

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Ф.И.О.
« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

Направление/специальность подготовки	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиолокационные системы и комплексы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Страхов Сергей Юрьевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК-2 — способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения
ОПК-4 — способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

Знание основных физических законов, связанных с теорией электромагнитного поля;

умения:

Умение применить физические законы для количественного описания основных явлений, связанных с электромагнитным полем и распространением радиоволн;

навыки:

Расчет основных параметров электромагнитного поля при распространении через различные среды, расчет энергетического бюджета радиолинии.

ОПК-2

знания:

Знание физико-математический аппарат для решения задач электродинамики;

умения:

Умение применять физико-математический аппарат для решения задач электродинамики;

навыки:

Навык решения задач электродинамики.

ОПК-4

знания:

Знание основных принципов, методов и средств экспериментального моделирования распространения электромагнитных волн в открытом пространстве в волноводах;

умения:

Умение пользоваться средствами радиоизмерений;

навыки:

Расчет основных параметров электромагнитного излучения и характеристик радиолинии по результатам экспериментальных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ И МИКРОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **УСТРОЙСТВА СВЧ И АНТЕННЫ, РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения
- ОПК-3 — Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
- ОПК-4 — Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
- ОПК-6 — Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской и опытно-конструкторских работ

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-2	ОПК-4
3	5	Раздел 1. Введение. Задачи и содержание дисциплины. Основные термины и определения.	20	4	4	0	0	16	10	10	10
3	5	Раздел 2. Теория электромагнитных волн. Основные положения теории электромагнетизма. Векторы электромагнитного поля. Макроскопическая электродинамика. Сводка уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла для монохроматических колебаний. Комплексные амплитуды полей. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Угол диэлектрических полей. Уравнения Гельмгольца. Волновой характер электромагнитного поля. Энергетические соотношения в электромагнитном поле. Теорема Пойнтинга. Общие сведения о волновых процессах. Однородная плоская электромагнитная волна с линейной поляризацией. Сферические и цилиндрические волны. Фазовая скорость и постоянная затухания плоских волн в различных средах. Плоские электромагнитные волны с вращающейся поляризацией. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Электродинамические основы излучения электромагнитных волн. Постановка задачи излучения. Векторный и скалярный потенциалы. Калибровка потенциалов. Неоднородное уравнение Гельмгольца и его решение. Элементарные излучатели. Элементарный электрический излучатель. Составляющие полей в ближней и дальней зонах излучения. Диаграмма направленности, мощность и сопротивление излучения. Элементарный магнитный излучатель. Принцип перестановочной двойственности. Составляющие полей, диаграмма направленности и проводимость элементарного щелевого излучателя. Излучение элементарной рамки с током. Излучение элементарной площадки (излучатель Гюйгенса).	43	23	10	0	13	20	30	30	30
3	5	Раздел 3. Основы распространения волн по естественным трассам. Поле излучателя, находящегося в свободном пространстве. Область пространства, существенная при распространении радиоволн. Распространение земных радиоволн (ЗР). Классификация случаев распространения ЗР. Поле направленного излучателя, поднятого над плоской земной поверхностью. Интерференционный множитель ослабления. Отражение радиоволн на границе раздела двух сред. Вертикальный вибратор. Горизонтальный вибратор. Интерференционная формула Введенского. Учет сферичности земной поверхности при использовании интерференционными формулами. Поле направленного излучателя, поднятого над поверхностью Земли. Случай неровной и неоднородной земной поверхности. Распространение УКВ в пределах большого города. Расчет напряженности электрического поля в зоне тени (дифракция). Тропосфера и ее влияние на распространение радиоволн. Состав и строение тропосферы. Диэлектрическая проницаемость и коэффициент преломления тропосферы. Затухание напряженности поля радиоволн в тропосфере. Рефракция радиоволн в тропосфере. Эквивалентный радиус земного шара. Различные виды тропосферной рефракции. Распространение УКВ на большие расстояния в условиях сверх рефракции и путем рассеяния на неоднородностях тропосферы. Ионосфера и ее влияние на распространение радиоволн. Причины образования ионосферы. Экспериментальные данные о строении ионосферы. Нерегулярные явления в ионосфере. Диэлектрическая проницаемость ионизированного газа без учета потерь. Учет влияния ионов. Диэлектрическая проницаемость и проводимость ионизированного газа. Учет столкновения с ионами и нейтральными молекулами. Поглощение радиоволн и нелинейные явления в ионизированном газе. Преломление и отражение радиоволн в ионосфере. Особенности распространения длинных, средних, коротких и УК волн. Особенности распространения радиоволн оптического и инфракрасного диапазонов.	30	10	10	0	0	20	25	25	25
3	5	Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн. Граничные условия для векторов электромагнитного поля. Падение плоских волн с параллельной и перпендикулярной поляризацией на идеально проводящую плоскую поверхность на диэлектрическое полупространство. Классификация направляемых волн. Фазовая скорость направляемых волн. Двухплоскостной волновод. Типы волн. Критическая длина волны. Волноводные линии передачи. Прямоугольный металлический волновод. Круглый и эллиптический волноводы. Диэлектрические волноводы. Линии передачи с волнами ТЕМ. Общая характеристика линий передачи с волнами ТЕМ. Двухпроводная линия передачи. Коаксиальная линия передачи. Полосковые и микрополосковые линии передачи. Щелевые линии передачи. Копланарный волновод. Линии передачи поверхностных волн. Диэлектрические волноводы.	51	31	10	17	4	20	35	35	35
Всего за 5 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Теория электромагнитных волн.	Исследование прямоугольного волновода в программной среде Ansys HFSS	4
2		Исследование диаграммы направленности антенны на примере симметричного вибратора в программной среде Ansys HFSS	4
3		Исследование диаграммы направленности антенны на примере рупорной антенны в программной среде Ansys HFSS	5
4	Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн.	Предельное значение мощности, передаваемое при помощи фидерных линий различных типов. Расчет потерь мощности в линиях передачи. Дальность распространения радиоволн.	2
5		Эффективная площадь рассеяния цели. ЭПР эталонных отражателей. Дальность распространения радиоволн.	2
Всего за 5 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн.	Исследования радиолонии передачи сигналов	3
2		Калибровка детекторной головки измерительной лонии	2
3		Измерение параметров СВЧ-тракта с использованием измерительной лонии	3
4		Определение полного сопротивления нагрузок	3
5		Измерение модуля коэффициента отражения плоских образцов	3
6		Измерение напряженности электромагнитного поля сигналов с использованием селективного микровольтметра RFT SMV 6.5 с антенным модулем RFT FMA 6.2	3
Всего за 5 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 1 с использованием рекомендуемой литературы	16
2	Раздел 2. Теория электромагнитных волн.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы; Подготовка к практическим занятиям	20
3	Раздел 3. Основы распространения волн по естественным трассам.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы	20
4	Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы; Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	20
Всего за 5 семестр			76

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5	ТекК		ТекК		ДР		ЛР, Отч. по ПЗ		ЛР, Отч. по ПЗ	ДР	ТекК	Отч. по ПЗ			ТекК	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. . Электродинамика и распространение радиоволн. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.
2. А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. . Электродинамика и распространение радиоволн. СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, 36 экз.
3. В. И. Вольман, Ю. В. Пименов. . Техническая электродинамика. М.: Связь, 1971, 9 экз.
4. В. П. Смолин, В. В. Смирнов, О. В. Свешников. . Электродинамика и распространение радиоволн. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 165 экз.
5. Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин. . Электродинамика и распространение радиоволн. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
6. Е. И. Нефёдов. . Техническая электродинамика. М.: Академия, 2008, 16 экз.
7. Л. А. Потапов. . Электродинамика и распространение радиоволн. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Стенд для измерения модуля коэффициента отражения плоских образцов;
2. Стенд для определения полных сопротивлений нагрузок и согласований их с линией передачи.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способность представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
ОПК-2 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения;
ОПК-4 способность проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией электромагнитных волн и физическими основами распространения радиоволн в различных средах.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- лабораторная работа;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 1 с использованием рекомендуемой литературы	А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. . Электродинамика и распространение радиоволн: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все) Е. И. Нефёдов. . Техническая электродинамика: М.: Академия, 2008 (все)	16
Итого по разделу 1		16
Раздел 2. Теория электромагнитных волн.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы; Подготовка к практическим занятиям	В. И. Вольман, Ю. В. Пименов. . Техническая электродинамика: М.: Связь, 1971 (все) Д. Ю. Муромцев, Ю. Т. Зырянов, П. А. Федюнин. . Электродинамика и распространение радиоволн: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (все) В. П. Смолин, В. В. Смирнов, О. В. Свешников. . Электродинамика и распространение радиоволн: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (все)	20
Итого по разделу 2		20
Раздел 3. Основы распространения волн по естественным трассам.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы	Е. И. Нефёдов. . Техническая электродинамика: М.: Академия, 2008 (все)	20
Итого по разделу 3		20
Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы; Подготовка к практическим и лабораторным занятиям	Л. А. Потапов. . Электродинамика и распространение радиоволн: Москва: Юрайт, 2020 (все) А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. . Электродинамика и распространение радиоволн: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все) А. Н. Флёров, С. Ю. Страхов, А. А. Флёрова. . Электродинамика и распространение радиоволн: СПб.: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (все)	20
Итого по разделу 4		20

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- лабораторная работа;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы для текущего контроля

После каждой лекции студенты должны ответить на 5 вопросов (тест). Перечень вопросов приведен в УМК дисциплины

Отчет по практическому заданию

Отчет по практическому заданию представляется в печатном или электронном виде в формате, предусмотренном шаблоном. Отчет оформляется в соответствии с указаниями из описания к практической работе; содержит все необходимые расчеты и графические материалы, выводы по работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя (из списка контрольных вопросов).

В случае если оформление отчета и поведение обучающегося во время защиты соответствуют указанным требованиям, работа считается успешно выполненной.

Основания для дополнительных вопросов преподавателя на понимание темы выполненного практического задания:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов.

Лабораторная работа

Допуск к ЛР. Допуск к выполнению ЛР происходит при условии наличия у обучающегося печатной версии протокола по лабораторной работе. Протокол содержит титульный лист, описание лабораторной работы, чертежи схемы для сборки и исследования, таблицы для заполнения данными, заготовки для построения графиков.

Отчет по ЛР. Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Отчет оформляется на основании протокола о выполнении ЛР, содержит (помимо информации из протокола) все необходимые расчеты и построенные графики, ответы на контрольные вопросы, выводы по работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение обучающегося во время защиты соответствуют указанным требованиям, обучающийся получает максимальное количество баллов (по пятибалльной системе).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 1 до 2 являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений

Дифференцированный зачет

На дифференцированном зачете студенту предлагается тест из 10 вопросов. Тест считается пройденным успешно, если студент правильно ответил на 6 (или более) из 10 предложенных вопросов. При правильном ответе на 6 вопросов выставляется оценка «Удовлетворительно», при правильном ответе на 8 вопросов выставляется оценка «Хорошо», при правильном ответе на 10 вопросов выставляется оценка «Отлично».

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ОПК-2	ОПК-4	
3	5	Раздел 1. Введение.	20	4	4	0	0	16	10	10	10	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 2. Теория электромагнитных волн.	43	23	10	0	13	20	30	30	30	Отчет по практическому заданию, Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 3. Основы распространения волн по естественным трассам.	30	10	10	0	0	20	25	25	25	Вопросы для текущего контроля
3	5	Раздел 4. Распространение направляемых радиоволн.	51	31	10	17	4	20	35	35	35	Вопросы для текущего контроля, Лабораторная работа
Всего за 5 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-1

№ 1	<p><i>Вопросы открытого типа:</i> Что означает индекс 1 в записи Н10?</p>
	<p>А) Все составляющие электромагнитного поля не имеют вариаций поля вдоль оси ox (широкой стенки волновода).</p> <p>Б) Все составляющие электромагнитного поля имеют одну вариацию поля вдоль оси ox (широкой стенки волновода).</p> <p>В) Период колебания волны составляет 1с</p>
№ 2	<p>Г) Частота волны составляет 10 Гц Формула вычисления длины волны в свободном пространстве (связь длины волны λ, частоты ν и скорости c распространения волны):</p> <p>А) $\lambda = \nu / c$</p> <p>Б) $\lambda = c/\nu$</p> <p>В) $\lambda = c/2\nu$</p>
№ 3	<p>Г) $0,5\lambda = c/\nu$ Скорость света с примерно равна:</p> <p>А) $1 \cdot 10^8$ м/с</p> <p>Б) $3 \cdot 10^8$ м/с²</p> <p>В) $3 \cdot 10^{-8}$ м/с</p>
№ 4	<p>Г) $3 \cdot 10^8$ м/с Корректная длина волны излучения для работы с симметричным вибратором длиной 150 мм является:</p> <p>А) 300 мм</p> <p>Б) 3 см</p> <p>В) 100 мм</p>
№ 5	<p>Г) 75 мм Запись 1 ГГц соответствует частоте:</p> <p>А) 1 000 Гц</p> <p>Б) 1 000 000 Гц</p> <p>В) 1 000 000 000 Гц</p>
№ 6	<p>Г) 1 000 000 000 000 Гц Скорость электромагнитной волны в вакууме:</p> <p>А) Превышает скорость света</p> <p>Б) Меньше скорости света</p> <p>В) Равна скорости света</p>
№ 7	<p>Г) Равна нулю Для увеличения дальности действия РЛС в 2 раза площадь антенны необходимо:</p> <p>А) Увеличить в 2 раза</p> <p>Б) Уменьшить в 2 раза</p> <p>В) Увеличить в 4 раза</p>
№ 8	<p>Г) Уменьшить в 4 раза Частоте 1 000 000 000 Гц соответствует запись:</p> <p>А) 1 мГц</p> <p>Б) 1 МГц</p> <p>В) 1 ГГц</p>
№ 9	<p>Г) 1 кГц Частоте 1 ГГц соответствует длина волны:</p>

	А) 150 мм
	Б) 300 мм
	В) 10 см
	Г) 1 м
№ 10	Основное уравнение радиолокации:
	А) Является отношением отдаваемой генератором/возбудителем мощности к мощности на выходе антенны
	Б) Устанавливает зависимость между частотой сигнала и его длительностью для работы РЛС с активным ответом
	В) Определяет совокупный коэффициент усиления всей радиолокационной станции
	Г) Устанавливает зависимость между мощностью принимаемого сигнала и мощностью излучения при активной радиолокации по пассивным целям
№ 1	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
	Максимальная дальность обнаружения грузового самолета с ЭПР 140 м^2 у РЛС составляет 500 км. Определить (при прочих равных условиях) максимальную дальность обнаружения этой РЛС вертолета с ЭПР 15 м^2 .
№ 2	Максимальная дальность обнаружения истребителя с ЭПР 30 м^2 у РЛС составляет 400 км. Определить (при прочих равных условиях) максимальную дальность обнаружения этой РЛС грузового самолета с ЭПР 150 м^2 .
№ 3	Максимальная дальность обнаружения большого БПЛА с ЭПР 10 м^2 у РЛС составляет 120 км. Определить (при прочих равных условиях) максимальную дальность обнаружения этой РЛС малого БПЛА с ЭПР $0,5 \text{ м}^2$.
№ 4	Во сколько раз следует увеличить мощность передатчика РЛС, чтобы при прочих равных условиях увеличить дальность обнаружения ее целей в 3 раза?
№ 5	Во сколько раз следует увеличить мощность передатчика РЛС, чтобы при прочих равных условиях увеличить дальность обнаружения ее целей в 1,5 раза?
№ 6	Мощность пропорциональна ... напряжению
№ 7	Написать формулу определения круговой частоты колебания (через частоту или период)
№ 8	$k=2\pi/\lambda$ это – ...
№ 9	Фазы колебательного процесса в двух точках, расположенных друг от друга на расстоянии в λ [м], отличаются на
№ 10	Электромагнитная волна представляет собой ...
ОПК-2	
	<i>Вопросы открытого типа:</i>
№ 1	Параметр, характеризующий согласование линии с нагрузкой
	А) затухание в линии;
	Б) длина волны в волноводе;
	В) КСВ;
	Г) волновое сопротивление линии
№ 2	Параметр, характеризующий длинную линию
	А) КСВ;
	Б) длина волны в волноводе;
	В) коэффициент отражения;
	Г) волновое сопротивление линии
№ 3	Длина волны в волноводе без диэлектрика
	А) зависит от материала стенок волновода;
	Б) меньше длины волны в свободном пространстве;

- В) больше длины волны в свободном пространстве;
- Г) совпадает со значением длины волны в свободном пространстве
- № 4 Датчик поля в измерительной линии P1-28 это:
- А) встроенный в волновод п/п СВЧ диод;
- Б) щель в стенке волновода;
- В) магнитный зонд;
- Г) электрический зонд
- № 5 Величина выходного тока детектора измерительной линии
- А) зависит от длины волны в волноводе;
- Б) нелинейно зависит от напряженности электрического поля в волноводе;
- В) пропорциональна мощности волны в волноводе;
- Г) пропорциональна напряженности электрического поля в волноводе
- № 6 Значение коэффициента отражения от нагрузки при полном согласовании
- А) +1
- Б) 0
- В) -1
- Г) 0,5
- № 7 Значение коэффициента отражения от нагрузки типа 'короткозамыкатель'
- А) +1
- Б) 0
- В) -1
- Г) 0,5
- № 8 Координата опорной плоскости при определении аргумента коэффициента отражения в линии от нагрузки это:
- А) координата линии в плоскости нагрузки;
- Б) координата линии в плоскости генератора;
- В) координата узла поля при короткозамкнутой нагрузке;
- Г) координата узла поля в области шкалы измерительной линии при короткозамкнутой нагрузке
- № 9 Метод "вилки" при использовании измерительной линии применяется при:
- А) измерения длины волны в волноводе;
- Б) определения координаты узла распределения поля в волноводе;
- В) измерения тока детекторной головки;
- Г) настройки детекторной головки
- № 10 Значение фазового угла коэффициента отражения при короткозамкнутой нагрузке равно:
- А) 180
- Б) 0
- В) -180
- Г) 90
- № 11 Значение фазового угла коэффициента отражения при согласованной нагрузке равно:
- А) 180
- Б) 0
- В) -180
- Г) 90
- № 12 Значение КСВ при полном согласовании длинной линии с нагрузкой равно:
- А) 1
- Б) 0
- В) бесконечность

Г) 0,5
 № 13 Значение КСВ при короткозамкнутой нагрузке, равно:

- А) 1
 Б) 0
 В) бесконечность

Г) 0,5
 № 14

Формула для расчета КСВ при токе детекторной головки менее 10-20 мкА:

- А) $K_{CBH} = \frac{I_{\max}}{I_{\min}}$
 Б) $K_{CBH} = \frac{I_{\max} + I_{\min}}{2}$
 В) $K_{CBH} = \sqrt{\frac{I_{\max}}{I_{\min}}}$
 Г) $K_{CBH} = \log\left(\frac{I_{\max}}{I_{\min}}\right)$

№ 15

Калибровочная характеристика детекторной головки измерительной линии позволяет определить КСВ как:

- А) $K_{CB} = \sqrt{\frac{U_{\max}}{U_{\min}}}$;
 Б) $K_{CB} = \sqrt{\frac{E_{\max}}{E_{\min}}}$;
 В) $K_{CB} = \frac{E_{\max}}{E_{\min}}$;
 Г) $K_{CB} = \frac{U_{\max}}{U_{\min}}$.

где: E - значение напряженности поля в волноводе; I – значение тока детекторной головки; U - напряжение на выходе детекторной головки

№ 16

Закон распределения относительной напряженности поля в волноводе при короткозамкнутой нагрузке

- А) $\frac{E}{E_0} = const$
 Б) $\frac{E}{E_0} = \left| \sin\left(2\pi \frac{x}{\lambda_g}\right) \right|$
 В) $\frac{E}{E_0} = 1$
 Г) $\frac{E}{E_0} = \sin\left(2\pi \frac{x}{\lambda_g}\right)$

№ 17

Связь модуля коэффициента отражения с коэффициентом стоячей волны в длинной линии:

А) $|\dot{\Gamma}| = \frac{1}{KCB - 1}$;

Б) $|\dot{\Gamma}| = \frac{KCB + 1}{KCB - 1}$;

В) $|\dot{\Gamma}| = \frac{KCB - 1}{KCB + 1}$

Г) $|\dot{\Gamma}| = \frac{1}{KBB - 1}$,

известно, что при значении $KCB=1$, $|\dot{\Gamma}| = 0$

№ 18

Закон распределения относительной напряженности поля в волноводе при полном согласовании его волнового сопротивления с нагрузкой:

А) $\frac{E}{E_0} = 0,5$

Б) $\frac{E}{E_0} = \left| \sin \left(2\pi \frac{x}{\lambda_s} \right) \right|$

В) $\frac{E}{E_0} = 1$

Г) $\frac{E}{E_0} = \sin \left(2\pi \frac{x}{\lambda_s} \right)$

№ 19

Волновое сопротивление (W) прямоугольного волновода для волны типа H_{10} , с размерами стенок: узкой – a ; широкой – b , определяется как:

А) $W = 377 \text{ Ом}$;

Б) $W = \frac{120\pi}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{2b} \right)^2}}$;

В) $W = \frac{120\pi}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{2a} \right)^2}}$;

Г) $W = 50 \text{ Ом}$

№ 20 Параметр, характеризующий согласование линии с нагрузкой

А) затухание в линии;

Б) длина волны в волноводе;

В) КСВ;

Г) волновое сопротивление линии

Вопросы закрытого типа:

№ 1

Определите размеры поперечного сечения прямоугольного волновода (а и b), чтобы в нем распространялась только мода TE_{01} при длине волны, равной 2 см. С учетом технологических особенностей производства волновода размеры выбирать кратными 5 мм. В ответе представьте обоснование выбора размеров.

№ 2

Определите размеры поперечного сечения прямоугольного волновода (а и b), чтобы в нем распространялась только мода TE_{01} при длине волны, равной 4 см. С учетом технологических особенностей производства волновода размеры выбирать кратными 10 мм. В ответе представьте обоснование выбора размеров.

№ 3

Определите размеры поперечного сечения прямоугольного волновода (а и b), чтобы в нем распространялась только мода TE_{01} при длине волны, равной 4 мм. С учетом технологических особенностей производства волновода размеры выбирать кратными 1 мм. В ответе представьте обоснование выбора размеров.

№ 4 Рассчитать мощность сигнала в направлении главного лепестка диаграммы направленности: мощностью передатчика 20 dBm, в системе используется направленная антенна с коэффициентом усиления 10 dBi.

№ 5 Определить мощность сигнала в 5 мВт в дБм.

№ 6 Вставить пропущенные слова: значения коэффициентов усиления в раз для каскадов усилителей [1], а значения коэффициентов усиления в беллах [2] для получения общего коэффициента усиления системы.

№ 7 В загоризонтных РЛС применяются волны диапазона ...

№ 8

Плотность потока мощности у цели, создаваемой реальной антенной с коэффициентом усиления K_a , определяется по формуле

№ 9 ... – характеризует коэффициент направленного действия (а также коэффициент усиления) антенны относительно коэффициента направленного действия изотропного излучателя

№ 10 ... – это идеальная антенна, диаграмма направленности которой представляет собой сферу, коэффициент усиления которой равен единице и КПД которой равен 100%.

ОПК-4

Вопросы открытого типа:

№ 1

Формула определения коэффициента направленного действия K_A

А) $K_A = \frac{4\pi}{\lambda^2} S_{эфA}$

Б) $K_A = \frac{16\pi}{\lambda^2} S_{эфA}$

В) $K_A = \frac{\pi}{\lambda^2} S_{эфA}$

Г) $K_A = \frac{4\pi}{\lambda} S_{эфA}$

№ 2

Уравнение дальности:

А) $D_{max} = \sqrt[4]{\frac{P_{прд} G_{прд} G_{прм} \sigma \lambda^2}{(4\pi)^3 k_{ш} k T \Delta f_{прм} k_p}}$

Б) $D_{max} = \sqrt[16]{\frac{P_{прд} G_{прд} G_{прм} \sigma \lambda^2}{(4\pi)^3 k_{ш} k T \Delta f_{прм} k_p}}$

В) $D_{max} = \sqrt[2]{\frac{P_{прд} G_{прд} G_{прм} \sigma \lambda^2}{(4\pi)^3 k_{ш} k T \Delta f_{прм} k_p}}$

Г) $D_{max} = \sqrt[4]{\frac{P_{прд} G_{прд} G_{прм} \sigma \lambda^2}{(4\pi)^2 k_{ш} k T \Delta f_{прм} k_p}}$

№ 3

Минимальная чувствительность приемника:

- А) $P_{с\text{ мин}} = \frac{K_a P_u S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^2 D_{\text{макс}}^4}$
 Б) $P_{с\text{ мин}} = \frac{K_a P_u S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^2 D_{\text{макс}}^2}$
 В) $P_{с\text{ мин}} = \frac{K_a P_u S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^3 D_{\text{макс}}^4}$
 Г) $P_{с\text{ мин}} = \frac{K_a P_u S_{эфц} S_{эфА}}{4\pi D_{\text{макс}}^4}$

№ 4

Минимальная чувствительность приемника:

- А) $P_{с\text{ мин}} = m_p k T_0 k_{ш} \Delta f_3 = m_p k T_0 k_{ш} / \tau_{и}$
 Б) $P_{с\text{ мин}} = m_p k T_0 k_{ш} / \Delta f_3 = m_p k T_0 k_{ш} \tau_{и}$
 В) $P_{с\text{ мин}} = m_p k T_0 / k_{ш} \Delta f_3$
 Г) $P_{с\text{ мин}} = m_p / k T_0 k_{ш} \Delta f_3$

№ 5

Зависимость между мощностью принимаемого сигнала P_c и мощностью излучения P_u при активной радиолокации по пассивным целям

- А) $P_c = P_{\text{прм}} \cdot S_{эфА} = \frac{K_a P_u S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^2 D^4}$
 Б) $P_c = P_{\text{прм}} \cdot S_{эфА} = \frac{K_a P_u S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^4 D^4}$
 В) $P_c = P_{\text{прм}} \cdot S_{эфА} = \frac{K_a P_u S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^2 D^2}$
 Г) $P_c = P_{\text{прм}} \cdot S_{эфА} = \frac{K_a P_u S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^2 D}$

№ 6

Угол места n-го лепестка диаграммы направленности РЛС с учетом влияния Земли равен

- А) $\beta_n = \frac{n\lambda}{4h}$ [рад]
 Б) $\beta_n = \frac{3n\lambda}{4h}$ [рад]
 В) $\beta_n = \frac{n\lambda}{h}$ [рад]
 Г) $\beta_n = \frac{n\lambda}{2h}$ [рад]

№ 7

Уравнение дальности:

- А) $D_{\text{макс}} = \sqrt[4]{\frac{P_u K_A S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^2 P_{с\text{ мин}}}}$
 Б) $D_{\text{макс}} = \sqrt[2]{\frac{P_u K_A S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^2 P_{с\text{ мин}}}}$
 В) $D_{\text{макс}} = \sqrt[4]{\frac{P_u K_A S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^3 P_{с\text{ мин}}}}$
 Г) $D_{\text{макс}} = \sqrt[16]{\frac{P_u K_A S_{эфц} S_{эфА}}{(4\pi)^4 P_{с\text{ мин}}}}$

№ 8

При малых углах места $\varphi_{\text{ум}}$ диаграмму видимости РЛС в вертикальной плоскости можно представить следующим образом:

- А) $D_{\text{max.зем}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\pi H h}{\lambda}} \sqrt{D_{\text{max}}}$
 Б) $D_{\text{max.зем}} = 4 \cdot \sqrt{\frac{\pi H h}{\lambda}} \sqrt{D_{\text{max}}}$
 В) $D_{\text{max.зем}} = 8 \cdot \sqrt{\frac{\pi H h}{\lambda}} \sqrt{D_{\text{max}}}$
 Г) $D_{\text{max.зем}} = 16 \cdot \sqrt{\frac{\pi H h}{\lambda}} \sqrt{D_{\text{max}}}$

№ 9

Максимальная дальность действия по каналу запроса равна

- А) $D_{\text{зап.мах}} = \sqrt{\frac{P_{\text{зап}} G_{\text{зап}} G_{\text{отв}} \lambda^2}{(4\pi)^2 k_{\text{ш.отв}} k T \Delta f_{\text{прм.отв}} k_p}}$
 Б) $D_{\text{зап.мах}} = \sqrt{\frac{P_{\text{зап}} G_{\text{зап}} G_{\text{отв}} \lambda^2}{(4\pi)^3 k_{\text{ш.отв}} k T \Delta f_{\text{прм.отв}} k_p}}$
 В) $D_{\text{зап.мах}} = \sqrt{\frac{P_{\text{зап}} G_{\text{зап}} G_{\text{отв}} \lambda}{(4\pi)^2 k_{\text{ш.отв}} k T \Delta f_{\text{прм.отв}} k_p}}$
 Г) $D_{\text{зап.мах}} = \sqrt{\frac{P_{\text{зап}} G_{\text{зап}} G_{\text{отв}}}{(4\pi)^2 k_{\text{ш.отв}} k T \Delta f_{\text{прм.отв}} k_p}}$

№ 10

Максимальная дальность действия по каналу ответа равна

- А) $D_{\text{отв.мах}} = \sqrt{\frac{P_{\text{отв}} G_{\text{отв}} G_{\text{зап}} \lambda^2}{(4\pi)^2 k_{\text{ш.зап}} k T \Delta f_{\text{прм.зап}} k_p}}$
 Б) $D_{\text{отв.мах}} = \sqrt{\frac{P_{\text{отв}} G_{\text{отв}} G_{\text{зап}} \lambda}{(4\pi)^2 k_{\text{ш.зап}} k T \Delta f_{\text{прм.зап}} k_p}}$
 В) $D_{\text{отв.мах}} = \sqrt{\frac{P_{\text{отв}} G_{\text{отв}} G_{\text{зап}}}{(4\pi)^2 k_{\text{ш.зап}} k T \Delta f_{\text{прм.зап}} k_p \lambda}}$
 Г) $D_{\text{отв.мах}} = \sqrt{\frac{P_{\text{отв}} G_{\text{отв}} G_{\text{зап}} \lambda^4}{(4\pi)^2 k_{\text{ш.зап}} k T \Delta f_{\text{прм.зап}} k_p}}$

Вопросы закрытого типа:

№ 1

Определить потери в радиолинии (в дБ), находящейся в свободном пространстве, если коэффициент направленного действия передающей антенны $D_1=3$, приемной антенны $D_2=4$, расстояние между приемной и передающей антеннами $r=5$ км. Передача данных осуществляется на длине волны $\lambda=2$ см.

При размещении данной линии вблизи поверхности Земли потери возросли на 7,9 дБ. Определить множитель ослабления вблизи поверхности Земли.

№ 2

Определить потери в радиолинии (в дБ), находящейся в свободном пространстве, если коэффициент направленного действия передающей антенны $D_1=2$, приемной антенны $D_2=7$, расстояние между приемной и передающей антеннами $r=10$ км. Передача данных осуществляется на длине волны $\lambda=1$ см.

При размещении данной линии вблизи поверхности Земли потери возросли на 11 дБ. Определить множитель ослабления вблизи поверхности Земли.

№ 3

Определить действующее значение напряженности электрического поля в точке В, если источник радиоволн – изотропный излучатель с мощностью $P=1 \text{ кВт}$, расположенный в точке А на расстоянии $r=2 \text{ км}$ от точки В. Точки А и В расположены в свободном пространстве.

Какой коэффициент направленного действия D должен быть у передающей антенны в точке А, чтобы повысить действующее значение напряженности электрического поля в точке В в 3 раза?

Как изменится действующее значение напряженности электрического поля, если точки А и В будут находиться вблизи поверхности земли, а совокупное действие факторов от ее влияния будет выражаться множителем ослабления, $F=0,5$?

№ 4

Определить, при какой максимальной высоте неровностей h_{\max} поверхности Земли, их влиянием на распространение радиоволн можно пренебречь и рассматривать поверхность гладкой при передаче радиоволн на частоте $\nu = 10 \text{ ГГц}$ на расстояние $r=1400 \text{ м}$ при высоте приемной и передающей антенн $h_{1,2}=20 \text{ м}$?

№ 5

Определить, при какой максимальной высоте неровностей h_{\max} поверхности Земли, их влиянием на распространение радиоволн можно пренебречь и рассматривать поверхность гладкой при передаче радиоволн на частоте $\nu = 1 \text{ ГГц}$ на расстояние $r=5000 \text{ м}$ при высоте приемной и передающей антенн $h_{1,2}=10 \text{ м}$?

№ 6

Определить на какую высоту необходимо поднять приемную и передающую антенны при организации линии передачи протяженностью $L=8 \text{ км}$ вблизи поверхности земли с максимальной высотой неровностей $h_{\max}=7 \text{ м}$, чтобы исключить влияние переотражений от поверхности на качество передачи. Длина волны, на которой работает передатчик, 1 см .

№ 7

Определить на какую высоту необходимо поднять приемную и передающую антенны при организации линии передачи протяженностью $L=17 \text{ км}$ вблизи поверхности земли с максимальной высотой неровностей $h_{\max}=6 \text{ м}$, чтобы исключить влияние переотражений от поверхности на качество передачи. Длина волны, на которой работает передатчик, 10 см .

№ 8 Для чего в электродинамических задачах используется понятие сторонних токов?

№ 9 В каких физических явлениях проявляются волновые свойства электромагнитного излучения в радиодиапазоне? Дайте определение этим явлениям.

№ 10 Определить длину одного плеча симметричного полуволнового вибратора для работы на частоте 10 ГГц .