



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)

«АНТЕННЫ И УСТРОЙСТВА СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ»

основной профессиональной образовательной программы специалитета
по специальности

**25.05.03 ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТНОГО
РАДИООБОРУДОВАНИЯ**

Специализации программы
**«ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ РАДИООБОРУДОВАНИЯ
ПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА»**

**«ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
НА ТРАНСПОРТЕ И ИХ ИНФОРМАЦИОННАЯ ЗАЩИТА»**

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

Морской
Кафедра судовых радиотехнических систем

1. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПК-3: Способен осуществлять поиск и устранение неисправностей в работе оборудования радиосвязи на судовых станциях связи.	ПК-3.1: Выполнение всех видов работ по обслуживанию и ремонту судовых антенно-фидерных устройств с учетом их технического состояния и проведенных ранее ремонтных работ.	Антенны и устройства сверхвысоких частот	<u>Знать:</u> - назначение, классификацию, характеристики и параметры антенн; - устройство, принцип действия, области применения и методы инженерного расчёта характеристик и параметров основных типов проволочных антенн (симметричный и несимметричный вибраторы, Г- и Т-образные антенны, рамочные антенны, директорные антенны, логопериодические антенны, спиральные антенны, антенны бегущей волны); - основные особенности взаимного влияния антенн; - основные особенности влияния земной поверхности на характеристики и параметры антенн; - устройство, принцип действия, области применения и методы инженерного расчёта характеристик и параметров основных типов целевых антенн; - устройство, принцип действия, области применения и методы инженерного расчёта характеристик и параметров основных типов апертурных антенн (волноводно-рупорные антенны, зеркальные антенны);

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
			- классификацию, параметры и особенности основных режимов излучения антенных решёток; - основные принципы построения антенных систем с управляемой диаграммой направленности, классификацию и параметры таких систем, основные методы и схемы их построения, области их применения; - требования к направленным свойствам антенн различного назначения; - назначение, классификацию, устройство, параметры и области применения фидерных линий; - виды согласования в антенно-фидерных трактах и методы их реализации в различных диапазонах частот (СЧ, ВЧ, ОВЧ, УВЧ, СВЧ); - конструкции согласующих и симметрирующих устройств, используемых для каждого вида согласования в различных диапазонах частот (СЧ, ВЧ, ОВЧ, УВЧ, СВЧ); - разновидности СВЧ устройств антенно-фидерной техники и их назначение. <u>Уметь:</u> - проводить инженерные расчеты характеристик и параметров антенн различных типов, как аналитически, так и с использованием пакета прикладных программ MathCAD;

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
			- проводить установку, настройку, ремонт и техническое обслуживание антенн. <u>Владеть:</u> - навыками проведения модельных исследований характеристик и параметров антенн различных типов с использованием пакетов прикладных программ MathCAD и MMANA-GAL. - навыками выполнения измерений характеристик и параметров антенн; - навыками выполнения измерений параметров фидерных линий и элементов антенно-фидерных трактов различного назначения.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания по расчетно-графической работе.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- задания по контрольной работе;
- экзаменационные вопросы по дисциплине.

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания

Тестовые задания предназначены для оценки в рамках текущего контроля успеваемо-

сти знаний, приобретенных курсантами (студентами) на лекционных и лабораторных занятиях и для измерения соответствующих индикаторов достижения компетенции.

3.1.1. Содержание оценочных средств

Три варианта тестов приведены в **Приложении 1**.

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Шкала оценивания основана на четырехбалльной системе, которая реализована в программном обеспечении.

Оценка «отлично» выставляется при правильном выполнении не менее 90% заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при правильном выполнении не менее 80% заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при правильном выполнении не менее 70% заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при правильном выполнении менее 70% заданий.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при правильном выполнении не менее 70% заданий.

3.2. Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам

3.2.1. Содержание оценочных средств

Все лабораторные работы имеют одинаковую структуру: тема, цель работы, краткие теоретические сведения, описание лабораторной установки, задание на самоподготовку, лабораторное задание, содержание отчета и контрольные вопросы для самопроверки.

Каждая работа состоит из теоретической и экспериментальной части. В процессе выполнения лабораторной работы полученные экспериментальные данные должны быть внесены в таблицы отчета и обработаны. Необходимо сделать выводы с анализом полученных результатов эксперимента.

Краткие теоретические сведения, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и бланки отчетов по лабораторным работам содержатся в учебно-методическом пособии: *Антенны и устройства СВЧ: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для курсантов и студентов по специальностям 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» и 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем» всех форм обучения / Е. В. Волхонская, Н.Ф. Юшкевич, О.Г. Юшкевич, К.В. Власова; БГАРФ ФГБОУ ВО "КГТУ". – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2017. – 223 с.*

В целях оптимизации учебного процесса в данное учебно-методическое пособие включены приложения, содержащие бланки отчетов по всему лабораторному практикуму. Так как пособие размещено в электронном каталоге библиотеки БГАРФ, то данные бланки можно распечатать и использовать при выполнении лабораторных работ.

Указанное пособие является приложением к данному разделу фонда оценочных средств и неотъемлемой его частью.

Лабораторная работа № 1. Исследование влияния земли на диаграмму направленности симметричного горизонтального полуволнового вибратора.

Цель работы: Ознакомление с методикой измерения амплитудных характеристик

направленности антенн и исследование влияния Земли на диаграмму направленности горизонтальных вибраторов в вертикальной плоскости.

Лабораторная работа № 2. Исследование направленных свойств линейных антенных решёток.

Цель работы: Ознакомление с основными характеристиками линейных антенных решеток, изучение методики экспериментального определения диаграммы направленности, входного сопротивления, ширины диаграммы направленности и относительного уровня боковых лепестков.

Лабораторная работа № 3. Исследование основных параметров магнитной рамочной антенны.

Цель работы: Ознакомление с основными теоретическими сведениями о рамочных антеннах. Экспериментальное исследование и оценивание основных параметров рамочной антенны.

Лабораторная работа № 4. Исследование антенного переключателя.

Цель работы: Изучение принципов работы волноводно-щелевых мостов и ферритовых фазовращателей, устройства антенного переключателя, построенного на их основе, а также убедиться в его работоспособности. Изучение методики измерения параметров антенного переключателя.

Лабораторная работа № 5. Исследование основных параметров цилиндрической спиральной антенны

Цель работы: Ознакомление с основными характеристиками и параметрами цилиндрической спиральной антенны, в ходе компьютерного моделирования произвести оценку поляризационной характеристики и характеристик излучения спиральной антенны.

3.3.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Оценка «отлично» выставляется в случае, если лабораторное задание было выполнено в соответствии с требованиями методических указаний и техники безопасности, полученные данные соответствуют ожидаемым результатам, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам и без ошибок, выводы приведены полностью и по существу, курсант (студент) понимает и может пояснить ход лабораторного задания и обосновать применение расчетных формул, а также может дать развернутый и полный ответ на любой из контрольных вопросов, отчет оформлен в соответствии с установленными требованиями.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если для лабораторное задание было выполнено в незначительными отклонениями от требований методических указаний и техники безопасности, полученные данные соответствуют ожидаемым результатам с учетом допустимой погрешности, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам, но с некоторыми арифметическими ошибками, отчет оформлен с некоторыми нарушениями требований, однако выводы приведены полностью и по существу, а курсант (студент) понимает и может пояснить ход лабораторного задания и обосновать применение расчетных формул, а также может дать ответ на любой из контрольных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если для выполнения лабораторного задания по методическим указаниями и соблюдения требований техники безопасности

курсанту (студенту) требуется некоторая помощь, при этом грубых нарушений требований техники безопасности не происходит; полученные данные имеют значительные отклонения от ожидаемых значений, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам, но со множеством арифметических ошибок, отчет оформлен с нарушениями требований, выводы приведены не полностью, ответы на контрольные вопросы вызывают затруднения и (или) излишне лаконичны, однако курсант понимает и может пояснить ход лабораторного задания и привести необходимые расчетные формулы, ответы на контрольные вопросы содержат ошибки и неточности.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если курсант не может самостоятельно выполнить лабораторное задание или допускает грубые нарушения техники безопасности, расчеты выполнены с использованием неправильных алгоритмов и формул, отчет оформлен с нарушениями требований, выводы приведены не полностью или не приведены вовсе, курсант плохо понимает (или не понимает вовсе) и не может пояснить ход лабораторного задания, а также не может ответить на контрольные вопросы.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при положительной оценке за выполнение задания.

Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам приведены в **Приложении № 2.**

Студенты заочной формы обучения выполняют 1 лабораторную работу.

3.3. Задания по расчетно-графической работе (очная форма обучения)

3.3.1. Содержание оценочных средств

Расчетно-графическая работа состоит из 6 задач с применением в качестве инструментария пакета прикладных программ MathCAD, целью решения которых является получение практических навыков при выполнении инженерных расчетов антенно-фидерных устройств:

1. «Расчет характеристик излучения и параметров антенн, представляющих собой симметричные электрические вибраторы».
2. «Расчет характеристик излучения и параметров линейных антенных решёток, состоящих из изотропных излучателей».
3. «Расчет характеристик излучения и параметров магнитных рамочных антенн.»
4. «Расчет характеристик излучения и параметров зеркальных антенн».
5. «Расчет параметров фидерных трактов судовых РЛС».
6. «Расчет параметров многоплечих узлов СВЧ».

Задания и варианты по расчетно-графической работе приведены в **Приложении № 3.**

Задания по РГР и все методические рекомендации и пояснения по решению каждой задачи содержатся в учебно-методическом пособии: *Антенны и устройства СВЧ. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы с заданиями по РГР для курсантов высших учебных заведений по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» очной формы обучения / Н.Ф. Юшкевич; БГАРФ ФГБОУ ВО "КГТУ". – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2021. – 84 с.*

Указанное пособие является приложением к данному разделу фонда оценочных средств и неотъемлемой его частью.

3.3.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Шкала оценивания результатов выполнения расчётно-графической работы основана двухбалльной системе.

Оценка «зачтено» выставляется в случае, если для задания приведено полное описание хода решения задач, сопровождаемое краткими, но исчерпывающими комментариями, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам и без ошибок, выводы приведены полностью и по существу курсант понимает и может пояснить ход решения и привести экспликацию любой формулы, а также может дать развернутый и полный ответ на любой вопрос по решению задач, пояснительная записка оформлена в соответствии с установленными требованиями.

Оценка «незачтено» выставляется в случае, если теоретическое обоснование приведено формально и излишне кратко или не приведено вовсе, расчеты выполнены с использованием неправильных алгоритмов и формул, пояснительная записка оформлена с нарушениями требований, выводы приведены не полностью или не приведены вовсе, курсант плохо понимает (или не понимает вовсе) и не может пояснить ход решения, а также не может ответить на вопросы по решению задач.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при положительной оценке за выполнение задания.

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К экзамену допускаются курсанты (студенты):

- положительно аттестованные по результатам текущего контроля;
- прошедшие все предусмотренные учебным планом виды занятий;
- получившие положительную оценку по результатам тестирования;
- получившие положительные оценки по лабораторным работам;
- получившие положительную оценку по расчетно-графической работе (для очной формы обучения);
- получившие положительную оценку по контрольной работе (для заочной формы обучения).

4.2. Задания по контрольной работе (заочная форма обучения)

4.2.1. Содержание оценочных средств

Контрольная работа состоит из 6 задач с применением в качестве инструментария пакета прикладных программ MathCAD, целью решения которых является получение практических навыков при выполнении инженерных расчетов антенно-фидерных устройств:

1. «Расчет характеристик излучения и параметров антенн, представляющих собой симметричные электрические вибраторы».
2. «Расчет характеристик излучения и параметров линейных антенных решёток, состоящих из изотропных излучателей».
3. «Расчет характеристик излучения и параметров магнитных рамочных антенн.»
4. «Расчет характеристик излучения и параметров зеркальных антенн».
5. «Расчет параметров фидерных трактов судовых РЛС».
6. «Расчет параметров многоплечих узлов СВЧ».

Задания и варианты по контрольной работе приведены в **Приложении № 4**.

Все методические рекомендации и пояснения по решению каждой задачи содержатся в учебно-методическом пособии: *Антенны и устройства СВЧ. Учебно-методическое пособие с контрольными заданиями для студентов высших учебных заведений по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования» заочной формы обучения / Н.Ф. Юшкевич, Е. В. Волхонская; БГАРФ ФГБОУ ВО "КГТУ". – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2021. – 87 с.*

Указанное пособие является приложением к данному разделу фонда оценочных средств и неотъемлемой его частью.

4.4.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Шкала оценивания результатов выполнения контрольной работы основана двух-балльной системе.

Оценка «зачтено» выставляется в случае, если для задания приведено полное описание хода решения задач, сопровождаемое краткими, но исчерпывающими комментариями, расчеты выполнены по правильным формулам и алгоритмам и без ошибок, выводы приведены полностью и по существу, студент понимает и может пояснить ход решения и привести экспликацию любой формулы, а также может дать развернутый и полный ответ на любой вопрос по решению задач, пояснительная записка оформлена в соответствии с установленными требованиями.

Оценка «незачтено» выставляется в случае, если теоретическое обоснование приведено формально и излишне кратко или не приведено вовсе, расчеты выполнены с использованием неправильных алгоритмов и формул, пояснительная записка оформлена с нарушениями требований, выводы приведены не полностью или не приведены вовсе, студент плохо понимает (или не понимает вовсе) и не может пояснить ход решения, а также не может ответить на вопросы по решению задач.

Результаты измерений индикатора считаются положительными при положительной оценке за выполнение контрольной работы.

4.3. Экзаменационные вопросы

Экзаменационные вопросы приведены в **приложении №5**.

4.4. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Представленные экзаменационные вопросы для проведения экзамена компонуются в билеты по три вопроса, относящиеся к различным темам не менее, чем трёх разделов дисциплины. На усмотрение экзаменатора экзамен может быть проведен в письменной, устной или комбинированной форме. При наличии сомнений в отношении знаний и умений обучающегося экзаменатор может (имеет право) задать дополнительные вопросы.

Шкала итоговой аттестации по дисциплине, то есть оценивания результатов освоения дисциплины на экзамене, основана на четырехбалльной системе.

Оценка «**отлично**» выставляется, если обучающийся показал глубокие знания и понимание программного материала по поставленному вопросу, умело увязывает его с практикой, грамотно строит ответ, быстро принимает оптимальные решения при решении практических вопросов и задач.

Оценка **«хорошо»** выставляется, если обучающийся твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет полученные знания при решении практических вопросов и задач.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется, если обучающийся имеет знания только основного материала по поставленному вопросу, но не усвоил деталей, требует в отдельных случаях наводящего вопроса для принятия правильного решения, допускает отдельные неточности.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленный вопрос, не может применить полученные знания на практике.

Итоговая оценка за экзамен выводится по трём частным оценкам как среднее арифметическое с округлением в меньшую или большую сторону в зависимости от дробной части.

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Антенны и устройства сверхвысоких частот» основной профессиональной образовательной программы по специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования», специализаций «Техническая эксплуатация и ремонт радиооборудования промышленного флота» и «Информационно-телекоммуникационные системы на транспорте и их информационная защита».

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры судовых радиотехнических систем 22.04.2022 (протокол № 8).

Заведующий кафедрой

 Е.В. Волхонская

Приложение № 1

Варианты тестов

Вариант 1.

1. Антенной называется радиотехническое устройство, в котором энергия

Варианты ответа:

- 1) колебаний электрического тока на входе преобразуется в энергию излучаемых радиоволн или энергия радиоволн в некоторой точке пространства преобразуется в энергию колебаний электрического тока на выходе;
- 2) колебаний электрического поля преобразуется в энергию колебаний магнитного поля;
- 3) радиоволн поглощается;
- 4) радиоволн накапливается;

2. Сопротивление, вносимое в заданный излучатель со стороны остальных излучателей системы излучения, зависит от соотношений

Варианты ответа:

- 1) амплитуд токов в излучателях;
- 2) амплитуд и фаз токов в излучателях;
- 3) фаз токов в излучателях, а также расстояний между ними;
- 4) амплитуд и фаз токов в излучателях, а также расстояний между ними.

3. Амплитудной характеристикой направленности антенны называют функцию, определяющую зависимость

Варианты ответа:

- 1) частоты радиоволны от направления в пространстве на точку наблюдения в сферической системе координат;
- 2) фазы радиоволны от направления в пространстве на точку наблюдения в сферической системе координат;
- 3) амплитуды напряженности магнитного поля от направления в пространстве на точку наблюдения в сферической системе координат;
- 4) амплитуды напряженности электрического поля радиоволны, излучаемой антенной, от направления в пространстве, задаваемого углами сферической системы координат.

4. Коэффициент направленного действия антенны показывает, во сколько раз

Варианты ответа:

- 1) плотность потока мощности радиоволны, излучаемой антенной в направлении главного излучения, больше плотности усреднённого по всем направлениям потока мощности, подводимой к антенне, при отсутствии в антенне потерь;
- 2) мощность излучения направленной антенны больше мощности излучения абсолютно ненаправленной антенны при прочих равных условиях;
- 3) мощность излучения направленной антенны меньше мощности излучения абсолютно ненаправленной антенны при условии сохранения величины напряженности электрического поля в направлении главного излучения направленной антенны при прочих равных условиях;
- 4) мощность излучения направленной антенны больше мощности излучения абсолютно ненаправленной антенны при условии сохранения величины напряженности электриче-

ского поля в направлении главного излучения направленной антенны при прочих равных условиях.

5. Для согласования несимметричной проволочной антенны с емкостным характером входного сопротивления и генератора необходимо использовать

Варианты ответа:

- 1) катушку индуктивности с сопротивлением меньшим, чем реактивная составляющая сопротивления антенны;
- 2) катушку индуктивности, реактивное сопротивление которой равно реактивной составляющей сопротивления антенны с обратным знаком;
- 3) катушку индуктивности с сопротивлением большим, чем реактивная составляющая сопротивления антенны;
- 4) конденсатор с сопротивлением меньшим, чем реактивная составляющая сопротивления антенны.

6. К устранению антенного эффекта при работе рамочной антенны приведет

Варианты ответа:

- 1) использование многovitковой рамочной антенны;
- 2) использование магнитодиэлектрического сердечника;
- 3) экранирование рамочной антенны и приёмника;
- 4) увеличение площади, охватываемой витками рамочной антенны.

7. Идеализированная прямолинейная щелевая антенна представляет собой отверстие

Варианты ответа:

- 1) прямоугольной формы, возбуждаемое источником электромагнитных колебаний, прорезанное в плоском бесконечном металлическом экране, толщина которого мала по сравнению с длиной волны;
- 2) прямоугольной формы, прорезанное в металлической площадке прямоугольной формы, толщина которой мала по сравнению с длиной волны;
- 3) прямоугольной формы, прорезанное в тонкой по сравнению с длиной волны плоской металлической площадке произвольной формы;
- 4) произвольной формы, прорезанное в тонкой по сравнению с длиной волны плоской металлической площадке прямоугольной формы.

8. Профиль зеркала спутниковой зеркальной антенны должен иметь форму

Варианты ответа:

- 1) сферического сегмента;
- 2) гиперboloида вращения;
- 3) параболоида вращения;
- 4) эллипсоида вращения.

9. Смещение облучателя из фокуса параболической зеркальной антенны вдоль фокальной оси приводит к

Варианты ответа:

- 1) увеличению коэффициента направленного действия;
- 2) уменьшению области затенения;

3) сужению главного лепестка диаграммы направленности без изменения направления главного излучения;

4) расширению главного лепестка диаграммы направленности без изменения направления главного излучения.

10. Эквидистантной антенной решеткой называют систему идентичных излучателей, у которой расстояния между фазовыми центрами излучателей

Варианты ответа:

1) пропорционально возрастают;

2) убывают по экспоненциальному закону;

3) одинаковы;

4) возрастают по закону параболы.

11. Коэффициентом замедления в непрерывной линейной системе излучателей называют отношение

Варианты ответа:

1) длины волны, распространяющейся вдоль системы, к длине волны, излучаемой системой;

2) длины волны, излучаемой системой, к длине волны, распространяющейся вдоль системы;

3) частоты волны, распространяющейся вдоль системы, к частоте волны, излучаемой системой;

4) периода излучаемой системой волны к периоду волны, распространяющейся вдоль системы.

12. Фидерная система радиолинии состоит из

Варианты ответа:

1) приёмных и передающих антенн;

2) приёмопередающих устройств и приёмопередающих антенн;

3) линий передачи, соединяющих антенну с выходом передатчика или с входом приёмника, и совокупности устройств, обеспечивающих минимальные потери энергии в такой системе;

4) приёмных и передающих устройств.

13. Дисперсия в линии передачи – это свойство,

Варианты ответа:

1) проявляющееся в том, что структура электромагнитного поля и параметры волн, распространяющихся в линии, а также параметры самой линии зависят от частоты или от длины волны возбуждения;

2) характеризующееся тем, что структура электромагнитного поля и параметры волн, распространяющихся в линии, а также параметры самой линии не зависят от частоты или от длины волны возбуждения;

3) проявляющееся в том, что структура электромагнитного поля и параметры волн, распространяющихся вдоль линии, зависят от амплитуды напряжённости электрического поля, распространяющейся вдоль неё радиоволны;

4) проявляющееся в том, что структура электромагнитного поля и параметры волн, распространяющихся вдоль линии, зависят от амплитуды напряжённости магнитного поля,

распространяющейся вдоль неё радиоволны.

14. Антенные фидеры диапазонов МВ и ДМВ представляют собой

Варианты ответа:

- 1) неоднородную симметричную двухпроводную линию передачи;
- 2) коаксиальную линию передачи, выполненную в виде радиочастотного кабеля;
- 3) полосковую несимметричную линию передачи;
- 4) микрополосковую симметричную линию передачи.

15. Квазистационарные резонаторы представляют собой

Варианты ответа:

- 1) колебательные системы, в которых области локализации электрического и магнитного полей частично перекрывают друг друга;
- 2) колебательные системы, в которых области локализации электрического и магнитного полей полностью перекрывают друг друга;
- 3) колебательные системы, в которых области локализации электрического и магнитного полей не перекрывают друг друга;
- 4) системы связанных колебательных контуров.

Вариант 2.

1 Ложным является утверждение

Варианты ответа:

- 1) коэффициент полезного действия антенны не зависит от ее режима работы;
- 2) коэффициент направленного действия антенны в режиме передачи больше коэффициента направленного действия антенны в режиме приёма;
- 3) амплитудные характеристики направленности антенны в режиме передачи и приёма одинаковы;
- 4) действующая длина антенны в режиме передачи и приёма одинакова.

2. Меридиональным углом θ сферической системы координат называют угол между

Варианты ответа:

- 1) осью OZ и радиус-вектором точки наблюдения;
- 2) осью OX и осью OY декартовой системы координат;
- 3) осями OZ и OY декартовой системы координат;
- 4) осью OX и проекцией радиус-вектора точки наблюдения на плоскость XOY.

3. Входное сопротивление антенны есть отношение комплексной

Варианты ответа:

- 1) амплитуды тока к комплексной амплитуде напряжения на входных зажимах антенны;
- 2) амплитуды напряжения к комплексной амплитуде тока на входных зажимах антенны;
- 3) мощности к квадрату амплитуды напряжения на входных зажимах антенны;
- 4) мощности к квадрату амплитуды тока на входных зажимах антенны.

4. Коэффициентом замедления в непрерывной линейной системе излучателей называют отношение

Варианты ответа:

- 1) длины волны, распространяющейся вдоль системы, к длине волны, излучаемой системой;
- 2) длины волны, излучаемой системой, к длине волны, распространяющейся вдоль системы;
- 3) частоты волны, распространяющейся вдоль системы, к частоте волны, излучаемой системой;
- 4) периода волны, излучаемой системой, к периоду волны, распространяющейся вдоль системы.

5. Активная составляющая входного сопротивления антенны определяется

Варианты ответа:

- 1) сопротивлением излучения антенны, отнесенного к току в пучности;
- 2) сопротивлением потерь антенны, отнесенным к току в пучности;
- 3) сопротивлением излучения антенны, отнесённым к току в точках питания антенны;
- 4) суммой сопротивления излучения и сопротивления потерь, отнесенных к току в точках питания антенны.

6. Для симметричного полуволнового вибратора справедливо утверждение - амплитуда тока в пучности

Варианты ответа:

- 1) совпадает с амплитудой тока в точках питания;
- 2) меньше амплитуды тока в точках питания;
- 3) наблюдается на изолированных концах вибратора;
- 4) не совпадает с амплитудой тока в точках питания.

7. Диаграмма направленности идеализированной двусторонней прямолинейной полуволновой щелевой антенны имеет вид, аналогичный виду диаграммы направленности

Варианты ответа:

- 1) элементарного электрического излучателя;
- 2) рамочной антенны;
- 3) элементарного магнитного излучателя;
- 4) симметричного полуволнового вибратора.

8. Облучатель параболической зеркальной антенны располагается

Варианты ответа:

- 1) в непосредственной близости от отражателя;
- 2) на расстоянии в четверть длины волны от отражателя;
- 3) в фокусе зеркала;
- 4) на расстоянии половины длины волны от фокуса.

9. При работе параболической зеркальной антенны на передачу

Варианты ответа:

- 1) плоский фазовый фронт волны преобразуется в сферический;
- 2) плоский фазовый фронт волны преобразуется в цилиндрический;

- 3) сферический фазовый фронт волны преобразуется в плоский;
- 4) цилиндрический фазовый фронт волны преобразуется в плоский.

10. При синфазном возбуждении элементов линейной антенной решетки наступает режим

Варианты ответа:

- 1) нормального излучения;
- 2) осевого излучения;
- 3) наклонного излучения;
- 4) продольного излучения;

11. В конструкции волноводно-щелевых антенн применяют

Варианты ответа:

- 1. прямоугольные формы щелевых отверстий;
- 2. кольцевые формы щелевых отверстий;
- 3. гантелеобразные формы щелевых отверстий;
- 4. овальные формы щелевых отверстий.

12. Линиями передачи или фидерными линиями называют устройства,

Варианты ответа:

- 1) предназначенные для обеспечения радиосвязи между морскими судами и компаниями судовладельцами;
- 2) предназначенные для обеспечения радиосвязи между морскими судами;
- 3) осуществляющие преобразования радиосигналов;
- 4) осуществляющие передачу электромагнитной энергии от источника к приёмнику в ограниченной этими линиями части пространства – пространственном канале.

13. Рабочий диапазон частот линии передачи – это диапазон частот, в границах которого

Варианты ответа:

- 1) вдоль линии передачи распространяется волна основного типа;
- 2) в линии передачи отсутствуют волны высших порядков;
- 3) линия передачи работает в одномодовом режиме;
- 4) параметры линии передачи изменяются в заданных пределах.

14. Антенный фидер диапазонов СВ и КВ представляет собой

Варианты ответа:

- 1) неоднородную несимметричную двухпроводную линию передачи;
- 2) коаксиальную линию передачи;
- 3) полосковую линию передачи;
- 4) однородную симметричную двухпроводную линию передачи.

15. Собственной добротностью объёмного резонатора называется умноженное на 2π отношение

Варианты ответа:

- 1) энергии, накопленной в резонаторе при резонансе, к энергии, теряемой резонатором, за один период колебаний при отсутствующей нагрузке;
- 2) мощности на выходе резонатора при отсутствующей нагрузке к мощности на его

входе при резонансе;

3) энергии, теряемой резонатором при отсутствии нагрузки, к энергии, накопленной в резонаторе, за один период колебаний при резонансе;

4) мощности на входе к мощности на выходе резонатора при резонансе.

Вариант 3.

1. Относительным уровнем бокового лепестка называют отношение

Варианты ответа:

1) максимального значения амплитуды поля антенны в боковом лепестке к максимальному значению амплитуды поля в основном лепестке;

2) максимального значения амплитуды поля антенны в основном лепестке к максимальному значению амплитуды поля в боковом лепестке;

3) минимального значения амплитуды поля антенны в боковом лепестке к максимальному значению амплитуды поля в основном лепестке;

4) минимального значения амплитуды поля антенны в боковом лепестке к минимальному значению амплитуды поля в основном лепестке.

2. Азимутальным углом ϕ сферической системы координат называют угол между

Варианты ответа:

1) осью OZ и радиус-вектором точки наблюдения;

2) осью OX и осью OY декартовой системы координат;

3) осью OX и проекцией радиус-вектора точки наблюдения на плоскость XOY;

4) осями OZ и OY декартовой системы координат.

3. Узкополосными называют антенны, для которых ширина рабочего диапазона частот имеет значение, составляющее

Варианты ответа:

1) менее 10 % от значения центральной частоты рабочего диапазона;

2) более 10 % от значения центральной частоты рабочего диапазона;

3) менее 50 % от значения центральной частоты рабочего диапазона;

4) менее 1 % от значения центральной частоты рабочего диапазона.

4. Коэффициент усиления антенны определяется

Варианты ответа:

1) суммой коэффициента полезного действия и коэффициента направленного действия антенны;

2) разностью коэффициента полезного действия и коэффициента направленного действия антенны;

3) делением коэффициента полезного действия на коэффициент направленного действия антенны;

4) произведением коэффициента полезного действия и коэффициента направленного действия антенны.

5. Антенный эффект при работе рамочной антенны в режиме приема приводит к

Варианты ответа:

1) появлению боковых лепестков в диаграмме направленности;

2) исчезновению в диаграмме направленности направлений нулевого излучения и появлению вместо них неглубоких минимумов, а также к нарушению симметрии лепестков диаграммы направленности;

3) смещению направлений максимального и минимального излучений;

4) появлению неглубоких минимумов с сохранением симметрии лепестков диаграммы направленности.

6. Ток в идеальном симметричном вибраторе имеет амплитудное распределение, аналогичное распределению тока в длинной линии в режиме

Варианты ответа:

1) бегущей волны;

2) смешанных волн;

3) короткого замыкания на конце;

4) холостого хода на конце.

7. Односторонний режим излучения щелевой антенны обеспечивается

Варианты ответа:

1) нанесением слоя поглощающего вещества на одну из сторон экрана;

2) использованием дополнительного экрана;

3) использованием закорачивающих перемычек на одной из сторон экрана;

4) возбуждением щели с помощью объёмного резонатора, располагаемого на одной из сторон экрана.

8. Офсетными называют параболические зеркальные антенны, у которых облучатель располагается

Варианты ответа:

1) на отражающей внутренней поверхности зеркала;

2) на внешней поверхности зеркала;

3) в фокусе зеркала, а само зеркало представляет собой часть параболоида, геометрический центр которого смещен относительно его вершины (то есть оптическая и геометрическая оси не совпадают);

4) на апертуре зеркала.

9. Смещение облучателя из фокуса параболической зеркальной антенны в фокальной плоскости ведет к

Варианты ответа:

1) увеличению коэффициента направленного действия;

2) уменьшению области затенения;

3) сужению главного лепестка диаграммы направленности;

4) смещению направления главного излучения в сторону, противоположную смещению облучателя, расширению главного лепестка диаграммы направленности и увеличению уровня боковых лепестков.

10. Вторичные главные максимумы в диаграмме направленности линейной антенной решетки возникают, когда фазовый сдвиг между полями соседних элементов достигает

Варианты ответа:

1) 2π радиан;

2) π радиан;

3) $\pi/2$ радиан;

4) $\pi/4$ радиан;

11. Осью линейной антенной решетки называют

Варианты ответа:

1) перпендикуляр к линии, вдоль которой расположены отдельные элементы решетки;

2) линию, вдоль которой расположены фазовые центры элементов решетки;

3) направление главного излучения линейной антенной решетки;

4) продольную ось симметрии каждого элемента решетки.

12. Длина волны в линии передачи это минимальное расстояние между

Варианты ответа:

1) сечениями, в которых амплитуды колебаний напряжённости электрического поля, переносимой вдоль линии радиоволны, максимальны;

2) сечениями, в которых амплитуды колебаний напряжённости электрического поля, переносимой вдоль линии радиоволны, минимальны;

3) двумя поперечными сечениями линии, колебания электромагнитного поля в которых синфазны;

4) сечениями линии, в которых имеют место пучности стоячей волны.

13. Коэффициентом передачи линии называется отношение нормированной амплитуды

Варианты ответа:

1) напряжения или тока падающей волны на выходе линии к нормированной амплитуде напряжения или тока соответственно на входе линии в режиме согласования;

2) напряжения или тока падающей волны на входе линии к нормированной амплитуде напряжения или тока соответственно на выходе линии в режиме согласования;

3) напряжения падающей волны на входе линии к нормированной амплитуде падающей волны тока на выходе линии в режиме согласования;

4) тока падающей волны на входе линии к нормированной амплитуде падающей волны напряжения на выходе линии в режиме согласования.

14. В соответствии с решением телеграфных уравнений радиоволна, распространяющаяся вдоль линии передачи, представляет собой

Варианты ответа:

1) электромагнитную волну линейной поляризации;

2) электромагнитную волну круговой поляризации;

3) суперпозицию электромагнитных волн, распространяющихся в прямом (падающие волны) и обратном (отражённые волны) направлениях;

4) суперпозицию стоячих и бегущих вдоль линии передачи электромагнитных волн.

15. Согласованием называется такой режим работы антенно-фидерного тракта, при котором

Варианты ответа:

1) отношение сигнал/помеха на входе приёмника имеет наибольшее значение;

2) скорость передачи информации в такой системе максимальна;

3) в системе отсутствуют фазовые искажения;

- 4) модуль коэффициента отражения в такой системе имеет минимальное значение.

Приложение № 2

Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам

Лабораторная работа № 1. Исследование влияния земли на диаграмму направленности симметричного горизонтального полуволнового вибратора

Содержание работы:

1. Ознакомиться с инструкцией по мерам безопасной работы, расписаться в журнале инструктажа. Ознакомиться с инструкциями по эксплуатации контрольно-измерительных приборов, используемых в ходе лабораторной работы.

2. Рассчитать и построить нормированные диаграммы направленности симметричного горизонтального вибратора, поднятого над идеально проводящей поверхностью на различную высоту $h = 0,5\lambda$ и $h = \lambda$.

3. Произвести серию из трех измерений характеристики направленности полуволнового горизонтального симметричного вибратора, поднятого над поверхностью макета земли на различную высоту h . По полученным результатам построить нормированные диаграммы направленности.

4. Оценить погрешности измерения характеристики направленности.

5. Сравнить диаграммы направленности, полученные практическим путем, с расчетными.

6. Составить отчет по лабораторной работе.

7. Сделать выводы с анализом полученных результатов.

Контрольные вопросы.

1. Что называется диаграммой направленности?

2. Что называется амплитудной характеристикой направленности антенны?

3. Что называется нормированной амплитудной характеристикой направленности антенны?

4. Как определяется направление на точку наблюдения в сферической системе координат?

5. В чем состоит суть метода зеркальных изображений?

6. Почему отличаются направленные свойства в вертикальной плоскости горизонтального и вертикального симметричных вибраторов, расположенных над поверхностью Земли на некоторой высоте?

7. Получите выражения для первого и второго максимумов диаграмм направленностей для вертикального симметричного вибратора в предположении, что проводимость Земли бесконечна.

8. Как получить характеристику направленности несимметричного вибратора в вертикальной плоскости?

9. Какова методика измерения амплитудной характеристики направленности подвешенного над поверхностью земли горизонтального вибратора в вертикальной плоскости?

10. Как оценить погрешность определения характеристики направленности на макете, используемом в работе?

11. Почему при снятии диаграммы направленности расстояние между антеннами должно быть достаточно большим?

12. Найдите выражения для углов максимального и минимального излучения симметричного горизонтального вибратора, находящегося на высоте h , равной $0,25\lambda$; $0,5\lambda$; $0,75\lambda$; λ над Землей.

13. Найдите выражения для углов максимального и минимального излучений симмет-

ричного вертикального вибратора, находящегося на высоте h , равной $0,25\lambda$; $0,5\lambda$; $0,75\lambda$; λ над Землей.

Лабораторная работа № 2. Исследование направленных свойств линейных антенных решеток

Содержание работы.

1. Ознакомление с техникой безопасности при работе с ПК.
2. Ознакомиться с руководством пользователя программой.
3. Ознакомиться краткими теоретическими сведениями и найти ответы на вопросы дня самопроверки.
4. Провести исследование характеристик излучения спиральной антенны в осевом режиме работы в плоскости, перпендикулярной виткам, предварительно пройдя тест по исследуемому режиму.
5. Провести исследование характеристик излучения ЛАР в нормальном режиме работы в плоскости, перпендикулярной вибраторам, предварительно пройдя тест по исследуемому режиму.
6. Провести исследование характеристик излучения ЛАР в нормальном режиме работы в плоскости, содержащей вибраторы, предварительно пройдя тест по исследуемому режиму.
7. Провести исследование характеристик излучения ЛАР в осевом режиме работы, предварительно пройдя тест по исследуемому режиму.
8. Провести исследование характеристик излучения ЛАР в наклонном режиме работы, предварительно пройдя тест по исследуемому режиму.
9. Составить отчет по лабораторной работе, в котором должны быть выводы по каждому пункту лабораторного задания и по проделанной работе в целом с анализом полученных результатов.

Контрольные вопросы.

1. Какие антенны называют антенными решетками?
2. Что называется эквидистантной линейной антенной решеткой?
3. Какие режимы работы линейных антенных решеток Вам известны?
4. Проведите оценку направленных свойств ЛАР из двух полуволновых вибраторов в режиме нормального излучения.
5. Проведите оценку направленных свойств ЛАР из двух полуволновых вибраторов в режиме наклонного излучения.
6. Проведите оценку направленных свойств ЛАР из двух полуволновых вибраторов в режиме осевого излучения.
7. Проведите оценку направленных свойств ЛАР из трех полуволновых вибраторов в режиме нормального излучения.
8. Проведите оценку направленных свойств ЛАР из трех полуволновых вибраторов в режиме наклонного излучения.
9. Проведите оценку направленных свойств ЛАР из трех полуволновых вибраторов в режиме осевого излучения.
10. Что называется относительным уровнем боковых лепестков? Каковы пути уменьшения данного параметра в ЛАР?
11. Как определить ширину ДН по нулевому направлению и по половинной мощности?
12. Что понимают под входным сопротивлением ЛАР и от чего оно зависит?
13. Получите выражение и оцените численное значение входного сопротивления ЛАР из двух полуволновых вибраторов в режиме нормального излучения.

14. Получите выражение и оцените численное значение входного сопротивления ЛАР из трех полуволновых вибраторов в режиме нормального излучения.
15. Получите выражение и оцените численное значение входного сопротивления ЛАР из двух полуволновых вибраторов в режиме осевого излучения.
16. Получите выражение и оцените численное значение входного сопротивления ЛАР из трех полуволновых вибраторов в режиме осевого излучения.
17. Поясните назначение, конструкцию и принцип действия фазированных антенных решеток (ФАР) со схемой возбуждения фидерного типа.
18. Поясните, с какой целью используются эквидистантные антенные решетки с неравномерным распределением амплитуды токов.
19. Что представляет собой непрерывная линейная система излучателей?
20. Что называется длиной системы и коэффициентом замедления?

Лабораторная работа № 3. Исследование основных параметров магнитной рамочной антенны.

Содержание работы:

1. Ознакомиться с инструкцией по мерам безопасной работы, расписаться в журнале инструктажа. Ознакомиться с инструкциями по эксплуатации контрольно-измерительных приборов, используемых в ходе лабораторной работы.
2. Измерить амплитудную характеристику направленности приемной рамочной антенны при приеме радиоволн с линейными частотами по заданию преподавателя, например, $f_1 = 200$ кГц, $f_2 = 300$ кГц, $f_3 = 400$ кГц.
2. Построить нормированные диаграммы направленности исследуемой рамочной антенны в горизонтальной плоскости.
3. Определить ширину диаграммы направленности в каждом из трех случаев.
4. Измерить действующую длину приемной рамочной антенны на каждой из трех рабочих частот.
5. Рассчитать теоретические значения действующей длины на указанных частотах и значения сопротивления излучения.
6. Составить отчет по лабораторной работе.
7. Сделать выводы с анализом полученных результатов.

Контрольные вопросы.

1. Каковы конструкция и назначение рамочной антенны?
2. Изложить принцип действия рамочной антенны.
3. Что называется действующей длиной рамочной антенны и каковы способы ее увеличения?
4. В чем суть антенного эффекта и способы его устранения?
5. В чем заключается неоднозначность в определении направления прихода волны при работе рамочной антенны на прием и способ её устранения.
6. Конструкция и принцип действия гониометрической рамочной антенны.
7. Доказать, что КПД рамочной антенны в диапазонах ДВ и СВ мал.
8. Что называют амплитудной характеристикой направленности и диаграммой направленности приемной рамочной антенны?
9. Дать определение ширины диаграммы направленности.
10. Изложить методики измерения амплитудной характеристики направленности и действующей длины рамочной антенны.

Лабораторная работа № 4. Исследование антенного переключателя

Содержание работы.

1. Ознакомиться с инструкцией по мерам безопасной работы, расписаться в журнале инструктажа. Ознакомиться с инструкциями по эксплуатации контрольно-измерительных приборов, используемых в ходе лабораторной работы.
2. Изучить устройство и принцип работы антенного вентиля-переключателя по техническому описанию и инструкции по эксплуатации РЛС «Донец-2».
3. По известным геометрическим размерам волновода рассчитать критическую длину волны типа H_{10} , критическую частоту волны типа H_{10} , рабочую частоту и диапазон рабочих частот фидерной линии.
4. Для трёх значений частоты, заданных преподавателем, рассчитать коэффициент затухания фидерной линии.
5. Для этих же частот измерить коэффициент затухания. Результаты расчётов и измерений занести в таблицу 4.1 приложения 4.
- Сравнить результаты расчётов и измерений.
6. По известным геометрическим размерам волноводно-щелевого моста определить диапазон рабочих частот антенного переключателя.
7. Измерить коэффициент передачи мощности S_{15} антенного переключателя, а также величину развязки S_{12} между каналами 1 и 2 в режиме передачи на фиксированных частотах рабочего диапазона переключателя, заданных преподавателем. Результаты измерений занести в таблицу 4.2 приложения 4.
- По результатам измерений построить соответствующие графики.
8. Для той же системы измерить коэффициент передачи мощности системы S_{51} и также величину развязки S_{21} между каналами 2 и 1 в режиме приёма на тех же частотах рабочего диапазона. Результаты измерений занести в таблицу 4.3 приложения 4. По результатам измерений построить соответствующие графики.
9. Оценить полученные результаты и сделать выводы.
10. Составить отчет по лабораторной работе.

Контрольные вопросы.

1. Какова структура электромагнитного поля волны типа H_{10} ?
2. Что означают индексы в обозначении типа волны H_{10} ?
3. Как определить критическую длину волны типа H_{10} для волновода с заданными размерами?
4. Как определить рабочий диапазон длин волн?
5. Что называется затуханием электромагнитной волны в волноводе?
6. Почему передача энергии из плеча 1 волноводно-щелевого моста в плечо 2 отсутствует?
7. Почему энергия электромагнитной волны, распространяющейся по каналу 1 волноводно-щелевого моста, делится поровну между каналами 3 и 4?
8. Почему волны в каналах 3 и 4 волноводно-щелевого моста сдвинуты по фазе на четверть периода?
9. Почему в плоскости, параллельной широкой стенке прямоугольного волновода, создаётся магнитное поле эллиптической поляризации?
10. Почему волна, распространяющаяся в направлении $+Z$, в направленном ферритовом фазовращателе с поперечно намагниченным ферритом имеет меньший сдвиг фазы, чем волна, распространяющаяся в обратном направлении?

11. Пояснить работу антенного переключателя в режиме передачи.
12. Пояснить работу антенного переключателя в режиме приема.
13. Что называется коэффициентом передачи по мощности антенного переключателя?
14. С какой целью в антенном переключателе используется фазосдвигающая секция, какова ее конструкция и принцип действия?
15. С какой целью в антенном переключателе используется поглощающая нагрузка?

Лабораторная работа № 5. Исследование основных параметров цилиндрической спиральной антенны

Содержание работы.

1. Ознакомление с техникой безопасности при работе с ПК.
2. Ознакомление с руководством пользователя программой и найти ответы на вопросы дня самопроверки.
3. Выполнить задание на самоподготовку.
4. Провести исследование характеристик излучения спиральной антенны в осевом режиме работы в плоскости, перпендикулярной виткам, предварительно пройдя тест по исследуемому режиму.
5. Провести исследование характеристик излучения спиральной антенны в осевом режиме работы в плоскости, содержащей витки, предварительно пройдя тест по исследуемому режиму.
6. Провести исследование поляризационной характеристики спиральной антенны в осевом режиме излучения, предварительно пройдя тест по исследуемому режиму.
7. Сделать вывод о сходимости результатов эксперимента и теоретического расчета.
8. Составить отчет по лабораторной работе, в котором должны быть выводы по каждому пункту лабораторного задания и по проделанной работе в целом с анализом полученных результатов.

Контрольные вопросы.

1. Приведите конструкцию цилиндрической спиральной антенны и ее основные конструктивные параметры.
2. Изложите принцип действия цилиндрической спиральной антенны.
3. Почему цилиндрическую спиральную антенну относят по классификации к антеннам бегущих волн?
4. Приведите амплитудные распределения тока в витке спиральной антенны длиной, равной длине излучаемой волны, для нескольких возможных моментов времени в течение длительности периода и поясните процесс формирования электромагнитной волны круговой поляризации.
5. В каких режимах излучения способна функционировать цилиндрическая спиральная антенна и каковы условия их наступления?
6. Что называется коэффициентом замедления волны в спиральной антенне? Каково влияние величины коэффициента замедления на направленные свойства спиральной антенны?
7. Дайте характеристику работы спиральной антенны в поперечном (нормальном) режиме излучения. Почему данный режим работы не находит широкого применения на практике?
8. Дайте характеристику работы спиральной антенны в наклонном режиме излучения. Какие конструктивные параметры антенны влияют на положение главного лепестка амплитудной характеристики направленности в пространстве?
9. Дайте характеристику работы спиральной антенны в осевом режиме излучения. Как изменяются основные параметры антенны: ширина диаграммы направленности, количество

боковых лепестков, уровень боковых лепестков и т.д. при изменении конструктивных параметров антенны?

10. Сравните направленные свойства цилиндрической спиральной антенны в осевом режиме работы в двух главных плоскостях. Является ли амплитудная характеристика направленности антенны осесимметричной?

11. Определите входное сопротивление и коэффициент направленного действия цилиндрической спиральной антенны, имеющей ширину главного лепестка по половинной мощности, равную 30° , при относительной осевой длине спиральной антенны $L/l = 2,1$.

12. Цилиндрическая спиральная антенна работает на частоте 500 МГц. Угол подъема витков спирали (шаговый угол) составляет 0,26 рад. Коэффициент укорочения волны в спирали – 1,2. Рассчитайте и постройте в полярных координатах нормированную амплитудную диаграмму направленности спиральной антенны. Дайте трактовку полученным результатам.

13. Цилиндрическая спиральная антенна характеризуется следующими конструктивными параметрами: радиус витка – 10 см, шаг спирали – 7 см, число витков – 9, коэффициент замедления волны в антенне – 1,1. Определите, во сколько раз амплитуда напряженности электрического поля в направлении 45° к оси антенны меньше амплитуды напряженности электрического поля в направлении главного излучения.

14. Ширина главного лепестка цилиндрической спиральной антенны по половинной мощности составляет 0,9 радиан. Определите рабочую частоту антенны, если радиус витка – 10 см, шаг намотки – 6 см, число витков – 12.

15. Определите, при каком числе витков цилиндрическая спиральная антенна, имеющая длину одного витка 20 см и шаг намотки 4 см, работающая на волне с длиной 3,2 см, обеспечивает ширину главного лепестка по уровню нулевого излучения 90 мрад.

Приложение № 3

Задания и варианты по расчетно-графической работе (очная форма обучения)

Задача № 1

Симметричный электрический вибратор, выполненный в виде двух одинаковых проводников цилиндрической формы длиной l и диаметром поперечного сечения D , возбуждается электрическим током, амплитуда которого в точках питания равна I_0 . Необходимо на рабочей длине волны излучения вибратора λ :

а) рассчитать и построить график распределения амплитуды колебаний электрического тока в вибраторе, отнесённой к амплитуде колебаний тока в пучности;

б) рассчитать и построить график распределения амплитуды колебаний напряжения в вибраторе, отнесённой к амплитуде колебаний напряжения в пучности;

в) рассчитать и построить в полярных координатах диаграмму направленности (ДН) вибратора в его меридиональной плоскости, определить амплитуды колебаний напряжённостей электрического и магнитного полей его излучения в направлении главного максимума на расстоянии r от него и найти значение коэффициента направленного действия (КНД) в направлении главного максимума излучения;

г) определить отношение действующей длины вибратора, отнесённой к току в пучности, к рабочей длине волны;

д) определить мощность излучения и сопротивление излучения вибратора, отнесённое к току в пучности;

е) рассчитать полное входное сопротивление вибратора;

ж) считая, что заданный вибратор расположен на высоте h над идеально проводящей поверхностью Земли и сориентирован относительно неё так, как указано в таблице 1, рассчитать и построить в полярных координатах диаграмму направленности для вертикального вибратора в его меридиональной плоскости, а для горизонтального вибратора – в его экваториальной плоскости;

з) определить полное входное сопротивление такого вибратора.

Исходные данные, необходимые для решения задачи, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Предпоследняя цифра номера варианта	D	h	r , км	Последняя цифра номера варианта	I_0 , А	l	Ориентация относительно Земли
0	$9\lambda \cdot 10^{-4}$	$l + 0,1\lambda$	1 000	0	1	$0,15 \cdot \lambda$	вертикальный
1	$\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,2\lambda$	2 000	1	1,5	$0,15 \cdot \lambda$	горизонтальный
2	$2\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,3\lambda$	3 000	2	2	$0,25 \cdot \lambda$	вертикальный
3	$3\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,4\lambda$	4 000	3	2,5	$0,25 \cdot \lambda$	горизонтальный
4	$4\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,5\lambda$	5 000	4	3	$0,35 \cdot \lambda$	вертикальный
5	$5\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,6\lambda$	6 000	5	3,5	$0,35 \cdot \lambda$	горизонтальный
6	$6\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,7\lambda$	5 000	6	4	$0,45 \cdot \lambda$	вертикальный
7	$7\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,8\lambda$	4 000	7	4,5	$0,45 \cdot \lambda$	горизонтальный

Окончание табл. 1

Предпоследняя цифра номера варианта	D	h	r , км	Последняя цифра номера варианта	I_0 , А	l	Ориентация относительно Земли
8	$8\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,9\lambda$	3 000	8	5	$0,60 \cdot \lambda$	вертикальный
9	$9\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + \lambda$	2 000	9	5	$0,60 \cdot \lambda$	горизонтальный

Задача № 2

Задана линейная эквидистантная антенная решётка, состоящая из N изотропных излучателей, с равномерным распределением амплитуд токов и линейным распределением фаз токов в элементах решётки. Считая, что период решётки равен d , а сдвиг фаз между токами в соседних элементах φ , на рабочей длине волны λ необходимо в меридиональной по отношению к оси решётки плоскости:

- определить режим излучения;
- рассчитать значение коэффициента направленного действия (КНД) в направлении главного максимума излучения заданной решётки;
- используя выражение для нормированной характеристики направленности, рассчитать и построить в полярных и декартовых координатах диаграммы направленности (ДН) заданной решётки;
- с помощью построенных диаграмм определить:
 - направление главного максимума излучения;
 - направление вторичного главного максимума, если он присутствует в излучении решётки;
 - направления и соответствующие им порядки вторичных максимумов излучения;
 - ширину главного лепестка ДН по уровню половинной мощности;
 - значения относительных уровней боковых лепестков (УБЛ).

Таблица 3

Предпоследняя цифра номера варианта	d	N	Последняя цифра номера варианта	φ
0	$0,25\lambda$	4	0	0
1	$0,5\lambda$	4	1	$0,5kd$
2	$0,25\lambda$	5	2	$-0,5kd$
3	$0,5\lambda$	5	3	kd
4	$0,25\lambda$	6	4	$-kd$
5	$0,5\lambda$	6	5	0
6	$0,25\lambda$	7	6	$0,5kd$
7	$0,5\lambda$	7	7	$-0,5kd$
8	$0,25\lambda$	8	8	kd
9	$0,5\lambda$	8	9	$-kd$

Задача № 3

Многовитковая рамочная антенна выполнена в виде катушки, намотанной на ферритовый сердечник цилиндрической формы (см. рис. 1). Катушка содержит N витков круглой формы, намотанных n слоями проводом, радиус поперечного сечения которого r . Считая, что заданная антенна работает в режиме приёма на частоте f , необходимо:

- рассчитать действующую длину антенны;
- определить максимальную ЭДС, наводимую в антенне, при условии, что амплитуда колебаний напряжённости электрического поля радиоволны в точке приёма равна E_m ;
- на заданной частоте рассчитать сопротивление излучения и полное внутреннее сопротивление антенны;
- определить, во сколько раз необходимо увеличить средний диаметр колец обмотки для того, чтобы действующая длина антенны не изменилась, если из неё удалить ферритовый сердечник.

Обозначения геометрических размеров антенны показаны на рис. 1. Исходные данные для решения задачи приведены в таблице 4.

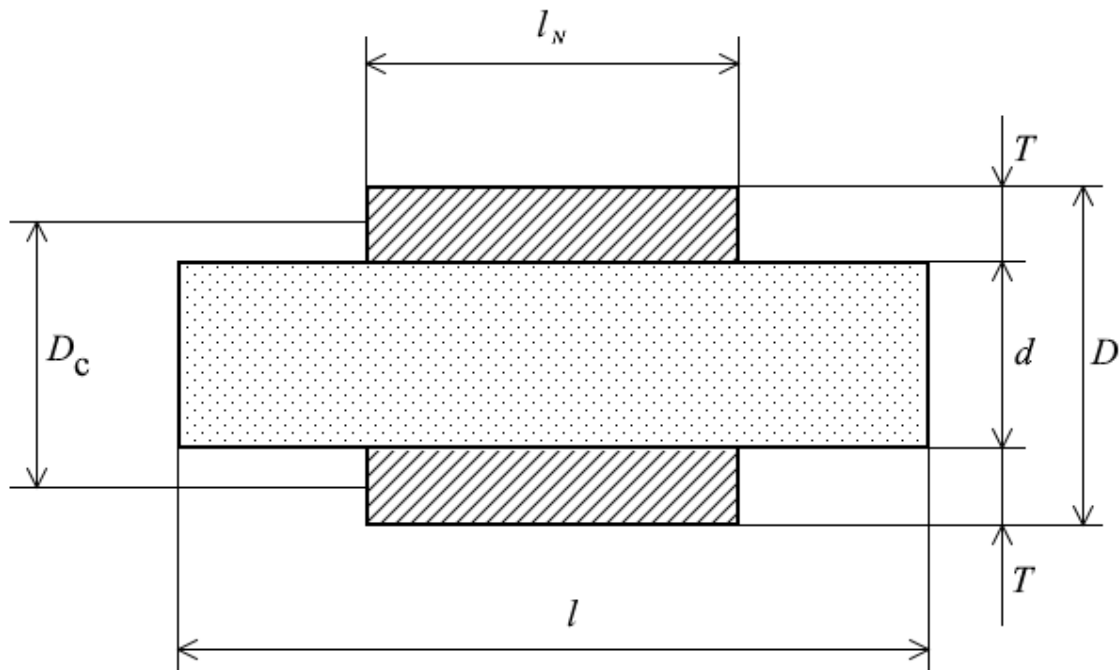


Рис. 1. Эскиз рамочной антенны

Таблица 4

Предпоследняя цифра номера варианта	μ_r	d , мм	E_m , мВ/м	Последняя цифра номера варианта	f , кГц	N	n	r , мм	l , см
0	100	15	5	0	300	10	1	0,5	15
1	200	16	10	1	400	20	1	0,2	16
2	300	17	15	2	500	30	2	0,1	17
3	400	18	20	3	600	40	2	0,5	18
4	500	19	25	4	700	50	2	0,2	19

Окончание табл. 3

Предпоследняя цифра номера варианта	μ_r	d , мм	E_m , мВ/м	Последняя цифра номера варианта	f , кГц	N	n	r , мм	l , см
5	600	20	30	5	800	60	3	0,1	20
6	700	21	35	6	900	70	2	0,5	21
7	800	22	40	7	1000	80	4	0,2	22
8	900	23	45	8	1100	90	3	0,1	23
9	1000	24	50	9	1200	100	4	0,5	24

Задача № 4

Зеркальная антенна состоит из зеркала, имеющего форму параболоида вращения, и облучателя заданного вида, расположенного в фокусе зеркала. Антенна предназначена для работы на длине волны λ и имеет диаграмму направленности с шириной по уровню половинной мощности $\Delta\theta_{0,5}^E = 2^\circ$ в плоскости вектора $\vec{E}$ для вариантов с чётными номерами и $\Delta\theta_{0,5}^H = 2^\circ$ в плоскости вектора $\vec{H}$ – для вариантов с нечётными номерами. Ослабление поля на краях зеркала равно A . Необходимо:

- определить параметры зеркала: угол апертуры Φ_0 ; радиус апертуры R_0 ; фокусное расстояние зеркала f ;
- рассчитать и построить профиль параболы;
- рассчитать и построить диаграмму направленности антенны для вариантов с чётными номерами в плоскости вектора $\vec{E}$, для вариантов с нечётными номерами – в плоскости вектора $\vec{H}$;
- вычислить значения коэффициента направленного действия (КНД) антенны в направлении главного максимума излучения, её эффективной площади и коэффициента использования зеркала; коэффициента полезного действия (КПД) и коэффициента усиления антенны;
- определить максимально допустимое смещение фазового центра облучателя относительно фокуса в направлении, перпендикулярном оси параболоида.

Исходные данные для решения задачи приведены в таблице 5.

Таблица 5

Предпоследняя цифра номера варианта	A , дБ	Последняя цифра номера варианта	λ , см	Тип облучателя
0	20	0	20	Диполь с дисковым рефлектором
1	19	1	7,5	Диполь с дисковым рефлектором
2	18	2	2,73	Пирамидальный рупор (38,7x31,6 мм ²)*
3	17	3	2,5	Пирамидальный рупор (38,7x31,6 мм ²)*
4	16	4	2,14	Пирамидальный рупор (38,7x31,6 мм ²)*
5	15	5	2,73	Диполь, облучаемый прямоугольным волноводом

Окончание табл. 5

Предпоследняя цифра номера варианта	A, дБ	Последняя цифра номера варианта	λ , см	Тип облучателя
6	14	6	2,5	Диполь, облучаемый прямоугольным волноводом
7	13	7	2,14	Диполь, облучаемый прямоугольным волноводом
8	12	8	1,5	Двухщелевой облучатель обратного излучения ($d=\lambda$)**
9	11	9	1,0	Двухщелевой облучатель обратного излучения ($d=\lambda$)**

*)-в скобках указаны размеры апертуры рупора;

**-d – расстояние между щелями.

Задача № 5

Фидерный тракт РЛС состоит из линии передачи в виде прямоугольного волновода с воздушным заполнением и идеально гладкими стенками и антенного переключателя. Размеры поперечного сечения волновода ($a \times b$). В состав антенного переключателя входят два одинаковых волноводно-щелевых моста, ферритовый фазовращатель и фазосдвигающие секции. Все эти элементы состоят из отрезков волноводов, аналогичных волноводам линии передачи. Материал, из которого изготовлены стенки волноводов, определяется номером варианта и указан в табл. 5. Необходимо:

а) считая, что отрезки волноводов в волноводно-щелевых мостах в составе антенного переключателя имеют общую узкую стенку, определить рабочий диапазон частот и рабочую частоту фидерного тракта;

б) определить продольные размеры окон связи в волноводно-щелевых мостах, входящих в состав антенного переключателя;

в) определить потери в тракте на рабочей частоте, считая, что его длина 10 м, а потери в антенном переключателе составляют 10 %.

Исходные данные для решения задачи приведены в табл. 6.

Таблица 6

Предпоследняя цифра номера варианта	Материал стенок волноводов	Последняя цифра номера варианта	$a \times b$, мм ²
0	Серебро ($6,1 \times 10^7$ См/м)*	0	19,050×9,525
1	Медь ($5,5 \times 10^7$ См/м)*	1	22,860×10,160
2	Алюминий ($3,2 \times 10^7$ См/м)*	2	25,908×12,954
3	Латунь ($1,6 \times 10^7$ См/м)*	3	28,499×12,624

Окончание табл. 6

Предпоследняя цифра номера варианта	Материал стенок волноводов	Последняя цифра номера варианта	$a \times b$, мм ²
4	Фосфористая бронза ($0,87 \times 10^7$ СМ/М)*	4	34,849 × 15,799
5	Серебро ($6,1 \times 10^7$ СМ/М)*	5	40,386 × 20,193
6	Медь ($5,5 \times 10^7$ СМ/М)*	6	47,549 × 22,149
7	Алюминий ($3,2 \times 10^7$ СМ/М)*	7	58,156 × 29,083
8	Латунь ($1,6 \times 10^7$ СМ/М)*	8	72,136 × 34,036
9	Фосфористая бронза ($0,87 \times 10^7$ СМ/М)*	9	86,360 × 43,180

*) - в скобках указаны значения удельной электропроводности соответствующих материалов.

Задача № 6

Четырехплечий циркулятор на основе эффекта Фарадея имеет заданное значение коэффициента стоячей волны (КСВ) во всех плечах, ослабление в направлении передачи $A_{пр}$ и развязку $A_{обр}$. Необходимо:

- составить матрицу рассеяния устройства;
- определить величину тепловых потерь в циркуляторе;
- считая, что действующее значение комплексной амплитуды нормированной волны

на входе циркулятора равна $\dot{U}_+$, а остальные плечи нагружены на согласованные нагрузки, определить мощности на выходах устройства.

Исходные данные для решения задачи приведены в табл. 7.

Таблица 7

Предпоследняя цифра номера варианта	$\dot{U}_+$	$A_{пр}$, дБ	Последняя цифра номера варианта	КСВ	$A_{обр}$, дБ
0	$1+i$	0,1	0	1,1	25
1	$2+i$	0,15	1	1,2	30
2	$2+2i$	0,2	2	1,3	35
3	$1+2i$	0,25	3	1,4	25
4	$3+i$	0,3	4	1,5	30
5	$3+2i$	0,35	5	1,1	35
6	$2+3i$	0,4	6	1,2	25
7	$1+3i$	0,45	7	1,3	30
8	$4+i$	0,5	8	1,4	35

Окончание табл. 7

Предпоследняя цифра номера варианта	$\dot{U}_+$	$A_{\text{пр}}, \text{дБ}$	Последняя цифра номера варианта	КСВ	$A_{\text{обр}}, \text{дБ}$
9	1+4i	0,1	9	1,5	25

Методические указания по оформлению и выполнению РГР

Расчетно-графическая работа состоит из шести задач. Исходные данные для их решения определяются номером варианта. Номер варианта определяется преподавателем или номером зачётной книжки (на усмотрение преподавателя). При этом предпоследняя цифра номера варианта совпадает с предпоследней цифрой номера зачётной книжки, а последняя цифра номера варианта – с последней цифрой номера зачётной книжки. **При нарушении курсантом правила выбора номера варианта расчетно-графическая работа возвращается ему без проверки.**

При оформлении расчетно-графической работы (РГР) необходимо придерживаться следующих основных требований.

1. Расчетно-графическая работа оформляется в виде пояснительной записки на стандартных листах формата А-4 с помощью ПК с использованием приложения *Mathcad*. При оформлении с помощью ПК размер шрифта должен быть не менее 12-14 пт, а межстрочный интервал – одинарный. Отступы от края листа: правый – 10 мм, левый – 30 мм, нижний и верхний – 20 мм. **При несоблюдении этих требований работа возвращается курсанту без проверки.**

2. Пояснительная записка включает в себя титульный лист, содержание, текстовую часть и список использованной литературы.

3. В конце записки необходимо поставить подпись.

4. На титульном листе указываются наименование учебного заведения и специальность, наименование дисциплины и номер варианта, фамилия, инициалы, шифр, дата завершения выполнения работы и фамилия проверяющего.

5. В текстовой части пояснительной записки необходимо указать номера задач и записать их условия с указанием исходных данных в соответствии с номером варианта. После чего должно следовать описание хода решения этих задач, сопровождаемое краткими, но исчерпывающими комментариями. При этом не следует приводить выводы формул и уравнений, имеющих в учебной литературе, за исключением случаев, предусмотренных условиями задач. В случае применения для расчётов формул из учебной литературы необходимо оформить ссылку на использованный источник. Оформление такой ссылки осуществляется следующим образом: при цитировании той или иной формулы в тексте комментариев в косых скобках указывается цифра, соответствующая номеру источника, в котором эта формула упоминается, из списка использованной литературы. Все расчётные формулы должны сопровождаться пояснениями, в которых раскрывается смысл принятых в них обозначений. Расчёты и построение графиков и диаграмм, а также вычисления параметров антенн необходимо выполнять, используя приложение для ПК *Mathcad*. Все величины должны выражаться в единицах международной системы СИ, кроме случаев, указанных в задаче. Расчёты должны выполняться с точностью до трёх значащих цифр.

Если работа не зачтена, то исправления или новое решение выполняются на новых листах, которые подшиваются к незачтённой работе, и вместе с ней представляются на повторную проверку. Непосредственное внесение исправлений в текст работы, если она не зачтена, не допускается.

Перед выполнением каждого задания необходимо изучить соответствующий теоретический материал.

Приложение № 4

Задания и варианты контрольной работы (заочная форма обучения)

Задача № 1

Симметричный электрический вибратор, выполненный в виде двух одинаковых проводников цилиндрической формы длиной l и диаметром поперечного сечения D , возбуждается электрическим током, амплитуда которого в точках питания равна I_0 . Необходимо на рабочей длине волны излучения вибратора λ :

а) рассчитать и построить график распределения амплитуды колебаний электрического тока в вибраторе, отнесённой к амплитуде колебаний тока в пучности;

б) рассчитать и построить график распределения амплитуды колебаний напряжения в вибраторе, отнесённой к амплитуде колебаний напряжения в пучности;

в) рассчитать и построить в полярных координатах диаграмму направленности (ДН) вибратора в его меридиональной плоскости, определить амплитуды колебаний напряжённости электрического и магнитного полей его излучения в направлении главного максимума на расстоянии r от него и найти значение коэффициента направленного действия (КНД) в направлении главного максимума излучения;

г) определить отношение действующей длины вибратора, отнесённой к току в пучности, к рабочей длине волны;

д) определить мощность излучения и сопротивление излучения вибратора, отнесённое к току в пучности;

е) рассчитать полное входное сопротивление вибратора;

ж) считая, что заданный вибратор расположен на высоте h над идеально проводящей поверхностью Земли и сориентирован относительно неё так, как указано в таблице 1, рассчитать и построить в полярных координатах диаграмму направленности для вертикального вибратора в его меридиональной плоскости, а для горизонтального вибратора – в его экваториальной плоскости;

з) определить полное входное сопротивление такого вибратора.

Исходные данные, необходимые для решения задачи, приведены в табл. 8.

Таблица 8

Предпоследняя цифра номера варианта	D	h	r , км	Последняя цифра номера варианта	I_0 , А	l	Ориентация относительно Земли
0	$9\lambda \cdot 10^{-4}$	$l + 0,1\lambda$	1 000	0	1	$0,15 \cdot \lambda$	вертикальный
1	$\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,2\lambda$	2 000	1	1,5	$0,15 \cdot \lambda$	горизонтальный
2	$2\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,3\lambda$	3 000	2	2	$0,25 \cdot \lambda$	вертикальный
3	$3\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,4\lambda$	4 000	3	2,5	$0,25 \cdot \lambda$	горизонтальный
4	$4\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,5\lambda$	5 000	4	3	$0,35 \cdot \lambda$	вертикальный
5	$5\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,6\lambda$	6 000	5	3,5	$0,35 \cdot \lambda$	горизонтальный
6	$6\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,7\lambda$	5 000	6	4	$0,45 \cdot \lambda$	вертикальный

Окончание табл. 8

Предпоследняя цифра номера варианта	D	h	r , км	Последняя цифра номера варианта	I_0 , А	I	Ориентация относительно Земли
7	$7\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,8\lambda$	4 000	7	4,5	$0,45 \cdot \lambda$	горизонтальный
8	$8\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + 0,9\lambda$	3 000	8	5	$0,60 \cdot \lambda$	вертикальный
9	$9\lambda \cdot 10^{-3}$	$l + \lambda$	2 000	9	5	$0,60 \cdot \lambda$	горизонтальный

Задача № 2

Задана линейная эквидистантная антенная решётка, состоящая из N изотропных излучателей, с равномерным распределением амплитуд токов и линейным распределением фаз токов в элементах решётки. Считая, что период решётки равен d , а сдвиг фаз между токами в соседних элементах φ , на рабочей длине волны λ необходимо в меридиональной по отношению к оси решётки плоскости:

- определить режим излучения;
- рассчитать значение коэффициента направленного действия (КНД) в направлении главного максимума излучения заданной решётки;
- используя выражение для нормированной характеристики направленности, рассчитать и построить в полярных и декартовых координатах диаграммы направленности (ДН) заданной решётки;
- с помощью построенных диаграмм определить:
 - направление главного максимума излучения;
 - направление вторичного главного максимума, если он присутствует в излучении решётки;
 - направления и соответствующие им порядки вторичных максимумов излучения;
 - ширину главного лепестка ДН по уровню половинной мощности;
 - значения относительных уровней боковых лепестков (УБЛ).

Исходные данные, необходимые для решения задачи, приведены в табл. 9.

Таблица 9

Предпоследняя цифра номера варианта	d	N	Последняя цифра номера варианта	φ
0	$0,25\lambda$	4	0	0
1	$0,5\lambda$	4	1	$0,5kd$
2	$0,25\lambda$	5	2	$-0,5kd$
3	$0,5\lambda$	5	3	kd
4	$0,25\lambda$	6	4	$-kd$
5	$0,5\lambda$	6	5	0
6	$0,25\lambda$	7	6	$0,5kd$
7	$0,5\lambda$	7	7	$-0,5kd$

Окончание табл. 9

Предпоследняя цифра номера варианта	d	N	Последняя цифра номера варианта	Φ
8	$0,25\lambda$	8	8	kd
9	$0,5\lambda$	8	9	$-kd$

Задача № 3

Многовитковая рамочная антенна выполнена в виде катушки, намотанной на ферритовый сердечник цилиндрической формы (см. рис. 1). Катушка содержит N витков круглой формы, намотанных n слоями проводом, радиус поперечного сечения которого r . Считая, что заданная антенна работает в режиме приёма на частоте f , необходимо:

- рассчитать действующую длину антенны;
- определить максимальную ЭДС, наводимую в антенне, при условии, что амплитуда колебаний напряжённости электрического поля радиоволны в точке приёма равна E_m ;
- на заданной частоте рассчитать сопротивление излучения и полное внутреннее сопротивление антенны;
- определить, во сколько раз необходимо увеличить средний диаметр колец обмотки для того, чтобы действующая длина антенны не изменилась, если из неё удалить ферритовый сердечник.

Обозначения геометрических размеров антенны показаны на рис. 1.

Исходные данные для решения задачи приведены в табл. 10.

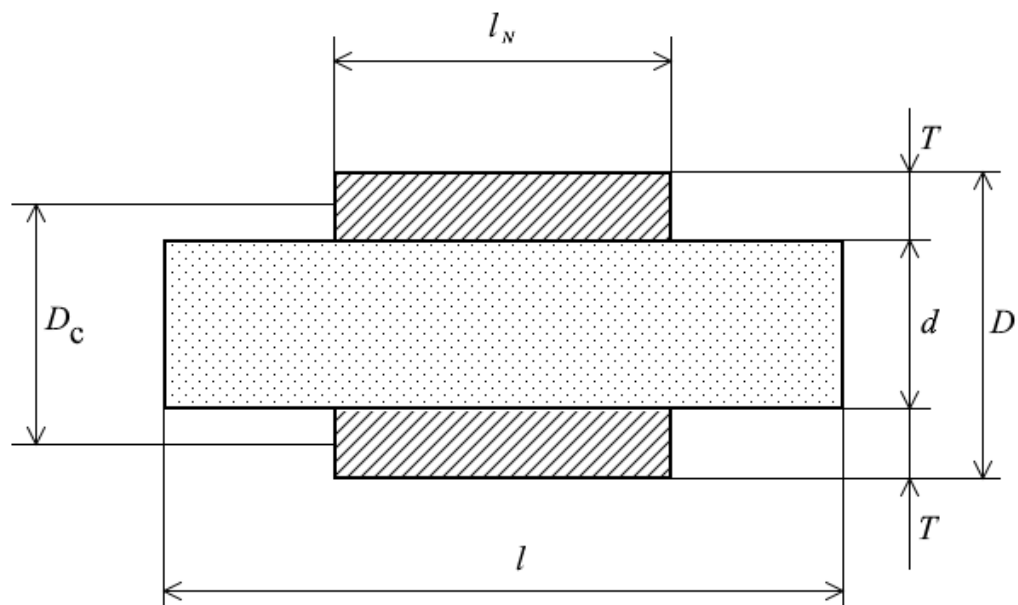


Рис. 1. Эскиз рамочной антенны

Таблица 10

Предпоследняя цифра номера варианта	μ_r	d , мм	E_m , мВ/м	Последняя цифра номера варианта	f , кГц	N	n	r , мм	l , см
0	100	15	5	0	300	10	1	0,5	15
1	200	16	10	1	400	20	1	0,2	16
2	300	17	15	2	500	30	2	0,1	17
3	400	18	20	3	600	40	2	0,5	18
4	500	19	25	4	700	50	2	0,2	19
5	600	20	30	5	800	60	3	0,1	20
6	700	21	35	6	900	70	2	0,5	21
7	800	22	40	7	1000	80	4	0,2	22
8	900	23	45	8	1100	90	3	0,1	23
9	1000	24	50	9	1200	100	4	0,5	24

Задача № 4

Зеркальная антенна состоит из зеркала, имеющего форму параболоида вращения, и облучателя заданного вида, расположенного в фокусе зеркала. Антенна предназначена для работы на длине волны λ и имеет диаграмму направленности с шириной по уровню половинной мощности $\Delta\theta_{0,5}^E = 2^\circ$ в плоскости вектора $\vec{E}$ для вариантов с чётными номерами и $\Delta\theta_{0,5}^H = 2^\circ$ в плоскости вектора $\vec{H}$ – для вариантов с нечётными номерами. Ослабление поля на краях зеркала равно A . Необходимо:

- определить параметры зеркала: угол апертуры φ_0 ; радиус апертуры R_0 ; фокусное расстояние зеркала f ;
- рассчитать и построить профиль параболы;
- рассчитать и построить диаграмму направленности антенны для вариантов с чётными номерами в плоскости вектора $\vec{E}$, для вариантов с нечётными номерами – в плоскости вектора $\vec{H}$;
- вычислить значения коэффициента направленного действия (КНД) антенны в направлении главного максимума излучения, её эффективной площади и коэффициента использования зеркала; коэффициента полезного действия (КПД) и коэффициента усиления антенны;

д) определить максимально допустимое смещение фазового центра облучателя относительно фокуса в направлении, перпендикулярном оси параболоида.

Исходные данные для решения задачи приведены в табл. 11.

Таблица 11

Предпоследняя цифра номера варианта	A, дБ	Последняя цифра номера варианта	λ , см	Тип облучателя
0	20	0	20	Диполь с дисковым рефлектором
1	19	1	7,5	Диполь с дисковым рефлектором
2	18	2	2,73	Пирамидальный рупор (38,7x31,6 мм ²)*
3	17	3	2,5	Пирамидальный рупор (38,7x31,6 мм ²)*
4	16	4	2,14	Пирамидальный рупор (38,7x31,6 мм ²)*
5	15	5	2,73	Диполь, облучаемый прямоугольным волноводом
6	14	6	2,5	Диполь, облучаемый прямоугольным волноводом
7	13	7	2,14	Диполь, облучаемый прямоугольным волноводом
8	12	8	1,5	Двухщелевой облучатель обратного излучения ($d=\lambda$)**
9	11	9	1,0	Двухщелевой облучатель обратного излучения ($d=\lambda$)**

*)-в скобках указаны размеры апертуры рупора;

**-d – расстояние между щелями.

Задача № 5

Фидерный тракт РЛС состоит из линии передачи в виде прямоугольного волновода с воздушным заполнением и идеально гладкими стенками и антенного переключателя. Размеры поперечного сечения волновода ($a \times b$). В состав антенного переключателя входят два одинаковых волноводно-щелевых моста, ферритовый фазовращатель и фазосдвигающие секции. Все эти элементы состоят из отрезков волноводов, аналогичных волноводам линии передачи. Материал, из которого изготовлены стенки волноводов, определяется номером варианта и указан в табл. 5. Необходимо:

а) считая, что отрезки волноводов в волноводно-щелевых мостах в составе антенного переключателя имеют общую узкую стенку, определить рабочий диапазон частот и рабочую частоту фидерного тракта;

б) определить продольные размеры окон связи в волноводно-щелевых мостах, входящих в состав антенного переключателя;

в) определить потери в тракте на рабочей частоте, считая, что его длина 10 м, а потери в антенном переключателе составляют 10 %.

Исходные данные для решения задачи приведены в табл. 12.

Таблица 12

Предпоследняя цифра номера варианта	Материал стенок волноводов	Последняя цифра номера варианта	$a \times b$, мм ²
0	Серебро ($6,1 \times 10^7$ См/м)*	0	$19,050 \times 9,525$
1	Медь ($5,5 \times 10^7$ См/м)*	1	$22,860 \times 10,160$
2	Алюминий ($3,2 \times 10^7$ См/м)*	2	$25,908 \times 12,954$
3	Латунь ($1,6 \times 10^7$ См/м)*	3	$28,499 \times 12,624$
4	Фосфористая бронза ($0,87 \times 10^7$ См/м)*	4	$34,849 \times 15,799$
5	Серебро ($6,1 \times 10^7$ См/м)*	5	$40,386 \times 20,193$
6	Медь ($5,5 \times 10^7$ См/м)*	6	$47,549 \times 22,149$
7	Алюминий ($3,2 \times 10^7$ См/м)*	7	$58,156 \times 29,083$
8	Латунь ($1,6 \times 10^7$ См/м)*	8	$72,136 \times 34,036$
9	Фосфористая бронза ($0,87 \times 10^7$ См/м)*	9	$86,360 \times 43,180$

*) - в скобках указаны значения удельной электропроводности соответствующих материалов.

Задача № 6

Четырехплечий циркулятор на основе эффекта Фарадея имеет заданное значение коэффициента стоячей волны (КСВ) во всех плечах, ослабление в направлении передачи $A_{пр}$ и развязку $A_{обр}$. Необходимо:

- составить матрицу рассеяния устройства;
- определить величину тепловых потерь в циркуляторе;
- считая, что действующее значение комплексной амплитуды нормированной

волны на входе циркулятора равна $\dot{U}_+$, а остальные плечи нагружены на согласованные нагрузки, определить мощности на выходах устройства.

Исходные данные для решения задачи приведены в табл. 13.

Таблица 13

Предпоследняя цифра номера варианта	$\dot{U}_+$	$A_{пр},$ дБ	Последняя цифра номера варианта	КСВ	$A_{обр},$ дБ
0	$1+i$	0,1	0	1,1	25
1	$2+i$	0,15	1	1,2	30
2	$2+2i$	0,2	2	1,3	35
3	$1+2i$	0,25	3	1,4	25
4	$3+i$	0,3	4	1,5	30
5	$3+2i$	0,35	5	1,1	35
6	$2+3i$	0,4	6	1,2	25
7	$1+3i$	0,45	7	1,3	30
8	$4+i$	0,5	8	1,4	35
9	$1+4i$	0,1	9	1,5	25

Методические указания по оформлению и выполнению контрольной работы

Контрольная работа состоит из шести задач. Исходные данные для их решения определяются номером варианта. Номер варианта определяется номером зачётной книжки. При этом предпоследняя цифра номера варианта совпадает с предпоследней цифрой номера зачётной книжки, а последняя цифра номера варианта – с последней цифрой номера зачётной книжки. **При нарушении студентом правила выбора номера варианта контрольная работа возвращается ему без проверки.**

При оформлении контрольной работы необходимо придерживаться следующих основных требований.

1. Контрольная работа оформляется в виде пояснительной записки на стандартных листах формата А-4 с помощью ПК с использованием приложения *Mathcad*. При оформлении с помощью ПК размер шрифта должен быть не менее 12-14 пт, а межстрочный интервал – одинарный. Отступы от края листа: правый – 10 мм, левый – 30 мм, нижний и верхний – 20 мм. **При несоблюдении этих требований работа возвращается студенту без проверки.**

2. Пояснительная записка включает в себя титульный лист, содержание, текстовую часть и список использованной литературы.

3. В конце записки необходимо поставить подпись.

4. На титульном листе указываются наименование учебного заведения и специальность, наименование дисциплины и номер варианта, фамилия, инициалы, шифр, дата завершения выполнения работы и фамилия проверяющего.

5. В текстовой части пояснительной записки необходимо указать номера задач и записать их условия с указанием исходных данных в соответствии с номером варианта. После чего должно следовать описание хода решения этих задач, сопровождаемое краткими, но исчерпывающими комментариями. При этом не следует приводить выводы формул и уравнений, имеющих в учебной литературе, за исключением случаев, предусмотренных условиями задач. В случае применения для расчётов формул из учебной литературы необходимо оформить ссылку на использованный источник. Оформление такой ссылки осуществляется следующим образом: при цитировании той или иной формулы в тексте комментариев в ко-

ских скобках указывается цифра, соответствующая номеру источника, в котором эта формула упоминается, из списка использованной литературы. Все расчётные формулы должны сопровождаться пояснениями, в которых раскрывается смысл принятых в них обозначений. Расчёты и построение графиков и диаграмм, а также вычисления параметров антенн необходимо выполнять, используя приложение для ПК *Mathcad*. Все величины должны выражаться в единицах международной системы СИ, кроме случаев, указанных в задаче. Расчёты должны выполняться с точностью до трёх значащих цифр.

Если работа не зачтена, то исправления или новое решение выполняются на новых листах, которые подшиваются к незачтённой работе, и вместе с ней представляются на повторную проверку. Непосредственное внесение исправлений в текст работы, если она не зачтена, не допускается.

Перед выполнением каждого задания необходимо изучить соответствующий теоретический материал.

Приложение № 5

Экзаменационные вопросы

1. Типовая схема радиоканала. Назначение, классификация и основные свойства антенн.
2. Понятие амплитудной, фазовой и нормированной характеристик направленности. Диаграмма направленности и способы ее представления.
3. Параметры, характеризующие направленные свойства излучения антенн: ширина диаграммы направленности по уровню нулевого излучения и по уровню половинной мощности; коэффициент направленного действия; уровень боковых лепестков.
4. Электрические параметры антенн: мощность и сопротивление излучения; сопротивление потерь и входное сопротивление; коэффициент полезного действия и коэффициент усиления; действующая длина.
5. Частотные характеристики и параметры антенн: понятие амплитудно-частотной характеристики; диапазон рабочих частот.
6. Параметры приемных антенн: характеристика направленности; коэффициент направленного действия; внутреннее сопротивление; действующая длина; эффективная площадь; шумовая температура.
7. Поляризационные параметры антенн (коэффициент эллиптичности).
8. Элементарный электрический излучатель. Характеристики и параметры излучения. Физическая реализация.
9. Принцип перестановочной двойственности. Элементарный магнитный излучатель. Характеристики и параметры излучения. Физическая реализация.
10. Принцип перестановочной двойственности. Элементарный щелевой излучатель. Характеристики и параметры излучения.
11. Элементарный апертурный излучатель. Характеристики и параметры излучения. Физическая реализация.
12. Симметричный электрический вибратор в свободном пространстве. Представление симметричного электрического вибратора отрезком неоднородной длинной линии, разомкнутой на конце. Амплитудные распределения тока и заряда вдоль вибратора. Понятия тока в пучности и тока в точках питания.
13. Симметричный электрический вибратор в свободном пространстве. Поле излучения. Амплитудная и нормированная характеристики направленности. Зависимость направленных свойств излучения от соотношения между длиной вибратора длиной волны излучения.
14. Симметричный электрический вибратор в свободном пространстве. Мощность и сопротивление излучения, отнесенное к току в пучности и току в точках питания. Вектор Пойнтинга и его связь с сопротивлением излучения.
15. Действующая длина симметричного электрического вибратора в свободном пространстве, отнесенная к току в пучности и току в точках питания. Геометрический смысл.
16. Активная и реактивная составляющие входного сопротивления симметричного электрического вибратора в свободном пространстве. Понятие резонансных частот (длин волн). Собственная длина волны симметричного вибратора.
17. Понятие антенной решетки. Классификация и типы антенных решеток. Теорема перемножения диаграмм направленности. Понятие множителя системы.
18. Эквилибрная линейная антенная решетка с равноамплитудным распределением токов в ее элементах и одинаковым сдвигом фаз между токами в соседних элементах. Режим нормального излучения.

19. Эквидистантная линейная антенная решетка с равноамплитудным распределением токов в ее элементах и одинаковым сдвигом фаз между токами в соседних элементах. Режим наклонного излучения.

20. Эквидистантная линейная антенная решетка с равноамплитудным распределением токов в ее элементах и одинаковым сдвигом фаз между токами в соседних элементах. Режим осевого излучения.

21. Понятия собственного, вносимого и полного входного сопротивлений системы излучателей, охваченных взаимной электромагнитной связью.

22. Сущность метода наведенных ЭДС для расчета сопротивления излучения антенных решеток.

23. Возбуждение линейных антенных решеток бегущей волной. Понятие антенны бегущей волны.

24. Управление диаграммами направленности антенных систем. Понятие фазированной антенной решетки. Структура и способы управления фазовыми сдвигами.

25. Директорные антенны. Области применения, особенности конструкций, основные характеристики и параметры излучения.

26. Метод зеркальных изображений. Излучение горизонтального симметричного вибратора, расположенного вблизи идеально проводящей поверхности Земли. Особенности влияния поверхности Земли на характеристики излучения.

27. Метод зеркальных изображений. Излучение вертикального симметричного вибратора, расположенного вблизи идеально проводящей поверхности Земли. Особенности влияния поверхности Земли на характеристики излучения.

28. Несимметричный заземленный электрический вибратор. Основные характеристики, параметры и особенности излучения.

29. Несимметричные заземленные проволочные антенны: конструктивное исполнение, основные параметры, методы компенсации реактивной составляющей входного сопротивления.

30. Применение принципа взаимности в теории приемных антенн. Независимость характеристик и параметров антенн от режима работы.

31. Эквивалентная схема приемной антенны. Режим сильного сигнала в диапазонах ДВ, СВ, КВ.

32. Эквивалентная схема приемной антенны. Режим сильного сигнала в диапазоне УКВ.

33. Условия выделения максимальной мощности в нагрузке приемных антенн.

34. Приемные рамочные антенны: характеристики и параметры; конструктивное исполнение; способы увеличения действующей длины; антенный эффект и способы его устранения.

35. Гониометрические системы: конструктивное исполнение и принцип работы; область применения.

36. Спиральные антенны: конструктивное исполнение; принцип работы; характеристики и параметры; области применения.

37. Понятие апертуры. Применение принципа эквивалентных токов для расчета поля излучения апертурных антенн.

38. Открытый излучающий конец прямоугольного волновода: характеристики и особенности излучения; основные недостатки; области применения.

39. Рупорные антенны: понятие рупора; основные разновидности конструктивного исполнения рупорных антенн и особенности их излучения. Основные достоинства и области применения.

40. Фазовые искажения в апертуре рупорных антенн. Расчет рупорных антенн различных типов. Понятие оптимальной длины рупора.

41. Зеркальные антенны: конструктивное исполнение и принцип действия; уравнение профиля зеркала; геометрические характеристики параболоидных рефлекторов зеркальных антенн; классификация рефлекторов.
42. Основные требования к облучателям зеркальных антенн. Вибраторный облучатель с дисковым рефлектором: конструктивное исполнение и способы питания; особенности излучения.
43. Основные требования к облучателям зеркальных антенн. Волноводно-рупорные облучатели: конструктивное исполнение и способы питания; особенности излучения.
44. Основные требования к облучателям зеркальных антенн. Двухщелевые излучатели обратного излучения: конструктивное исполнение и способы питания; особенности излучения.
45. Допустимый вынос облучателя из фокуса зеркала параболоидных зеркальных антенн.
46. Фидерные линии передачи: требования, предъявляемые к фидерным линиям; классификация и особенности конструктивного исполнения.
47. Воздушные фидерные линии передачи: конструктивное исполнение; основные параметры и характеристики; основные недостатки; области применения.
48. Экранированные фидерные линии передачи (радиочастотные кабели): конструктивное исполнение; основные параметры и характеристики; основные достоинства и недостатки; области применения.
49. Особенности конструктивного исполнения и области применения волноводных линий передачи. Волноводы прямоугольного сечения: структура поля; параметры электромагнитной волны основного типа (критическая длина волны; длина волны в волноводе; фазовая и групповая скорости распространения электромагнитных волн).
50. Параметры и характеристики волновода прямоугольного сечения для основного типа поля: коэффициент затухания; волновое сопротивление; рабочий диапазон частот.
51. Представление волноводной фидерной линии в виде эквивалентной двухпроводной линии конечной длины.
52. Методы согласования антенн с фидерными линиями на фиксированной частоте с помощью четвертьволнового трансформатора и реактивного шлейфа.
53. Методы согласования антенн с фидерной линией в полосе частот.
54. Согласующе-симметрирующие устройства типа U-колена и «четвертьволновой стакан»: конструктивное исполнение; принцип действия.
55. Многополюсники СВЧ. Понятие нормированных волн. Матрица рассеяния и ее элементы.
56. Волноводно-щелевой мост: назначение; конструкция; принцип действия; элементы матрицы рассеяния; рабочий диапазон частот.
57. Ферритовый фазовращатель: назначение; конструкция; принцип действия.
58. Фазосдвигающая секция: назначение; конструкция; принцип действия.
59. Антенный переключатель: назначение; состав; параметры; принцип работы в режиме передачи.
60. Антенный переключатель: назначение; состав; параметры; принцип работы в режиме приема.