theta$.

6.3. Контрольные работы для СРС

Домашние контрольные работы являются базой для оценки степени усвоения теоретического материала и, совместно с другими формами учебного процесса, учитываются в текущем контроле.

Для каждой контрольной работы подготовлено 10 вариантов. Каждый вариант содержит теоретические вопросы и задачи.

Номера задач соответствуют сборнику [3], включенному в раздел 7а. В электронном виде сборник задач входит в учебно-методический комплекс по дисциплине ЭМП и В.

Контрольная работа № 1

Вариант 1

1. Охарактеризуйте статические и динамические электромагнитные явления. Дайте определение электрического и магнитного полей.
2. Опишите принципы получения дифференциальных уравнений электродинамики. Какие математические операции при этом используются?
3. Объясните смысл закона сохранения энергии в объеме и точке, где используются электромагнитные поля.

4. [3], п. 7а: 2,8; 2,22.

Вариант 2

1. Почему электрические и магнитные поля являются векторными величинами?
2. Опишите физическую сущность уравнений Максвелла. Каким образом учитывается в них присутствие сторонних источников?
3. Каков принцип математического построения уравнения баланса мощности из уравнений Максвелла?
4. [3], п. 7а: 2,10; 2,24.

Вариант 3

1. Какими величинами описываются электрические и магнитные поля. Какова их физическая сущность?
2. В чем отличие и сходство уравнений электродинамики в интегральной и дифференциальной формах?
3. Каков физический смысл вектора Пойнтинга и в каких единицах он измеряется?
4. [3], п. 7а: 2,13; 2,25.

Вариант 4

1. Опишите поведение силовых линий векторов электрического и магнитного полей.
2. Опишите свойства уравнений Максвелла.
3. Объясните интегральную и дифференциальную теоремы Пойнтинга.
4. [3], п. 7а: 2,14; 2,26.

Вариант 5

1. Как связаны векторы электрического поля \vec{E} и \vec{D} , векторы магнитного поля \vec{H} и \vec{B} ? В чём смысл таких связей?
2. Опишите частные случаи уравнений Максвелла.
3. Проанализируйте и объясните появление взаимной энергии при рассмотрении полной энергии двух электромагнитных полей.
4. [3], п. 7а: 2,16; 2,27.

Вариант 6

1. Дайте определение тока проводимости и тока смещения. В чем различие и сходство этих токов?
2. В чем суть метода комплексных амплитуд и зачем он применяется в электродинамике?

3. Опишите математическую процедуру при получении выражения для скорости распространения энергии электромагнитного поля.
4. [3], п. 7а: 2,17; 2,31.

Вариант 7

1. Приведите способ классификации электромагнитных явлений.
2. Напишите уравнение Максвелла в комплексных амплитудах. Объясните в чем их отличие от записи через временные функции?
3. Приведите аналитические рассуждения о законе сохранения заряда и уравнение непрерывности.
4. [3], п. 7а: 2,18; 2,32.

Вариант 8

1. Дайте определение понятиям идеальный проводник и идеальный диэлектрик. В чем смысл уточнения понятий проводник и диэлектрик?
2. Объясните смысл введения комплексных диэлектрической и магнитной проницаемостей.
3. Приведите и объясните уравнение баланса для средних за период значений мощностей в ограниченном объеме.
4. [3], п. 7а: 2,19; 2,22.

Вариант 9

1. Приведите способ классификации сред с точки зрения их электромагнитных свойств.
2. Что понимают под граничными условиями и для каких целей они применяются? Перечислите граничные условия для тангенциальных и нормальных составляющих. Укажите на частные случаи.
3. Напишите и объясните смысл теоремы Пойнтинга для комплексных мощностей.
4. [3], п. 7а: 2,20; 2,24.

Вариант 10

1. Приведите способ графического изображения полей. Как выглядит обобщенное дифференциальное уравнение линий поля?
2. Опишите математические принципы исследования граничных условий.
3. Сформируйте и опишите уравнения баланса для комплексных мощностей применительно к объему, ограниченному замкнутой идеально проводящей поверхностью.
4. [3], п. 7а: 2,21; 2,25.

Контрольная работа № 2

Вариант 1

1. Опишите математические преобразования уравнений Максвелла, приводящие их к уравнениям Гельмгольца.
2. Дайте определение плоской волны. Почему плоская волна не может существовать в действительности?
3. Поясните получение выражения для фазового множителя плоской волны, распространяющейся в произвольном направлении.
4. [3], п. 7а: 5.7; 6.5.

Вариант 2

1. Объясните смысл введения векторных и скалярных электродинамических потенциалов.
2. Запишите дифференциальные уравнения плоской волны. Как выглядят их решения?
3. Сравните результаты рассеяния плоской волны на границе раздела диэлектрических сред при нормальной и параллельной поляризациях.
4. [3], п. 7а: 5.10; 6.6.

Вариант 3

1. Перечислите характеристики электромагнитных волн.
2. Как образуется вектор Пойнтинга в плоской волне и чему он равен?
3. Поясните физическую сущность и условия полного преломления плоской волны на границе раздела диэлектрических сред.
4. [3], п. 7а: 5.11; 6.7.

Вариант 4

1. Как записывается формула для постоянной распространения?
2. Почему в исследованиях плоских волн отсутствуют граничные условия?
3. Поясните физическую сущность, и условия полного внутреннего отражения на границе раздела диэлектрических сред. Какие волны называются направляемыми, поверхностными?
4. [3], п. 7а: 5.14; 6.8.

Вариант 5

1. Поясните физический смысл фазовой постоянной. Как она связана с параметрами среды?
2. Что подразумевается под характеристическим сопротивлением плоской волны? К чему приводит комплексное значение характеристического сопротивления?
3. Опишите особенности рассеяния плоской волны при падении на границу с поглощающей средой.
4. [3], п. 7а: 5.17; 6.16.

Вариант 6

1. Поясните физический смысл постоянной затухания. Как она связана с параметрами среды?
2. Опишите особенности распространения плоских волн в вакууме и идеальном диэлектрике. Что подразумевается под понятием свободного пространства?
3. Сформулируйте и опишите условия применимости приближенных граничных условий Щукина – Леонтовича.
4. [3], п. 7а: 5.18; 6.17.

Вариант 7

1. Дайте определение фазовой скорости и длины волны.
2. Опишите особенности распространения плоских волн в реальных проводниках.
3. Какие особенности проявляются при падении плоской волны на поверхность идеального проводника?
4. [3], п. 7а: 5.20; 6.21.

Вариант 8

1. Напишите и объясните формулы решений неоднородных уравнений Гельмгольца.
2. Опишите поляризационные свойства плоской волны. В каком случае поляризация будет линейной, круговой, эллиптической?
3. В чем суть поверхностного эффекта? Как и для чего вводится понятие эквивалентного поверхностного тока?
4. [3], п. 7а: 5.21; 6.22.

Вариант 9

1. Запишите уравнения Максвелла с учетом магнитных зарядов и токов. Сформулируйте принцип перестановочной двойственности.
2. Опишите особенности распространения плоских волн в среде с проводимостью отличной от нуля. Что подразумевается под дисперсией и глубиной проникновения?

3. Что подразумевается под поверхностным сопротивлением реального проводника?
4. [3], п. 7а: 5.31; 6.33.

Вариант 10

1. Сформулируйте теорему единственности для внутренних и внешних задач электродинамики.
2. Опишите особенности распространения плоских волн в реальных диэлектриках?
3. Каким образом определяются потери в проводниках?
4. [3], п. 7а: 5.33; 6.38.

Контрольная работа 3

Вариант 1

1. Что подразумевается под элементарным электрическим излучателем (ЭЭИ)? Каким образом подтверждается его близость с изотропным излучателем?
2. Поясните физический смысл леммы Лоренца. Связь между какими величинами она устанавливает?
3. [3], п. 7а: 11.9; 12.1.

Вариант 2

1. Опишите математические преобразования, в ходе которых определяется векторный электрический потенциал для ЭЭИ.
2. Как, используя лемму Лоренца, аналитически сформулировать теорему взаимности для элементарных излучателей?
3. [3], п. 7а: 11.10; 12.2.

Вариант 3

1. Опишите математические преобразования, в ходе которых определяются составляющие поля ЭЭИ.
2. Каким образом и для чего вводятся эквивалентные источники электромагнитного поля? Сформулируйте связь принципа эквивалентности с принципом Гюйгенса.
3. [3], п. 7а: 11.11; 12.3.

Вариант 4

1. Сформулируйте понятие ближней и дальней зон ЭЭИ, сравните свойства электромагнитного поля в зонах.

2. Что собой представляет элемент Гюйгенса? Какими направленными свойствами он обладает?
3. [3], п. 7а: 11.12; 12.4.

Вариант 5

1. Проанализируйте общие выражения для составляющих поля ЭЭИ и их преобразованную форму в дальней зоне.
2. Сформулируйте строгую постановку задачи дифракции.
3. [3], п. 7а: 11.13; 12.5.

Вариант 6

1. Дайте определение диаграммы направленности ЭЭИ, и постройте её в меридиональной и экваториальной плоскостях в нормированном виде.
2. В чём суть приближения Гюйгенса – Кирхгофа при решении дифракционных задач?
3. [3], п. 7а: 11.14; 12.6.

Вариант 7

1. Объясните процесс вычисления мощности и сопротивления излучения ЭЭИ.
2. Сформулируйте и опишите основные этапы решения задачи дифракции на круговом металлическом цилиндре.
3. [3], п. 7а: 11.15; 12.7.

Вариант 8

1. Что понимается под элементарным магнитным излучателем (ЭМИ)? Как получить выражение для составляющих поля ЭМИ, используя аналогичные выражения для ЭЭИ?
2. Поясните основные принципы метода геометрической оптики.
3. [3], п. 7а: 11.17; 12.8.

Вариант 9

1. Укажите отличия и сходства полей ЭЭИ и ЭМИ в дальней зоне с полем плоской волны.
2. Сформулируйте основные особенности решения дифракционных задач методом краевых волн.

3. [3], п. 7а: 11.18; 12.9.

Вариант 10

1. Объясните процедуру перехода от эквивалентного магнитного тока к реально существующему напряжению в случае элементарного щелевого излучателя. Приведите другие типы ЭМИ.
2. В чем суть метода геометрической теории дифракции? Сравните его с методом геометрической оптики.
3. [3], п. 7а: 11.19; 12.19.

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.

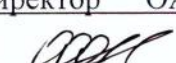
8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЭМП и В

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 № 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**

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: _____