МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет» (ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Радиотехнические информационные системы
_____ Боев С.Ф.
«__» _____20___г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

промежуточной аттестации: экзамен
«Устройства сверхвысокочастотные и антенны»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Типы задач профессиональной деятельности: проектный, научно-исследовательский.

Разработаны в соответствие с рабочей программой дисциплины, утвержденной проректором по УР Майковой Э.Ю. «21» мая 2020г.,

Разработчик: к.т.н., доцент, профессор каф. РИС ___ В.К. Кемайкин

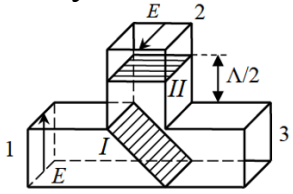
Тверь, 20

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Линии передачи: определение; регулярные, нерегулярные, однородные, не однородные. Открытые, закрытые – их достоинства и недостатки, применения
Линией передачи (англ. – *transmission line*) называют устройство, которое ограничивает пространство распространения электромагнитных волн и направляет поток электромагнитной энергии в заданном направлении от источника к нагрузке.
Линию передачи называют *регулярной (*англ. – *regular*), если она прямолинейна и в продольном направлении не изменяются её поперечное сечение и электромагнитные свойства сред, которые её заполняют.
Нерегулярная (англ. – *irregular*) линия передачи – это линия, геометрические и (или) электромагнитные параметры которой представляют собой функцию продольной координаты.
Линию передачи называют *однородной* (англ. – *homogeneous*), если поперечное сечение заполнено однородной средой. В противном случае линия *неоднородная* (англ. – *inhomogeneous*).
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Объясните, каким образом можно добиться того, чтобы ЭМВ из плеча Н поступала в плечо Е.



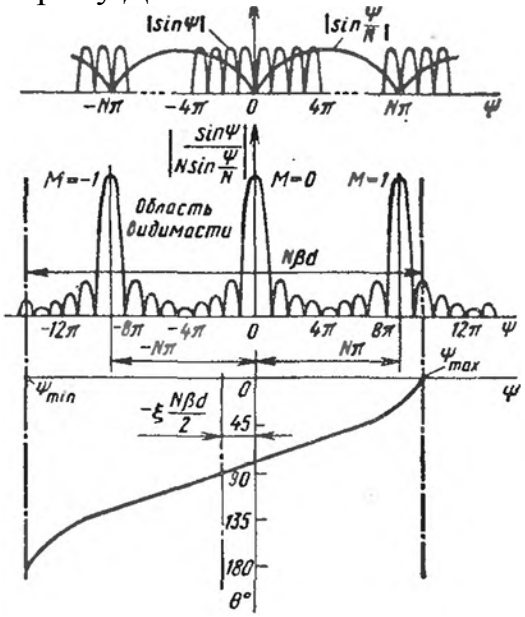
На рисунке схематически изображен поляризационный фильтр, который состоит из Т-образного соединения квадратных волноводов и двух отражательных фильтров.
От передатчика волна основного типа с вертикальным вектором электрического поля подается в плечо 1, пропускается фильтром I и полностью отражается фильтром II как от короткозамыкателя. Нулевое

сопротивление, которое оказывает для этой волны фильтр II, трансформируется на внутренний периметр волновода 1–3, и волна практически полностью проходит из плеча 1 в плечо 3 и излучается антенной.

Принятое антенной электромагнитное поле подается в плечо 3 в виде волны основного типа с горизонтальным вектором электрического поля, которая отражается фильтром I и пропускается фильтром II. Для этой волны плечи 3, 2 и наклонная отражающая решетка I образуют угловой поворот в плоскости H. Этот поворот проектируют так, чтобы из плеча 3 волна практически полностью проходила в плечо 2, к которому подключен приемник.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Изобразить нормированный множитель системы Fсист линейной синфазной решётки излучателей с равномерным АР, зависящий от обобщенной ψ угловой координаты, и пояснить его вид для случаев: а) N = 3; б) N = 5; в) N = 6. Оценить влияние числа излучателей на количество дифракционных максимумов, боковых лепестков, а также на уровень боковых лепестков и ширину ДН главного лепестка.



Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2

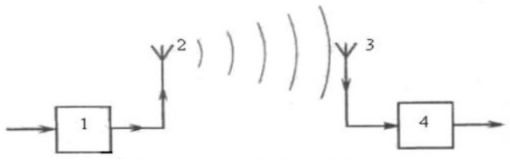
1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Радиолиния: понятие, структурная схема, примеры. Достоинства и недостатки по сравнению с фидерными линиями. Принцип электродинамического подобия и его использование при расчетах и экспериментальных исследованиях.

Радиолинии используют в качестве физической среды воздушное или космическое пространство. Они делятся на линии радиосвязи (ЛРС), радиорелейные линии (РРЛ) и спутниковые линии (СЛ).

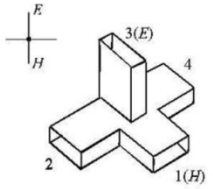
Для использования радиолиний сигналы связи преобразуют в радиоволны, способные излучаться антеннами. Радиоволны представляют собой электромагнитные колебания с частотами от 30 кГц до 300 ГГц, распространяющиеся в свободном пространстве.

В линии радиосвязи используются радиопередатчик и радиоприемник с антеннами. Подлежащий передаче сигнал преобразуется передатчиком в радиоволну, которая излучается в свободное пространство. Эта волна принимается антенной радиоприемника и преобразуется сначала в первичный сигнал, а затем в сообщение. Протяженность линии радиосвязи и возможное число сигналов, передаваемых по ней, зависят от многих факторов: диапазона передаваемых частот, атмосферных условий, технических данных передатчика, приемника и антенн.

Ценными качествами линий радиосвязи являются возможность быстрой организации и невысокая стоимость. Важным является и то, что линии радиосвязи используются для связи с любыми подвижными объектами, а также для связи их между собой.



2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Изобразить схему и пояснить работу двойного волноводного тройника.
Двойной волноводный тройник (двойное Т-образное соединение волноводов) представляет собой соединение в одном узле одноволновых Н- и Е-тройников, плоскости симметрии которых совмещены Н-тройник образован плечами 1, 2 и 4; Е-тройник — плечами 2, 3 и 4 (рисунок). Входящее в Н-тройник плечо 1, ось которого лежит в плоскости симметрии, называют плечом Н двойного тройника; а входящее в Е-тройник плечо 3, ось которого лежит в плоскости симметрии, называют плечом Е. Оставшиеся два плеча 2 и 4 называют боковыми.



Из-за симметрии системы мощность, поступающая в тройник через Н-плечо, делится поровну между 2 и 4 плечами и не проходит в Е-плечо (при условии, что все плечи соединены с согласованными нагрузками); мощность, поступающая в тройник через Е-плечо, делится поровну между плечами 2 и 4, не попадая в Н-плечо, причем волны в боковых плечах находятся в противофазе. На основании принципа обратимости следует, что две одинаковые синфазные волны, поданные из боковых плеч, сложатся и пройдут в Н-плечо, две одинаковые противофазные волны из боковых плеч пройдут в Е-плечо; в этих случаях Е- и Н-плечи остаются развязанными

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Определить ширину ДН линейной синфазной антенны с косинусоидальным АР в не отклоненном и отклоненном на 45 градусов положениях, если размер антенны L = 2.5 м, а частота f = 2000 МГц. Сделать выводы о влиянии электрического сканирования на ширину ДН.

$$2\theta_{0,5}^{\text{опт}} \approx 1{,}06\sqrt{\lambda/_{L}}(\text{рад})$$

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_3

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Основные параметры и характеристики фидеров: типы волн, дисперсионная характеристика, затухание, электрическая прочность, предельная и допустимая мощности, волновое сопротивление, погонные параметры.
Ответ.
Фидером называют линию, соединяющую антенну с приёмником или передатчиком. В диапазоне длинных и средних волн длины фидеров могут достигать 2000 м. Для антенн, работающих в КВ диапазоне, длина фидера может быть до 1000 м.
Требования, предъявляемые к фидерным линиям:
- потери энергии на нагрев и излучение должны быть минимальными;
- согласованность с антенной (в линии должна быть бегущая волна) - сопротивление должно носить чисто активный характер.
Модуль коэффициента отражения |p|, волновое сопротивление фидера $W_ф$ и сопротивление нагрузки $Z_н = R_н + iX_н$ связаны между собой уравнением: $|p| = \sqrt{\frac{(R_н - W_ф)^2 + X_н^2}{(R_н + W_ф)^2 + X_н^2}}$.
Коэффициент бегущей волны в фидере: $КБВ = \frac{1 - |p|}{1 + |p|}$
Максимальное эффективное значение тока в фидере: $I_m = \sqrt{\frac{p}{W_ф * КБВ}}$
Максимальное эффективное значение напряжения на фидере: $U_m = \sqrt{\frac{p \cdot W_ф}{КБВ}}$
Коэффициент затухания фидера: $\alpha = R1 / 2W_ф$,
где R1 – сопротивление потерь на единицу длины, Ом/м.
Коэффициент полезного действия согласованного фидера (при КБВ=1, p=0): $\eta_0 = e^{-2\alpha L}$

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Объясните назначение короткозамыкающих плунжеров в боковых плечах двойного волноводного тройника (ДВТ).

Ответ.
Реактивные нагрузки применяются в качестве меры при измерениях, а также в согласующих и управляющих устройствах СВЧ.
Сопротивление короткозамкнутого плунжера является реактивным и может иметь, в зависимости от длины плунжера и частоты, индуктивный или емкостной характер. Следует помнить, что эквивалентные индуктивность и емкость можно рассматривать только на фиксированной частоте. Сопротивление плунжера имеет существенно иную частотную зависимость, чем реактивное сопротивление катушки индуктивности (линейная) или конденсатора (гиперболическая). Главным параметром реального короткозамкнутого плунжера является значение КСВ, которое должно быть как можно большим. Основным требованием к конструкции поршней является обеспечение малых потерь в контактах. Существенным является также то, чтобы потери не изменялись при перемещении поршня.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Определить ширину ДН и КУ линейной синфазной антенны с косинусоидальным АР при частоте f = 800 МГц, длине L = 8 м и КПД = 80%. Возможно ли разрешить две цели по угловым координатам, если расстояние до целей 10 км, а расстояние между ними равно 600м?
Ответ.

$2\theta_{0,5}^{\text{опт}} \approx 1{,}06\sqrt{\lambda/L}$; $G_0=\eta D_0$;

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_4

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Математическая модель линий передачи СВЧ. Основные требования, предъявляемые к фидерным линиям. Частотные зависимости затухания в проводниках и диэлектриках
Ответ.
Характеризующая матрицу рассеяния система линейных уравнений имеет вид $\left\langle \begin{matrix} \dot{u}_{01} \\ \dot{u}_{02} \\ \dots \\ \dot{u}_{0N} \end{matrix} \right| = \left[\begin{matrix} \dot{s}_{11}\dot{s}_{12}\dots\dot{s}_{1N} \\ \dot{s}_{21}\dot{s}_{22}\dots\dot{s}_{2N} \\ \dots\dots\dots\dots \\ \dot{s}_{N1}\dot{s}_{N2}\dots\dot{s}_{NN} \end{matrix} \right] \cdot \left| \begin{matrix} \dot{u}_{n1} \\ \dot{u}_{n2} \\ \dots \\ \dot{u}_{nN} \end{matrix} \right\rangle$
Согласование с входным и выходным сопротивлением**.** Волновое сопротивление должно быть равным выходному сопротивлению передатчика и входному сопротивлению антенны.
Обеспечение требуемой полосы рабочих частот. Фидерная линия должна пропускать нужную полосу частот.
Минимальные потери сигнала при передаче.
Помехоустойчивость. Для защиты от влияния внешних электромагнитных полей фидерные линии экранируют или выполняют симметричными.
В проводниках коэффициент затухания увеличивается с ростом частоты более медленно — прямо пропорционально квадратному корню из частоты. Это связано с тепловыми потерями в проводнике, которые возрастают с увеличением частоты.
В диэлектриках коэффициент затухания растёт прямо пропорционально частоте (при постоянном параметре). Потери энергии в диэлектрике обусловлены несовершенством применяемых материалов и затратами энергии на диэлектрическую поляризацию.
В полых волноводах коэффициент затухания также зависит от соотношения между рабочей и критической частотами: при приближении рабочей частоты к критической наблюдается быстрое увеличение затухания, а на критической частоте коэффициент затухания стремится к бесконечности

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Объясните, каким образом можно добиться того, чтобы ЭМВ из плеча Н не поступала в плечо Е.

Ответ.

Это объясняется тем, что электрическое поле основной волны Н10, возникающей в плече Н, в плече Е является продольным, а волна типа Н10 не может возбуждаться продольным электрическим полем

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Линейная синфазная антенна длиной L = 20 см с равномерным АР и КПД равным 0.9, излучает на частоте f = 6000 МГц. Определить ширину ДН, коэффициент усиления и уровень боковых лепестков. Как следует изменить частоту излучения, если ширина ДН должна быть не более 10,2°.

Ответ.

$\Theta_{0,5}=60\lambda/L=60*0,05/0,2=15^{0}1$

f>8824МГц.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_5

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Объясните, почему обычно работают на волне одного типа, в частности основного. В каких случаях работают на волнах высших типов? В каких линиях имеет место дисперсия и в чем проявляется? Как она влияет на распространение сигналов?
Ответ.
Волна основного типа — это электромагнитная волна, имеющая наименьшую критическую частоту в данной линии передачи.
Область многоволновости, помимо H_{10} (основной тип), по волноводу могут распространяться волны высших типов (их наличие не обязательно, но возможно – зависит от способа возбуждения и т.д.). Чем выше тип колебания, тем меньше его $\lambda_{кр}$ отличается от предыдущей.
Дисперсия электромагнитных волн (ЭМВ) — это явление, связанное с разной скоростью распространения волн, имеющих разные частоты (длины волн)
Следствия дисперсии ЭМВ:
расплывание (или, наоборот, сжатие) волновых пакетов;
различие фазовой и групповой скоростей;
неравномерное (ускоренное) движение волновых фронтов.
Различают два типа дисперсии ЭМВ:
Нормальная. С уменьшением длины волны показатель преломления материальной среды увеличивается.
Аномальная. Показатель преломления в видимой области уменьшается с уменьшением длины волны. Аномальная дисперсия всегда сопровождается сильным поглощением света материальной средой.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Объясните последовательность получения дискриминаторной характеристики ДВТ

Ответ.
Сверхвысокочастотный дискриминатор
Принцип работы такого устройства заключается в следующем:
При возбуждении линии задержки СВЧ сигналом со входа вдоль неё распространяется электромагнитная волна и, отражаясь от её конца, образует стоячую волну.
При изменении частоты СВЧ электромагнитной волны изменяется положение стоячей волны на входе линии задержки и, следовательно, меняется амплитуда СВЧ сигнала в щелевых линиях.
Так как полуволновые щелевые линии отстоят друг от друга на расстоянии примерно ¼, то, если у одного детекторного диода выходное напряжение с изменением частоты СВЧ сигнала увеличивается, то у другого детекторного диода соответственно уменьшается.
Разность величин продетектированных напряжений образует дискриминационную характеристику, повторяющуюся через определённое время.
Сверхвысокочастотный дискриминатор может быть использован в устройствах автоматической подстройки частоты СВЧ генераторов.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать и построить в полярных координатах нормированные $F_{сист}$ множители системы в плоскости линейной системы излучателей, если АР $A_i = 1$ – равномерное, число излучателей N = 4, расстояние d между излучателями равно λ/2, а сдвиг фазы ξ между излучателями равен: – 0°; – 45°; – 90°; – 135°; – 180°.
Ответ.

$$\text{Fсист} = \left|\frac{\sin\frac{N\xi}{2}}{\text{N}\sin\frac{\xi}{2}}\right|$$

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_6

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Двухпроводная и коаксиальная линии: волна основного типа, ее длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры. Условие работы на волне основного типа в коаксиальной линии.

Ответ.
$\beta = \frac{\omega}{v_ф} = \frac{2\pi}{\Lambda}$ *волновое число*, *фазовая пост оянная* [1/м] численно равна фазовому сдвигу, который приобретает волна при прохождении по регулярной линии расстояния единичной длины
Регулярная *коаксиальная линия* (англ. – *coaxial line*) – это система двух коаксиальных проводящих металлических цилиндров, пространство между которыми заполнено твёрдым диэлектриком с относительной проницаемостью ε_r; волна типа ТЕМ. Это электромагнитная волна, в которой имеются только поперечные составляющие электрического и магнитного полей;
Погонная ёмкост ь $C_1 = \frac{2\pi\varepsilon_r\varepsilon_0}{\ln(b/a)}$, Ф/м, где a и b – радиусы внутреннего и внешнего проводников; ε_r – относительная диэлектрическая проницаемость заполнения; $\varepsilon_0 \approx 8{,}842 \cdot 10^{-12}$ *Ф/м* – электрическая постоянная вакуума.
Погонная индукт ивност ь $L_1 = \frac{\mu_r\mu_0}{2\pi}\ln\left(\frac{b}{a}\right)$, Гн/м, где $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная вакуума, относительная магнитная проницаемость обычно для диэлектриков $\mu_r = 1$.
Погонное сопрот ивление пот ерь $R_1 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{\omega\mu_m\mu_0}{2\sigma}}\left(\frac{1}{a}+\frac{1}{b}\right)$, Ом/м,
Погонная проводимост ь пот ерь $G_1 = \omega C_1 \operatorname{tg}\delta$, См/м,
Волновое сопрот ивление $W = \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} = \frac{60}{\sqrt{\varepsilon_r}}\ln\left(\frac{b}{a}\right)$, Ом.
Погонные пот ери $\alpha = 0{,}0115\sqrt{\frac{\omega\varepsilon_r\mu_m\mu_0}{2\sigma}}\left(\frac{1/a - 1/b}{\ln(b/a)}\right) + 1{,}448\cdot 10^{-8}\omega\sqrt{\varepsilon_r}\operatorname{tg}\delta$, дБ/м.

Двухпроводная линия образована двумя параллельными круглыми проводниками диаметром 2*d*, расстояние между центрами которых *D*. волна типа Т

$C_1 = \frac{\pi\varepsilon_r\varepsilon_0}{\ln(D/d)}$, Ф/м. $L_1 = \frac{\mu\mu_0}{\pi}\ln\left(\frac{D}{d}\right)$, Гн/м. $R_1 = \frac{1}{\pi a}\sqrt{\frac{\omega\mu\mu_0}{2\sigma}}$, Ом/м. $W = \frac{120\pi}{\pi\sqrt{\varepsilon_r}}\ln\left(\frac{D}{d}\right)$, Ом.

$\alpha = 8{,}13\cdot10^{-3}\sqrt{\frac{\omega\mu_r\mu_0}{2\sigma}}\Big/ a\ln\left(\frac{D}{d}\right)$

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Объясните причину несоответствия результатов практических исследований свойств ДВТ теоретическим сведениям.

Ответ.

Некоторые причины несоответствия результатов практических исследований свойств СВЧ-дискриминатора теоретическим сведениям:

Переотражение СВЧ-сигнала от трактов микрополосковой линии.

Пульсации, проявляющиеся в процессе детектирования в результате перезарядки конденсатора.

Недостаточная согласованность между различными узлами в линии.

Плохая реальная развязка синфазного и квадратурного делителей мощности. Из-за этого переотражённые сигналы просачиваются во второй канал и складываются с полезным сигналом, что отрицательно влияет на характеристики дискриминатора.

Появление паразитных спектральных составляющих, образующихся в процессе детектирования.

Климатические изменения, которые влияют на вольтамперные характеристики диодов и, как следствие, выходные напряжения.

Исследование этих факторов позволяет определить оптимальные параметры внутренних узлов дискриминатора и повысить точность определения частоты.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Определить ширину ДН синфазной антенны с равномерным АР, если эта антенна при косинусоидальном АР имеет ширину ДН равную 20 градусам. Сделать выводы о степени влияния амплитудного распределения на ширину ДН антенны.

Ответ.

$68^0\lambda/L=20$, тогда $60^0\lambda/L=17.6^0$

С уменьшением уровня "пьедестала"АР уменьшается уровень паразитных лепестков по отношению к главному; одновременно происходит расширение главного лепестка диаграммы направленности системы;в связи с указанными выше причинами происходит уменьшение КНД

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

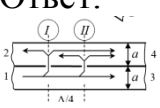
Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_7

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Полосковые и микрополосковые линии: разновидности, волна основного типа, ее длина и фазовая скорость, волновое сопротивление, погонные параметры, структура поля.
Ответ.
Различают два типа полосковых линий: симметричные и несимметричные. Использование диэлектрика в полосковых линиях не обязательно. Основной волной полосковых линий передачи является квази-Т волна, которая не имеет частоты отсечки. Она отличается от *TEM*-волны тем, что имеет продольные составляющие электромагнитного поля, однако их амплитуда значительно меньше, чем амплитуда поперечных составляющих. Линии с *TEM*-волной не имеют дисперсии, и их критическая частота $f_{кр}$ равна нулю.
Микрополосковая линия – это несимметричная полосковая линия, материал подложки которой имеет высокое значение диэлектрической проницаемости ($\varepsilon_r \geq 10$), благодаря чему размеры линии могут быть значительно уменьшены.

$$W = \begin{cases} \dfrac{100\pi}{\sqrt{\varepsilon_r}\left(1+\dfrac{d}{h}\right)}\left(1-\dfrac{t}{h}\right), & \dfrac{d}{h} < 2; \\ \dfrac{100\pi}{\sqrt{\varepsilon_r}\left[1+\dfrac{d}{h}\left(1-\dfrac{t}{h}\right)^{-1}\right]}, & \dfrac{d}{h} > 2. \end{cases} \qquad f_{\text{кр}} = \frac{75}{h\sqrt{\varepsilon_r - 1}}$$

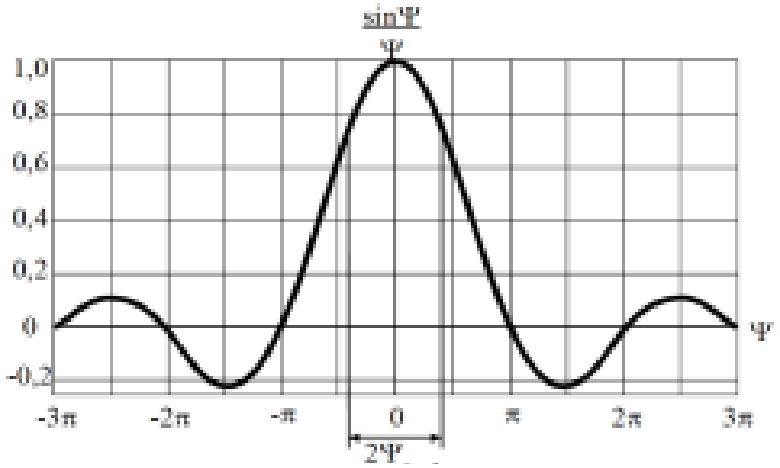
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Изобразите схему и поясните принцип работы направленного ответвителя (НО) с двумя отверстиями связи в узкой стенке волновода.
Ответ.



В случае пренебрежимо малой связи каждое отверстие в дополнительном волноводе возбуждает две волны одинаковой амплитуды, которые распространяются в противоположных направлениях в сторону плеч 3 и 4. Поскольку отверстия расположены на расстоянии Λ/4 , парциальные волны,

которые распространяются в направлении плеча 3, будут складываться в фазе, а в направлении плеча 4 – в противофазе. Таким образом, энергия в плече 4 не будет поступать, это соответствует сонаправленному НО. Если бы отверстия были расположены на расстоянии Λ/2, то парциальные волны суммировались бы в направлении плеча 4, что соответствует противонаправленному НО. Но в последнем случае из-за проявления «эффекта длинной линии» частотная зависимость параметров НО будет в два раза сильнее.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Для линейной синфазной системы непрерывно расположенных излучателей длиной L = 10λ построить в прямоугольной системе координат график нормированного множителя системы. Определить ширину ДН, направление и уровень боковых лепестков, если в системе равномерное АР. Сделать вывод о влиянии размеров апертуры на ширину главного лепестка ДН, уровень и количество боковых лепестков.
Ответ.



Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

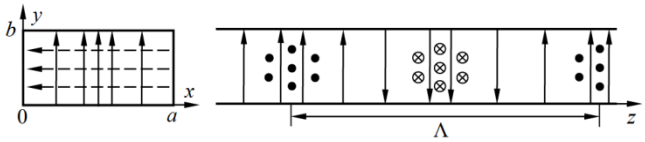
Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_8

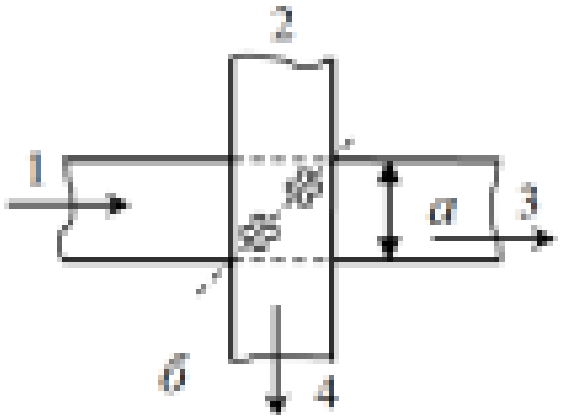
1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Волноводы прямоугольного сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность
Ответ.
Регулярный волновод (англ. – waveguide) представляет собой полую металлическую трубу с постоянным поперечным сечением. На практике наиболее распространены волноводы с прямоугольным сечением
Для прямоугольного волновода основной является волна типа H_{10} (m =1,n =0). Электрическое поле в данном случае максимально в середине волновода и спадает до нуля на его боковых стенках. Критическая длина основной волны $\lambda_{кр}^{20} = 2a$. Первый высший тип волны H_{20} , его критическая частота $\lambda_{кр}^{20} = a$, таким образом, теоретическое условие одномодовости для прямоугольного волновода имеет вид $a < \lambda < 2a$. Чаще всего на практике рабочий диапазон изменения длины волны выбирают, исходя из условия $1{,}1a < \lambda < 1{,}6a$, с целью избежать возбуждения нежелательных типов волн и потерь при работе на частотах, близких к критической.



Характеристическое сопротивление для определенного типа волны, которое равно отношению поперечной компоненты электрического поля к поперечной компоненте магнитного поля. Соответственно для H- и E- волн имеем следующие выражения: $W_H = W_0 \Big/ \sqrt{1-\frac{1}{\varepsilon_r\mu_r}\left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}$, и $W_E = W_0\sqrt{1-\frac{1}{\varepsilon_r\mu_r}\left(\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}\right)^2}$, где $W_0 = \sqrt{\frac{\mu_0\mu_r}{\varepsilon_0\varepsilon_r}} = 120\pi\sqrt{\frac{\mu_r}{\varepsilon_r}}$ - волновое сопротивление свободного пространства; ε_r , μ_r – относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости среды, заполняющей волновод; $\lambda_{кр}$ – критическая длина волны; λ– длина волны в свободном пространстве на заданной частоте.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Изобразите схему и поясните принцип работы НО крестообразной формы.

Ответ.



Достоинством крестообразного ответвителя является компактность. Отверстия связи (круглые, крестообразные, гантелеобразные и других форм) размещены на диагонали перекрещивания волноводов под углом 90° ближе к стенкам, где магнитное поле в волноводе имеет круговую поляризацию. Поскольку элементы связи размещены в местах с относительно слабой напряженностью электрического поля, крестообразные ответвители имеют повышенную электрическую прочность и их применяют при высоких уровнях мощности. Направленность крестообразных ответвителей не превышает 15 дБ для переходных ослаблений 7–10 дБ, в относительной полосе частот – до 10%

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Определить КНД D синфазного $\varphi(\rho) = 0$ круглого раскрыва с равномерным $A(\rho) = 1$ АР, если ширина $2\Theta^{\circ}_{0.5P}$ ДН равна 3°. Задачу решить двумя способами. Сделать вывод о степени точности проведённых расчётов.

Ответ.
$58^0\lambda/2$ $\rho_0=3^0$; $D=40\rho_0^2/\lambda$.
радиус ρ_0-?

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

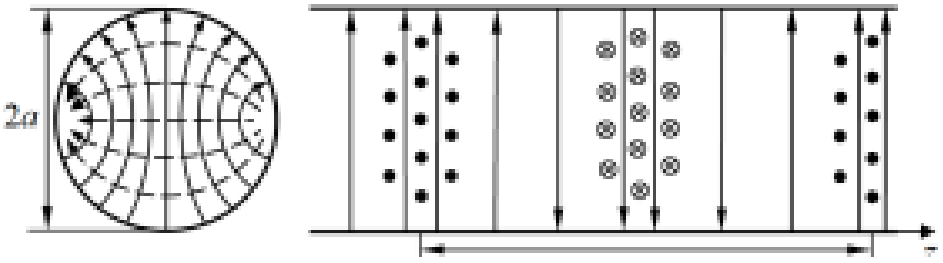
Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_9

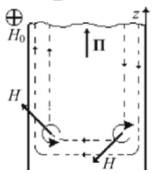
1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Волноводы круглого сечения. Типы волн, критические длины волн. Волна основного типа, условие ее существования, структура поля, характеристическое и волновое сопротивления, передаваемая мощность.
Ответ.
В круглых волноводах может возбуждаться бесконечное множество TE_{mn} (H_{mn}) или TM_{mn} (E_{mn}) типов волн, отличающихся значениями индексов m,n, которые описывают структуру поля в поперечной плоскости волновода. При рассмотрении полей в волноводах круглого сечения используют цилиндрическую систему координат φ, r, z , поэтому индекс m показывает число полуволн, которые укладываются вдоль азимутальной координаты φ при ее изменении на π (на половине окружности), n – число полуволн вдоль радиуса (оси r).



Критические длины волн собственных мод круглого волновода равны $\lambda_{кр} = \frac{2\pi}{к} = \frac{2\pi a}{\nu_{mn}}$, где a – радиус волновода, к – поперечное волновое число, ν_{mn} – корень уравнения $J_m(pa) = 0$ для E-волн, или уравнения $J'_m(pa) = 0$ для H-волн, m – порядок функции Бесселя $J_m(pa)$, n – номер корня.
Для круглого волновода основной является волна типа H_{11}(m =1, n =1). Критическая длина основной волны $\lambda_{кр}^{H_{11}} = \frac{2\pi a}{1{,}841} = 3{,}413a$. Первый высший тип волны круглого волновода E_{01}, его критическая частота $\lambda_{кр}^{E_{01}} = \frac{2\pi a}{2{,}405} =$

2,613а, таким образом, теоретическое условие одномодовости для круглого волновода имеет вид $2{,}613a < \lambda < 3{,}413\ a$.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Показать вид поляризации, которую имеет магнитное поле в поперечном сечении прямоугольного волновода и почему?
Ответ.
В поперечном сечении прямоугольного волновода магнитное поле может иметь разные виды поляризации в зависимости от положения:
У узких стенок волновода существует только продольная составляющая, и поляризация будет линейной. На оси волновода магнитное поле имеет только поперечную составляющую, и поляризация также линейная. На некотором расстоянии от узкой стенки, где обе составляющие имеют одинаковые амплитуды, поляризация будет круговой. В остальных точках поляризация по вектору Н эллиптическая. Кроме того, если смотреть на волновод сверху вниз, то справа от середины волновода вектор Н переменного магнитного поля будет иметь правую вращающуюся



поляризацию, а слева — левую вращающуюся поляризацию.
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Определить диаметр $2\rho_0$ синфазного $\varphi(\rho) = 0$ круглого раскрыва, если амплитудное $A(\rho) = 1$ распределение равномерное, а ширина $2\Theta^{\circ}_{0.5P}$ диаграммы направленности равна 7°. Как следует изменить диаметр $2\rho_0$ для сужения ДН до 1°?
Ответ.
$2\rho_0$ следует увеличить в 7 раз, т.к. $58^0\lambda/2\ \rho_0 = 2\Theta_{0,5}$

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_10

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Линии передачи с поверхностной волной. Понятие поверхностной волны, ее длина и фазовая скорость, структура поля. Примеры реализаций ЛП с поверхностной волной и применения.
Ответ
Поверхностная волна - электромагнитная волна, распространяющаяся вдоль границы раздела двух сред и возникающая при падении плоской электромагнитной волны из диэлектрика с большой диэлектрической проницаемостью на поверхность диэлектрика с меньшей диэлектрической проницаемостью. Поверхностная волна создается искусственно в антеннах поверхностных волн.
. Фазовая скорость этих волн меньше скорости света. Существует большое число разнообразных видов линий передачи поверхностных волн; наибольшее распространение получили диэлектрическая пластина, H-образная металлодиэлектрическая линия передачи, диэлектрический стержень, гребенчатая структура, диафрагмированный волновод и спираль.
где p — поперечное волновое число в воздухе, причем $p^2=h^2-\omega^2\varepsilon_0\mu_0$
где g — поперечное волновое число в диэлектрике: $g^2 = \omega^2\varepsilon_a\mu_0-h^2$, ($\varepsilon_a$-диэлектрическая проницаемость пластины)
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Записать и пояснить формулу для множителя линейной системы дискретных излучателей
Ответ.

$$\dot{f}_{сист}(\theta,\varphi)=\sum_{i=0}^{N-1}A_i\cdot e^{j(\Phi_i+k\rho_i\cos\gamma_i)},$$

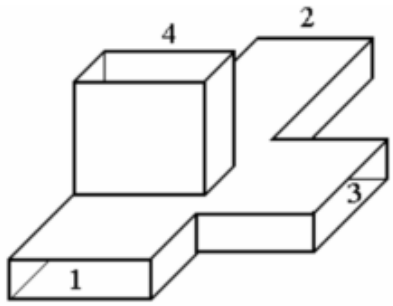
где N – количество элементов решетки (от i=0 до i=N-1); A_i и Φ_i – амплитудное и фазовое распределения в решетке соответственно; ρ_i - расстояние от элемента решетки в начале координат до i-го элемента решетки; γ_i - угол между направлениями из начала

координат на i-й элемент и точку наблюдения; $k = 2\pi / \lambda$ - волновое число.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Построить структуру поля в двойном волноводном тройнике при различных вариантах запитки его плеч «Е», «Н», «3», «4» основной волной Определить номер плеча, из которого выходит электромагнитная энергия. Считать, что все плечи циркулятора согласованы. Сделать вывод о схеме передачи ЭМВ между плечами.

Ответ.



1+2=3(Н-плечо); 3(Н) развязано с 4(Е); 1=3+4; 2 развязано с 1

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_11

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Диапазоны длин волн. Понятие СВЧ. Типы применяемых в различных диапазонах фидеров. Понятия эквивалентных линий и схем. Волновой и классический подходы, связь между ними.
Ответ.
Понятие “сверхвысокие частоты” (СВЧ) является условным и относится к радиоволнам в частотном диапазоне от 300 МГц до 300 ГГц, охватывающем дециметровые, сантиметровые и миллиметровые волны. Согласно международному регламенту радиосвязи указанным диапазонам длин волн присвоены названия частотных полос: ультравысокие (УВЧ) 0,3- 3 ГГц; сверхвысокие (СВЧ) 3- 30 ГГц; крайне высокие (КВЧ) 30 - 300 ГГц.
Принято следующее деление диапазона по длинам волн:

Диапазон	**Длина волны**	**Частота МГц**
Метровый (ОколоВЧ)	10м – 1 м	30 – 300
Дециметровый (УльтраВЧ)	1м – 10 см	300 – 3000
Сантиметровый (СВЧ)	10 см – 1 см	3000 - 30000
Миллиметровый (КрайнеВЧ)	1 см - 1 мм	30000 - 300000

Для передачи ЭМ колебаний в диапазоне до 3 МГц используют экранированные и неэкранированные проводные линии. Волны с частотой 3МГц- 3ГГц передают по коаксиальным радиочастотным кабелям. Передача в диапазоне 3-300 ГГц осуществляется по металлическим и диэлектрическим волноводам.
Применение диапазонов УКВ объясняется преимуществами, свойственными радиоволнам этого диапазона по сравнению с волнами других диапазонов. Радиоволны УКВ диапазона хорошо отражаются от предметов, встречающихся на пути их распространения. Это позволяет получать интенсивные сигналы, отраженные от целей, облученных радиолокационной

станцией. В диапазоне УКВ легче получить остронаправленный радиолуч, необходимый для измерения угловых координат цели. В этом диапазоне наблюдается значительно меньше индустриальных помех.

Линии связи, при анализе которых нельзя пренебречь токами, обусловленными емкостью между проводами (токами смещения) и проводимостью изоляции называют цепями с распределенными параметрами (длинными линиями). Длинную линию можно представить в виде электрической схемы, чтобы облегчить анализ ЛП. Это эквивалентная схема – электрическая схема, в которой все реальные элементы заменены максимально близкими по функциональности цепями из идеальных элементов. Но этот метод даёт погрешность из-за того, что не учитывается неидеальность элементов и т.д.

Режимы в плоскостях отчета фаз могут быть описаны в терминах напряжений падающих волн и отраженных волн – *волновой подход*, применяется в S – матрицах.

Режимы в плоскостях отчета фаз можно описать в терминах напряжений и токов – *классический подход*, применяется в Z и Y – матрицах.

От описанной S-матрицей, можно перейти по формулам переход к Z и Y – матрицам. Это и есть связь между волновым и классическим подходами

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Записать и пояснить условие единственности главного лепестка (отсутствия дифракционных лепестков) множителя синфазной решетки. Смысл этих условий

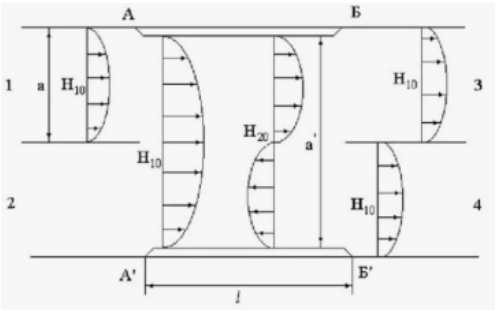
Ответ.

$\frac{d}{\lambda} < \frac{1}{1+|\sin\theta_m|}$. - условие единственности главного лепестка. Из него следует первый способ обеспечения единственности главного лепестка: для того чтобы получить единственный главный лепесток поперечного излучения ($\theta m=0$) необходимо иметь $\sin\theta m=0$ и $d/\lambda < 1$ (расстояние между элементами должно быть меньше длины волны). Если же необходимо осевое излучение ($\theta m=90°$), то $\sin\theta m=1$ и $d\ \lambda < 0{,}5$ (расстояние между элементами должно быть меньше половины длины волны).

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

ВЩМ запитывается синфазными (противофазными) волнами одинаковой амплитуды с плеч №№ 1 и 2 (3 и 4). Определить с помощью векторной диаграммы амплитуду и фазу результирующего колебания на выходе плеч №№ 3 и 4 (1 и 2).

Ответ.



Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_12

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных ЛП. Резонансные сечения, значения в них напряженностей полей и сопротивлений.
Ответ.
Коэффициент отражения от нагрузки - отношение амплитуд отраженной и падающей волн в сечении нагрузки, при Z=0.
КБВ - отношение наименьшего значения амплитуды напряженности электрического или магнитного поля бегущей волны к наибольшему. КБВ $= \frac{U\text{пад}-U\text{отраж}}{U\text{пад}+U\text{отраж}}$ КСВ = (1-|Г|)/(1+|Г|).
КСВ - величина обратная КБВ. Характеризует степень согласования антенны и фидера, величина частотнонезависимая. КСВ = (1+|Г|)/(1-|Г|).
Через коэффициент отражения можно найти КБВ или КСВ, а от них по диаграмме Вольперта-Смита найти сопротивление.
Волновое сопротивление линии - отношение амплитуды напряжения к амплитуде силы тока бегущей волны. Зависит от емкости, диэлектрической проницаемости материала проводника, индуктивности и сопротивления на единицу длины.
КО в идеальной ЛП равен 1 или 0. А в реальной существуют различные неоднородности, помехи, влияющие на отражение, соответственно, КО не равен 1 или 0.
Резонансные сечения - Сечения, в которых амплитуда напряженности электрического поля поочередно принимает максимальные или минимальные значения.
Режим работы линии на реактивное сопротивление Z=jX.

В этом случае $Z = j\rho\frac{Xcos\beta y+\rho sin\beta y}{\rho cjs\beta y-Xsin\beta y}$ имеет реактивный характер и в зависимости от у может в различных сечениях равняться 0 или ∞. Те или иные сечения наз. резонансными. называют резонансными

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Записать и пояснить формулы для КНД и КИП плоского синфазного излучающего раскрыва

Ответ.

Коэффициентом направленного действия антенны в заданном направлении D называется число, показывающее, во сколько раз плотность ее потока в какой-либо точке пространства в этом направлении больше плотности потока мощности в той же точке для случая, когда антенна излучала бы ненаправленно (изотропно).

Коэффициент использования площади антенны (КИП) является показателем эффективности использования площади реальной антенны, численно определяется отношением $\xi_A = S_{эфф}/S_г$, изменяется в пределах $0 \le \xi_A \le 1$

$$D_{\max} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot S_{эфф} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot S_г \cdot \xi_A;$$

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Определить параметры направленного ответвителя, если он не имеет потерь и согласован с питающим волноводом, а при запитке плеча 1 направленного ответвителя основной волной волновода мощностью 5 Вт, во вспомогательном волноводе зафиксированы выходные сигналы следующей мощности: $P_3 = 2$ мкВт, $P_4 = 10$ мВт.

Ответ.

Переходное ослабление $C_{14}=10\lg(P_1/P_4) = 10\lg (5/10^{-2})= 27$дБ

Развязка $C_{12}= 10\lg(P_1/P2)= 25*10^6$дБ

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

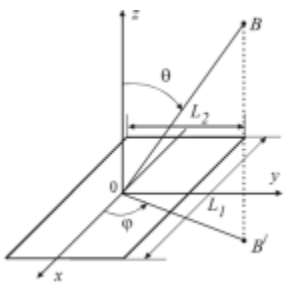
Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_13

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Формула трансформации сопротивлений с пояснениями. Эквивалентные сечения и расстояния между ними. Входное сопротивление отрезка фидера, значения в случае реактивных нагрузок. Понятие шлейфов, их входные сопротивления, применения.
Ответ.
Пояснения к формуле: если зафиксировать l, то она определяет входное сопротивление нагруженного отрезка фидера длиной l. При согласованной нагрузке Zн=Wф входное сопротивление фидера рассчитывается по этой формуле. В режиме короткого замыкания (Zн=0) входное сопротивление фидера рассчитывается по другой формуле, а в режиме холостого хода (Zн=∞) — по третьей.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить методику определения множителя системы непрерывно расположенных излучателей в пределах прямоугольника.
Поместим начало координат в середину раскрыва, а оси x и y направим параллельно его сторонам L1 и L2 (рис.). Тогда пределы интегрирования по площади S определяются сторонами прямоугольника L1 и L2 и выражение множителя системы представляется в виде

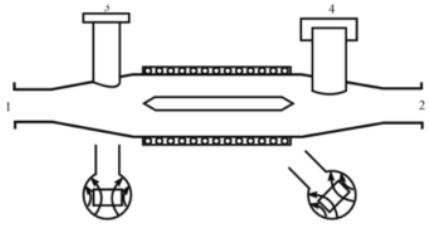
$$\dot{f}_{сист}(\theta,\varphi)=\int_{-L_1/2}^{L_1/2}\int_{-L_2/2}^{L_2/2}A(x,y)\,e^{j[\Phi(x,y)+k(x\cdot\sin\theta\cos\varphi+y\cdot\sin\theta\sin\varphi]}\,dx\,dy.$$



3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Циркулятор поляризационного типа запитывается со стороны плеча 1 (2, 3, 4). Определить номер плеча, из которого выходит электромагнитная энергия. Считать, что все плечи циркулятора согласованы. Сделать вывод о схеме передачи ЭМВ между плечами.

Ответ.



Циркулятор поляризационного типа (рис. 2.6) представляет собой волноводный восьмиполюсник, состоящий:

• из вращателя плоскости поляризации;

- • двух плавных переходов от круглого волновода к прямоугольным 1 и 2;
- • двух тройниковых переходов от круглого волновода к прямоугольным 3 и 4
- Энергия передаётся по схеме: $1 \to 2 \to 3 \to 4 \to 1.$

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

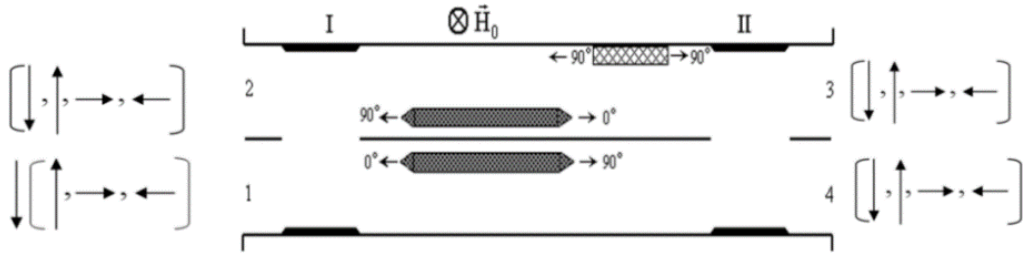
Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_14

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Узкополосное согласование активных нагрузок. Четвертьволновые понижающие и повышающие трансформаторы, их включения в ЛП и выбор значений сопротивлений. Эквивалентные схемы, распределения напряжения, КБВ или КСВ вдоль ЛП при согласовании.
Ответ.
Узкополосное согласование - метод согласования активных нагрузок, реализуемый в узкой полосе частот.
Для согласования ЛП с различными сопротивлениями применяют четвертьволновые трансформаторы. Понижающие, когда вторичная обмотка имеет более низкое напряжение по сравнению с первичной (коэфф трансформации < 1 – определяется отношением количества витков обмотки), повышающий – наоборот (коэфф трансформации > 1).
В этом случае между нагрузкой и генератором включается отрезок линии передачи длиной l=λ/4. Волновое сопротивление трансформатора $Wтр=(WфRвх)^{1/2}$ Трансформаторы работают только с переменным напряжением. Принцип работы - изменение (повышение/понижение) напряжения с потерей мощности. Четвертьволновый трансформатор для согласования может включаться в таких сечениях линии z_0, в которых входное сопротивление линии чисто активное. Входное сопротивление линии чисто активное в сечениях линии, где напряжение достигает максимума или минимума. Поэтому четвертьволновый трансформатор включается в максимумах или минимумах напряжения.
Четвертьволновый отрезок линии передачи преобразует нагрузку в сопротивление равное $1/Z_H$, то есть в сопротивление, численно равное проводимости нагрузки. Это положение справедливо и для проводимостей, то есть проводимость нагрузки преобразуется четвертьволновым трансформатором в величину проводимости, численно равную сопротивлению нагрузки. Если сопротивление нагрузки $Zн$ имеет чисто активный характер, то при действительном Z_B, т.е. в отсутствие потерь,

входное сопротивление *Zвх* также является чисто активным. Это свойство четвертьволнового отрезка используется для согласования двух линий с разными волновыми сопротивлениями.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Перечислить и пояснить причины, вызывающие необходимость подавления или уменьшения уровня боковых и дифракционных лепестков.
Ответ.
Уровень паразитных лепестков определяется как отношение их максимумов к главному максимуму. Обычно эту величину выражают в процентах или децибелах (дБ). Иногда ограничиваются указанием уровня только первого бокового лепестка, имеющего наибольшую величину. Наличие боковых и заднего лепестков крайне нежелательно, поскольку они бесполезно уносят энергию в ненужных направлениях, снижают ее концентрацию в главном лепестке, создают помехи другим станциям.
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Фазовый циркулятор запитывается из первого (второго, третьего, четвёртого) плеча (см. рисунок). Определить с помощью векторной диаграммы номер плеча, в которое ответвится входное колебание. Сделать вывод о схеме передачи ЭМВ между плечами.
Ответ.



Пусть энергия, переносимая волной H_{10}, поступает в плечо 1. Проходя щелевой мост I, она делится поровну между плечами 1 и 2, причем фаза колебаний в плече 2 отстает на 90° от фазы в плече 1.
Для ЭМВ, распространяющейся внизу, намагниченный феррит будет находиться в области левой круговой поляризации вектора *H* переменного магнитного поля, а для волны, распространяющейся вверху, - правой круговой поляризации. Известно, что невзаимный фазовращатель обеспечивает невзаимный фазовый сдвиг

$$\Delta\varphi = \varphi^{-} - \varphi^{+} = 90°.$$

Обычно при анализе одному направлению распространения приписывается фазовый сдвиг, равный 0°, а другому - получающийся дифференциальный фазовый сдвиг. Пусть $ср^{+} = 0$, тогда ср = 90°, что соответствует повороту вектора против часовой стрелки на угол 90°.
Взаимный фазовращатель обеспечивает взаимный фазовый сдвиг ф = = 90°, что соответствует повороту вектора против часовой стрелки на угол 90°.
Щелевой мост II делит мощности поровну между плечами 3 и 4 и вносит дополнительный сдвиг фаз 90°.

В результате поля в плече 3 синфазны и складываются, а в плече 4 - противофазны и энергия туда не поступает.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин
Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

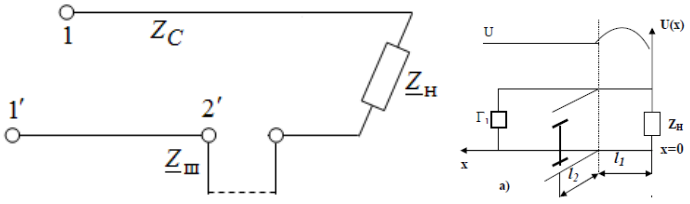
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_15

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Узкополосное согласование комплексных нагрузок. Метод компенсирующих реактивностей, последовательное и параллельное включения их в ЛП.
Ответ.

Целью узкополосного согласования нагрузки с линией передачи является обеспечение режима бегущей волны только на одной фиксированной частоте f_0. При этом полосой согласования называют некоторый интервал частот, включающий f_0, в котором выполняется условие КСВ≤КСВ$_{макс}$.
Узкополосное согласование осуществляется посредством параллельного или (реже) последовательного подключения к входу отрезка ЛП дополнительного реактивного элемента шлейфа, который своей реактивностью компенсирует мнимую часть входного импеданса Xвх=0. В этом случае, согласование достигается подбором длины согласующего отрезка ЛП и длины самого шлейфа.



2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Записать и пояснить условие единственности главного лепестка множителя решетки с линейным ФР
Ответ.
В строках и столбцах должно выполняться условие единственности главного максимума: в строке $\frac{d_x}{\lambda} \le \frac{N_x - 1}{N_x(1+\sin\theta^x_{ск})}$, в столбце $\frac{d_y}{\lambda} \le \frac{N_y - 1}{N_y(1+\sin\theta^y_{ск})}$, где θ^xск , θ^yск - половина сектора

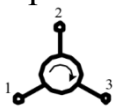
сканирования в плоскости XZ и в плоскости YZ

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Фазовый трехплечий циркулятор запитывается со стороны плеча 1 (2, 3). Определить номер плеча, из которого выходит электромагнитная энергия Сделать вывод о схеме передачи ЭМВ между плечами.

Ответ.

В трёхплечем циркуляторе энергия, входящая в одно плечо, пройдёт без ослабления в другое, если второе плечо согласовано с первым. Аналогично, так как циркулятор симметричен, энергия, входящая во второе плечо, с очень малым ослаблением выйдет из третьего плеча, но будет сильно ослаблена в первом плече.



1→2→3→1

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_16

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Типовые элементы трактов СВЧ: эквиваленты антенн, реактивные нагрузки, четвертьволновые металлические изоляторы.
Ответ.
В общем случае эквивалент представляет собой цепь активных и реактивных компонентов, заключённую в экранированный корпус с разъёмами для внешних подключений. Существуют эквиваленты, имитирующие приёмную антенну, передающую антенну, а также сочетающие в себе обе функции.
По специфике требований, предъявляемых к эквивалентам, они не могут являться универсальными приборами и предназначены обычно либо для небольших видовых групп приёмопередающих устройств, либо для конкретных типов радиостанций.
Реактивные нагрузки в устройствах СВЧ применяются в качестве меры при измерениях, а также в согласующих и управляющих устройствах СВЧ.
В качестве реактивных нагрузок обычно используются короткозамкнутые отрезки закрытых линий передачи — короткозамкнутые шлейфы. Сопротивление такого шлейфа является реактивным и может иметь, в зависимости от длины шлейфа и частоты, индуктивный или ёмкостной характер
Основным параметром, характеризующим качество реального шлейфа, является величина входного КСВ, которая должна быть как можно более высокой.
Также к реактивным нагрузкам СВЧ относятся волноводные диафрагмы — тонкие металлические пластинки, размещаемые в плоскости поперечного сечения волновода и уменьшающие при этом линейные размеры этого сечения. Диафрагмы являются реактивными элементами, так как почти не вносят в тракт дополнительных потерь, но создают значительное местное поле за счёт возбуждения нераспространяющихся высших типов волн.

Металлический изолятор — жёсткий короткозамкнутый четвертьволновой отрезок двухпроводной или коаксиальной линии. Входное сопротивление которого на резонансной частоте стремится к бесконечности и не шунтирует линию, а также практически не снижает электрической прочности.
Назначение металлических изоляторов:
опора основной мощной линии передачи;
грозоразрядники — для защиты приёмных или передающих устройств от атмосферных электрических разрядов;
развязывающие устройства и фильтры.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить методику расчета ширины ДН и КНД синфазной линейной решетки.
Ответ.
ДН имеет лепестковый характер; при этом в отличие от дискретной системы у нее один главный лепесток, максимум которого соответствует ψ=0.
Учитывая, что $\frac{\pi L}{\lambda}\sin\theta = \psi$ и $\theta = \arcsin\psi\frac{\lambda}{\pi L}$, находим, что условию ψ=0 соответствует Θ=0, т.е. направление главного лепестка множителя синфазной системы перпендикулярно ее оси.
Максимальный коэффициент направленного действия рассматриваемой системы определяется соотношением: $D_{max} = 2L/\lambda$
L -длина антенной системы.
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Прямоугольная антенна с размерами 1 м × 5 м излучает ЭМВ с длиной волны 10 см. Определить границу дальней зоны антенны. Сделать вывод о возможности снятия экспериментальной ДН с использованием ЛА с расстояния 1 км, 300м.
Ответ.
$R_д=2L^2/\lambda=50/0.1=500$м

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_17

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Типовые элементы трактов СВЧ: волноводные соединения, повороты, коаксиально-волноводные переходы и переходы с прямоугольного волновода на круглый.

Ответ.

Волноводные соединени**я** - бесконтактные соединения, к которым предъявляются следующие требования:

Передаваемая мощность не должна ограничиваться конструкцией и параметрами

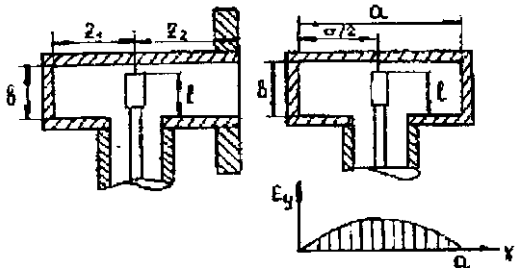
В местах соединений не должно быть отражений волн, излучения, искрения и обгораний

Потери должны быть сведены к минимуму

Изгибы и изломы ЛП относятся к числу нерегулярностей, снижающих качество согласования и электропрочность. В угловых изломах ЛП возбуждаются поля нераспространяющихся волн высших типов, в которых происходит накопление электромагнитной энергии. Для минимизации возникающих из-за этого отражений изломы дополняют различными согласующими элементами. Подрезание (*) внешних углов поворота оказывается эффективным способом при уменьшении отражений в прямоуг и кругл волноводах. Концентрация силовых линий электрического поля в области резких изломов снижает электрическую прочность тракта, этот недостаток в значительной мере устраняется в двойных изломах и плавных изгибах. Чем больше радиус изгиба, тем меньше отражение от него.

Коаксиально-волноводный переход - элемент волноводного тракта, предназначенный для перехода с волноводного тракта на коаксиальный и наоборот. Представляет собой отрезок волновода с замкнутым концом с одной стороны и открытым с другой. На открытом конце волновода находится фланец с отверстиями для крепления. На расстоянии одной четвертой рабочей длины волны от замкнутого конца находится коаксиальный соединитель заканчивается штырем, расположенным в волноводе.

Он предназначен для перехода от коаксиала с волной типа T к прямоугольному волноводу с волной H_{10}. Обычно штырь, являющийся продолжением внутреннего провода коаксиала, располагают посредине широкой стенки волновода, а расстояние до короткозамыкающей стенки z_1, берут равным четверти длины волны в волноводе. Для обеспечения хорошего согласования необходимо также правильно выбрать высоту штыря l и его диаметр. Обычно берут $l = \lambda/4$. Форма штыря и его диаметр существенно сказываются на полосовых свойствах перехода: чем толще штырь, тем шире полоса. При работе перехода вблизи штыря образуются все типы волн в прямоугольном волноводе. Кроме основной волны H_{10}, они находятся в закритическом режиме, и их амплитуды экспоненциально убывают при удалении от штыря. Скорость убывания определяется индексами m и n, характеризующими каждый тип волны в волноводе. Расстояние z_2, от штыря



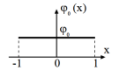
до контактного фланца выбирается из условия уменьшения амплитуды высшей волны, ближайшей к основной волне H_{10}, до требуемой величины. Ближайшей к основной высшей волной в таком переходе является волна H_{30}. Для уменьшения ее амплитуды в N раз величину z_2 следует выбрать из соотношения $z_2 \geq (\ln N) \Big/ \sqrt{(3\lambda/2\alpha)^2 - 1}$

Переход с прямоугольного волновода на круглый – состоит из трансформирующего волновода и согласующей проводимости, расположенной внутри отрезка трансформирующего волновода с небольшим зазором по отношению к прямоугольному волноводу. Характер согласующей проводимости в рабочем диапазоне частот изменяется с индуктивного на емкостное. Отрезок трансформирующего волновода выполнен в виде волновода с промежуточным поперечными сечением или образован круглым волноводом, в котором размещена диэлектрическая пластина. Согласующая проводимость выполнена в виде однократно или многократно изогнутого проводника, закрепленного на стенке волновода или диэлектрической пластине. Проводник выполнен изогнутым, например, под прямыми углами или в виде спирали. Техническим результатом является высокое качество согласования и простота конструкции

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Пояснить физический смысл синфазный линейной решетки. Записать и пояснить формулу для множителя синфазной линейной решетки с равномерным амплитудным распределением.

Ответ.

Фазовое распределение тока $\varphi(x)$ в антеннах с линейными излучающими системами, как правило, является гладкой функцией.  В практике антенн обычно используют два вида распределения – *равномерное* (синфазная антенна) и *линейное*. Отклонение от этих распределений, как правило, является нежелательным, так как приводит к искажению диаграммы направленности.

При равномерном амплитудном распределении

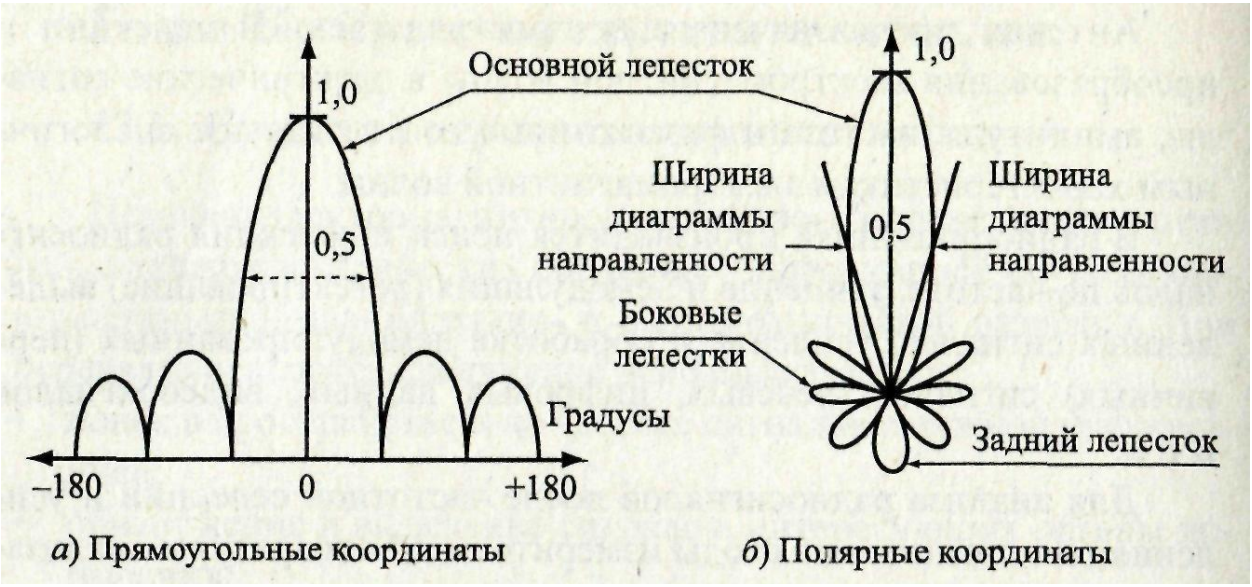
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Значения амплитуды электрического поля, создаваемого передающей антенной в одной из плоскостей, в зависимости от угловой координаты представлены в таблице.

θ°	-180	-150	-120	-90	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180
E_m, мВ	0	30	0	40	0	80	100	80	0	40	0	30	0

Построить амплитудную нормированную ДН по полю этой антенны в полярной и прямоугольной системах координат.

Ответ.



Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_18

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Ступенчатые и плавные согласующие переходы. Классификация управляющих устройств. Механические аттенюаторы и фазовращатели.
Ответ.

Ступенчатые согласующие переходы представляют собой каскадное включение отрезков линий передачи с различными волновыми сопротивлениями, но имеющими одинаковую длину. Волновые сопротивления соседних ступенек отличаются на небольшую величину, и отражения от них невелики. Принцип работы заключается в том, что всегда найдётся хотя бы пара ступенек, отражение от которых компенсируется. Чем больше ступенек, тем лучше согласование и шире полоса пропускания.
Плавные согласующие переходы используются также для согласования активных нагрузок. Они могут рассматриваться как предельный случай ступенчатого перехода при увеличении числа ступенек до бесконечности и неизменной длине перехода. Частотные характеристики плавных переходов непериодические. Наиболее часто употребляемые на практике виды плавных переходов: экспоненциальный переход, чебышевский переход и вероятностный переход.
При одинаковых параметрах длина ступенчатого перехода заметно меньше, чем плавного. Однако при этом полоса пропускания плавного перехода гораздо шире. При повышенных требованиях к электрической точности плавный переход предпочтительнее ступенчатого.
Механические аттенюаторы — это четырёхполюсники, обеспечивающие плавное или дискретное изменение вносимого ослабления от минимального значения до максимального. Обычно это отрезок волновода с поглощающей, ориентированной вдоль волновода пластиной, которую можно перемещать поперёк волновода. В качестве поглощающего материала используют графит, сажу, воду.
Механические фазовращатели используются в волноводных трактах. В простейшем выключателе соединение между волноводами производится с

помощью волноводного канала в поворотном металлическом роторе. Для надёжного электрического контакта на боковой поверхности ротора выполняют дроссельные канавки. При повороте ротора на 90° волноводы закорачиваются поверхностью ротора, а дроссельные канавки препятствуют просачиванию сигнала по зазору между ротором и корпусом.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:

Пояснить физическую сущность прямоугольного синфазного излучающего раскрыва.

Ответ.

Поместим начало координат в середину раскрыва, а оси x и y направим параллельно его сторонам $L1$ и $L2$. Тогда пределы интегрирования по площади S определяются сторонами прямоугольника $L1$ и $L2$.

АФР в антенне может быть представлено в виде произведения двух функций, каждая из которых зависит лишь от одной координаты, $A(x, y) = A_1(x)*A_2(y)$; $\Phi(x, y) = \Phi_1(x) + \Phi_2(y)$.

При постоянном АФР в раскрыве - $A_1(x)=1$ и $A_2(y)=1$- характер направленности в главных плоскостях соответствует случаю линейной синфазной системы с равномерным амплитудным распределением.

в плоскости XOZ: $F_{сист}(\theta) = \dfrac{\sin[(\pi L_1 / \lambda)\sin\theta]}{(\pi L_1 / \lambda)\sin\theta}$;

Нормированные ДН при этом имеют вид: в плоскости YOZ: $F_{сист}(\theta) = \dfrac{\sin[(\pi L_2 / \lambda)\sin\theta]}{(\pi L_2 / \lambda)\sin\theta}$.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Значения амплитуды электрического поля, создаваемого передающей антенной в одной из плоскостей, в зависимости от угловой координаты представлены в таблице.

θ°	-180	-150	-120	-90	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180
E_m, мВ	0	30	0	40	0	80	100	80	0	40	0	30	0
R	0	0,3	0	0,4	0	0,8	1	0,8	0	0,4	0	0,3	0

Построить нормированную ДН по мощности в прямоугольной системе координат

Ответ.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_19

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Многополюсники СВЧ: плоскости отсчета фаз, волновой и классический подходы описания, нормировка токов и напряжений, падающие и отраженные волны.
Ответ.
Сечения входов многополюсника называют плоскостями отсчета фаз. Положения плоскостей отсчета выбирают таким образом, чтобы нераспространяющиеся волны высших типов, принадлежащие внутреннему электромагнитному полю многополюсника, в сечениях входов были пренебрежимо малы.
Матрицы многополюсника выявляют взаимосвязи между электрическими режимами его входов. Режимы в плоскостях отсчета фаз многополюсника могут быть описаны как в терминах нормированных напряжений падающих и отраженных волн — это так называемый волновой подход, так и в терминах полных нормированных напряжений и токов — это так называемый классический подход.
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить зависимость КНД и КИП плоского синфазного излучающего раскрыва от характера АР.
Ответ.
Произвольный синфазный раскрыв с геометрической площадью Sг обладает коэффициентом направленного действия, определяемого выражением: $D_{max}=S_{эфф}4\pi/\lambda^2$, где $S_{эфф}$- площадь синфазного раскрыва с равномерным амплитудным распределением, которая создает в заданной точке пространства такую же плотность потока мощности, что и реальная антенна с геометрической площадью Sг и произвольным амплитудным распределением. Отношение Sэфф/Sг называется коэффициентом использования площади излучающего раскрыва ξ_A.
При равномерном амплитудном распределении - Sэфф=Sг и ξ_A =1. Таким образом, КИП синфазного излучающего раскрыва показывает, насколько

снижается КНД антенны из-за неравномерности амплитудного распределения.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

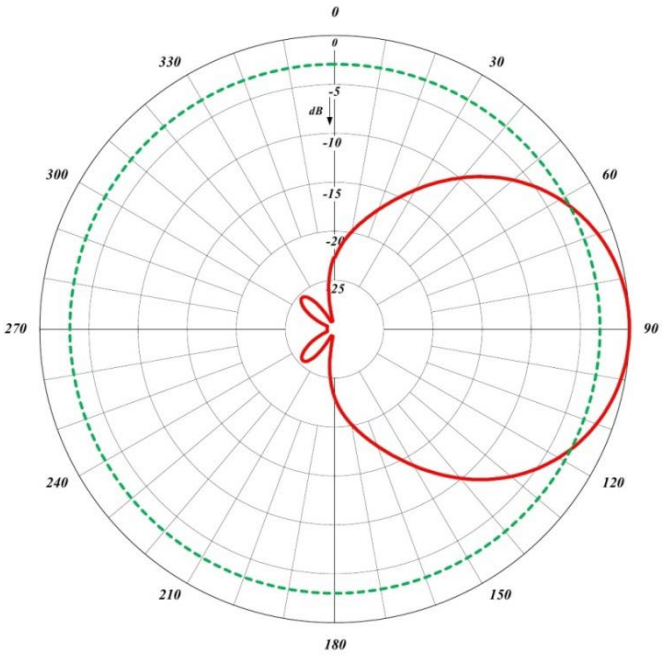
Значения амплитуды электрического поля, создаваемого передающей антенной в одной из плоскостей, в зависимости от угловой координаты представлены в таблице.

θ°	-180	-150	-120	-90	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180
E_m, мВ	0	30	0	40	0	80	100	80	0	40	0	30	0

Определить по графикам ширину ДН по уровню половинной мощности и по нулям.

$2\Theta_{0,5} \approx 90^0$; $2\Theta_0 = 120^0$

Ответ.



Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_20

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Волновая матрица рассеяния: физический смысл элементов, испытательные режимы.
Ответ.
При волновом подходе все падающие на вход 2*N*-полюсника волны образуют вектор воздействия на многополюсник, а все отражѐнные – вектор его реакции. Квадратная матрица [*S*], имеющая смысл математического оператора, указывающего правило преобразования вектора- воздействия в виде комплексных амплитуд падающих волн в вектор-отклик в виде комплексных амплитуд отражѐнных волн , называется ***матрицей рассеяния***. Чтобы определить элементы матрицы рассеяния, необходимо воздействовать на многополюсник падающими волнами поочередно со стороны каждого входа. Во всех входных линиях передачи, кроме возбуждаемой, падающие волны должны отсутствовать. Поэтому вне многополюсника эти линии должны замыкаться на неотражающие поглотители, т. е. согласованные нагрузки. Элементы матрицы рассеяния безразмерны и имеют четкий физический смысл. ***Внедиагональные*** элементы матрицы [*S*] представляют собой ***волновые коэффициенты передачи*** по нормированным напряжениям между каждыми двумя входами многополюсника при согласованных нагрузках на других входах. Исключение составляют ***диагональные элементы*** матрицы [*S*] (случай m = n), которые являются ***коэффициентами отражения*** для каждого входа многополюсника при согласованных нагрузках на других входах. В обозначении элемента первый индекс *m* определяет номер строки матрицы и одновременно номер согласованного входа, на который происходит передача мощности, второй индекс *n* определяет номер столбца и одновременно указывает номер входа, с которого осуществляется возбуждение.
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить методику расчета и анализа множителя системы и результирующей ДН прямоугольного синфазного излучающего раскрыва.

Ответ. Методика расчёта и анализа множителя системы и результирующей диаграммы направленности (ДН) прямоугольного синфазного излучающего раскрыва основана на применении принципа эквивалентности. Согласно этому способу, излучение реальных электрических токов, возникающих в антенне, заменяется действием эквивалентных электрических и магнитных токов в пределах излучающего раскрыва.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

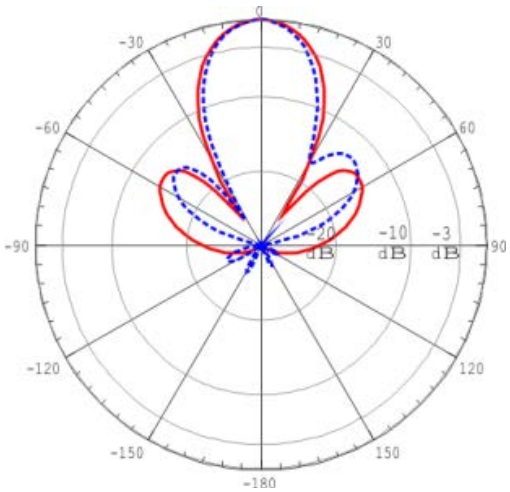
Значения амплитуды электрического поля, создаваемого передающей антенной в одной из плоскостей, в зависимости от угловой координаты представлены в таблице.

θ°	-180	-150	-120	-90	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180
E_m, мВ	0	30	0	40	0	80	100	80	0	40	0	30	0

Определить по графику нормированной ДН по полю уровень бокового излучения в % и дБ

УБЛ=40%=7,96дБ

Ответ.



Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 5

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №_21

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Коэффициент отражения от нагрузки, КБВ, КСВ, сопротивление линии и соотношение между ними. Поведение модуля коэффициента отражения в идеальных и реальных линиях. Режимы в ЛП и их связь с сопротивлением нагрузки.
Ответ.
Коэффициент отражения от нагрузки - отношение амплитуд отраженной и падающей волн в сечении нагрузки, при Z=0.
КБВ - отношение наименьшего значения амплитуды напряженности электрического или магнитного поля бегущей волны к наибольшему. КБВ $= \frac{U\text{пад}-U\text{отраж}}{U\text{пад}+U\text{отраж}}$ КСВ = (1-|Г|)/(1+|Г|).
КСВ - величина обратная КБВ. Характеризует степень согласования антенны и фидера, величина частотнонезависимая. КСВ = (1+|Г|)/(1-|Г|).
Через коэффициент отражения можно найти КБВ или КСВ, а от них по диаграмме Вольперта-Смита найти сопротивление.
Волновое сопротивление линии - отношение амплитуды напряжения к амплитуде силы тока бегущей волны. Зависит от емкости, диэлектрической проницаемости материала проводника, индуктивности и сопротивления на единицу длины.
КО в идеальной ЛП равен 1 или 0. А в реальной существуют различные неоднородности, помехи, влияющие на отражение, соответственно, КО не равен 1 или 0.
Резонансные сечения - Сечения, в которых амплитуда напряженности электрического поля поочередно принимает максимальные или минимальные значения.
Режим работы линии на реактивное сопротивление Z=jX.
В этом случае $Z = j\rho\frac{Xcos\beta y+\rho sin\beta y}{\rho cjs\beta y-Xsin\beta y}$ имеет реактивный характер и в зависимости от у может в различных сечениях равняться 0 или ∞.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 2 балла:
Показать взаимосвязь угла отклонения главного лепестка с шириной ДН.
Ответ.

Ширина ДН равноамплитудной АР с учетом угла отклонения луча определяется формулами: $2\Theta_{0,5}=0,88\lambda/Nd\sin\Theta_{гл}$(рад) или $2\Theta_{0,5}=51\lambda/Nd\sin\Theta_{гл}$ (град).

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Значения амплитуды электрического поля, создаваемого передающей антенной в одной из плоскостей, в зависимости от угловой координаты представлены в таблице.

θ°	-180	-150	-120	-90	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180
E_m, мВ	0	30	0	40	0	80	100	80	0	40	0	30	0
УБЛ ,дБ		10,5		7,95						7,95		10,5	

Сделать вывод о степени помехозащищённости и скрытности РТС с подобными характеристиками направленности антенн\

Ответ.

Направленность антенны характеризуется диаграммой направленности (ДН). Она показывает угловое распределение в пространстве интенсивности (мощности) излучения (передающая антенна) или зависимость мощности принимаемого сигнала от направления прихода радиоволн (приёмная антенна).
Ненаправленные (или слабонаправленные). У них мощность распределена в большом телесном угле.
Остронаправленные. У них основная доля мощности сконцентрирована в узком телесном угле — так называемом главном лепестке ДН.

Критерии итоговой оценки за экзамен:
«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;
«хорошо» - при сумме баллов 4;
«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;
«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет» (ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Радиотехнические информационные системы
_____ Боев С.Ф.
«__» _____ 20___г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

промежуточной аттестации: зачет
«Устройства сверхвысокочастотные и антенны**»**

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Типы задач профессиональной деятельности: проектный, научно-исследовательский.
Разработаны в соответствие с рабочей программой дисциплины, утвержденной проректором по УР Майковой Э.Ю. «21»мая 2020г.,

Разработчик: к.т.н., доцент, профессор каф. РИС__ В.К. Кемайкин

Тверь, 20__

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции, характеристики и варианты практического применения реактивных элементов сверхвысокой частоты. Пояснить зависимость характера реактивности, создаваемой штырем от глубины его погружения, если он установлен в центре широкой стенки прямоугольного волновода

Ответ

Назначение реактивных элементов сверхвысокой частоты (СВЧ) — изменение характеристик электромагнитных волн в СВЧ-диапазоне. Например, с их помощью можно регулировать фазу отражённой волны и амплитуду волны.

Особенности конструкции реактивных элементов СВЧ включают, например, согласующие устройства. Вдоль середины широкой стенки волновода прорезают узкую щель, вдоль которой может перемещаться втулка с резьбой. Внутрь втулки ввёртывается медный цилиндрический штырь, глубина погружения которого может регулироваться.

Характеристики реактивных элементов СВЧ включают реактивность, которая зависит от глубины погружения штыря. При малой глубине преобладает ёмкостная составляющая, при средней глубине — резонанс последовательного типа, а при большой глубине — индуктивная составляющая.

Варианты практического применения реактивных элементов СВЧ разнообразны и включают, например, создание лабораторной плазмы и измерение её параметров, сверхвысокочастотный нагрев частиц в термоядерных устройствах.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Дать определение многолучевой антенной решетке. Пояснить схемы реализации многолучевых решеток и способы их использования.

Ответ.
Многолучевая антенная решётка — это антенное устройство, способное формировать несколько диаграмм направленности в зависимости от того, на какой входной порт поступает сигнал.
Схемы реализации многолучевых решёток:

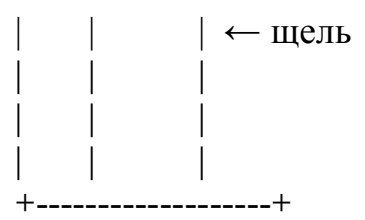
- Структурная схема. Содержит триортогональные антенные элементы, три идентичные диаграммообразующие схемы и N неидентичных весовых сумматоров. При приёме радиоволны сигналы с одноимённых выходов антенных элементов поступают на входы диаграммообразующих схем, где проходят фазовую обработку, обеспечивающую формирование веера лучей.
- Зеркальная многолучевая антенна. Состоит из одного или нескольких зеркал и системы облучателей. Главное зеркало является общим для всех лучей и определяет их высокую направленность. Включение любого облучателя соответствует формированию одного луча.

Способы использования многолучевых решёток:

- В системах связи. Позволяют одновременно обслуживать большое количество абонентов за счёт пространственно-частотного или пространственно-временного разделения передачи информации между лучами.
- В радиолокаторах. Дают возможность быстро обнаруживать объекты в пространстве и одновременно сопровождать большое их количество. Это достигается за счёт освещения объектов в зоне обслуживания широким передающим лучом и покрытия её многими высоконаправленными приёмными лучами.

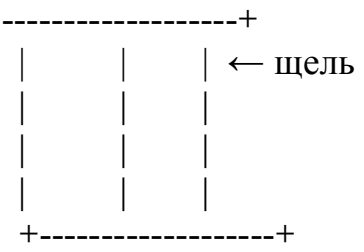
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Изобразить возможные варианты расположения излучающих щелей на поверхности коаксиального волновода. Оценить влияние расположения щели на особенности излучения ЭМВ.

На поверхности коаксиального волновода щели могут быть расположены в различных конфигурациях. Ниже перечислены основные варианты:
- Центральная щель: Щель расположена в центре внешней стенки волновода.

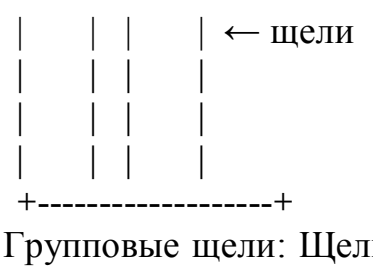


- Смещенная щель: Щель расположена смещенно относительно центра

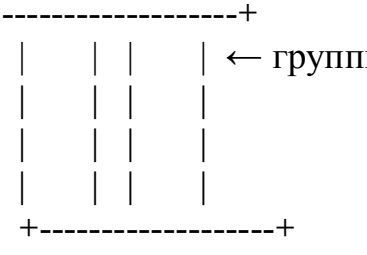
волновода.



- Множественные щели: Несколько щелей могут быть расположены симметрично или асимметрично вдоль длины стенки волновода.



- Групповые щели: Щели могут образовывать группы, расположенные через равные промежутки.



Влияние расположения щелей на излучение ЭМВ

1. Центральная щель: - Излучение будет равномерным по всему направлению, с максимальной мощностью вдоль нормали к поверхности щели. - Подходит для генерации широкополосного излучения.
2. Смещенная щель: - Излучение будет асимметричным, с непосредственным увеличением мощности в определенном направлении. - Может использоваться для управления направлением излучения.
3. Множественные щели: - Возможность создавать интерференцию между излучениями от разных щелей, что может привести к формированию направленных лучей или контровых зон. - Ширина диаграммы направленности может быть уменьшена в зависимости от расстояния между щелями.
4. Групповые щели: - Образуют «узкие» направленные пучки излучения за счет усиления в определенных направлениях. - Подходят для применения в антеннах, где требуется форма луча.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_2

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, принцип функционирования и особенности конструкции дроссельно-фланцевого сочленения для обеспечения надежного контакта между волноводными соединениями.
Пояснить назначение, особенности конструкции, принцип функционирования и область применения двойного волноводного тройника

Ответ.

Назначение дроссельно-фланцевого сочленения — обеспечение надёжного контакта между волноводными соединениями с минимальным коэффициентом отражения в узком частотном диапазоне.

Принцип функционирования: соединение состоит из фланцев с кольцевой выточкой (дроссельной канавкой) вдоль оси волновода и проточкой в поперечной плоскости. При соединении фланцев между концами волноводов образуется зазор, замыкающийся на выточке. Кольцевая выточка образует четвертьволновую короткозамкнутую линию, а зазор между фланцами от края волноводного отверстия до выточки — радиальную четвертьволновую линию. В сумме эти линии составляют полуволновую короткозамкнутую линию Г-образной формы. Её входное сопротивление равно нулю, волноводы как бы идеально прилегают друг к другу, и энергия высокочастотных колебаний беспрепятственно распространяется в месте соединения волноводов.

Особенности конструкции: дроссельно-фланцевое соединение допускает меньшую по сравнению с контактным точность изготовления волноводов, не столь чувствительно к взаимным смещениям волноводных секций, и поэтому оно более дешёвое.

Многократные разборка и сборка почти не увеличивают коэффициент отражения от соединения.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить сущность фазового способа управления положением луча, его достоинства и недостатки, особенности практической реализации.

Ответ.
Сущность фазового способа управления положением луча заключается в изменении фазового распределения в раскрыве антенной решётки с помощью электрически управляемых фазовращателей, линий задержки и других фазосдвигающих устройств. Изменение фазового сдвига между излучателями приводит к изменению направления главного максимума диаграммы направленности решётки.
Достоинства фазового способа:

- высокая скорость сканирования и управления формой диаграммы направленности;
- быстрый обзор пространства и высокий темп выдачи информации о большом числе целей;
- возможность формирования с помощью одной антенны нескольких независимых лучей.

Недостатки:

- высокие требования к системе управления;
- необходимость высокой стабильности работы фазовращателей;
- большие потери;
- неравномерность распределения мощности между фазовращателями.

Особенности практической реализации:

- При последовательной схеме на участках питающей линии между соседними излучателями включены одинаковые фазовращатели, поэтому для управления ими нужен только один сигнал. Достоинство такой схемы — простота системы управления решёткой.
- При параллельной схеме через каждый фазовращатель проходит лишь часть излучаемой мощности, поэтому требования к допустимой мощности фазовращателей оказываются более низкими. Недостаток — сложность системы управления, так как каждый фазовращатель должен управляться по своему закону.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать мощность, излучаемую полуволновым вибратором, P_Σ если амплитуда тока в антенне равна 2 А. Оценить характер изменения P_Σ для вибраторов длиной λ и 1.5λ.

Ответ.

Мощность излучения для дипольной антенны, такой как полуволновой вибратор, можно рассчитать по следующей формуле:

$$P_{\Sigma} = \frac{I^2 R}{2}$$

Для полуволнового вибратора, активное сопротивление R обычно принимается равным около 73 Ω

Расчет:

$$P_{\Sigma} = \frac{(2)^2 * 73}{2} = 146\text{Вт}$$

Для вибраторов длиной λ: - В случае полного волнового вибратора, весь вибратор излучает, и мощность можно оценивать так же, как и для полуволнового вибратора, учитывая, что его активное сопротивление может быть близким к 73 Ом. Однако может понадобиться дополнительная коррекция мощности из-за изменений в диаграмме направленности и распределению тока вдоль вибратора.

Для вибраторов длиной 1.5λ: - Более длинные вибраторы будут иметь больший излучающий эффект, а их активное сопротивление может изменяться. Для длины 1.5λ активное сопротивление обычно увеличивается и может составлять примерно 100-120 Ом. - В этом случае для оценки мощности можно использовать высокое сопротивление, например, R=100Ω:

$$P_{\Sigma} = \frac{(2)^2 * 100}{2} = 200\text{Вт}$$

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_3

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить дискриминаторные свойства двойного волноводного тройника и методику их экспериментальной оценки

Ответ.

Дискриминаторные свойства двойного волноводного тройника:

- Сигнал, поданный в Е-плечо, делится на 2 равные части и противофазно проходит в плечи 2 и 3, а в плечо 4 не попадает.
- Сигнал, поданный в Н-плечо, делится поровну между плечами 2 и 3 на синфазные волны и не проходит в Е-плечо.
- Если в плечи 2 и 3 поданы синфазные колебания, то они сложатся в Н-плече, а если противофазные, то сложение произойдёт в Е-плече.
- Между противоположными парами плеч 2–3 и 1–4 существует взаимная развязка: сигнал, поданный в плечо 2, не проходит в плечо 3 (и наоборот); сигнал, поданный в плечо 1, не проходит в плечо 4 (и наоборот).

Методика экспериментальной оценки дискриминаторных свойств двойного волноводного тройника: проверка свойств с помощью короткозамыкающих поршней и согласованных нагрузок. Например, для определения относительной величины ответвляемой мощности нужно:

1. Включить детекторную головку с двухшлейфовым трансформатором и развязывающим ослабителем в основной тракт в отсутствии испытуемого объекта. После настройки детекторной головки записать уровень сигнала на шкале вольтметра усилителя, пропорциональный величине падающей мощности.
2. Затем между основным трактом и развязанной детекторной головкой включить испытуемый объект. По вольтметру усилителя при

неизменной настройке детекторной головки отсчитать в относительных единицах (делениях шкалы) уровень мощности, прошедшей в испытуемое плечо разветвления.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить сущность частотного способа управления положением луча, его достоинства и недостатки и особенности практической реализации. Чем характеризуется эффективность частотного способа качания луча? Назвать и пояснить пути повышения эффективности частотного способа качания луча.

Ответ.
Сущность частотного способа управления положением луча заключается в том, что меняется частота питающего решётку генератора. Это приводит к изменению сдвига по фазе между токами в излучателях решётки, в результате чего меняется положение антенного луча. 1
Достоинства частотного способа: простота технического выполнения и относительно небольшая стоимость антенн.
Недостатки:

- заметные потери энергии;
- ограниченные возможности по использованию широкополосных сигналов;
- ограниченные возможности частотной перестройки РЛС для защиты от помех, поскольку при изменении частоты отклоняется луч и теряется цель;
- наличие эффекта «нормали», когда при прохождении максимума главного лепестка через нормаль к антенне отражённые от всех излучателей колебания складываются в фазе, что приводит к резкому увеличению амплитуды отражённой волны и опасности электрического пробоя.

Особенности практической реализации:

- При последовательной схеме частотного качания питание излучателей производится через отдельные фидеры, длина которых различна и линейно увеличивается при переходе от одного излучателя к другому. Чем больше разность длин соседних фидеров, тем выше углочастотная чувствительность.
- При параллельной схеме частотного качания питание излучателей производится через отдельные фидеры, длина которых различна и линейно увеличивается при переходе от одного излучателя к другому. Параллельная схема позволяет пропускать большую мощность и является менее чувствительной к неточностям изготовления, но достаточно сложна и требует применения значительного числа диапазонных делителей мощности.

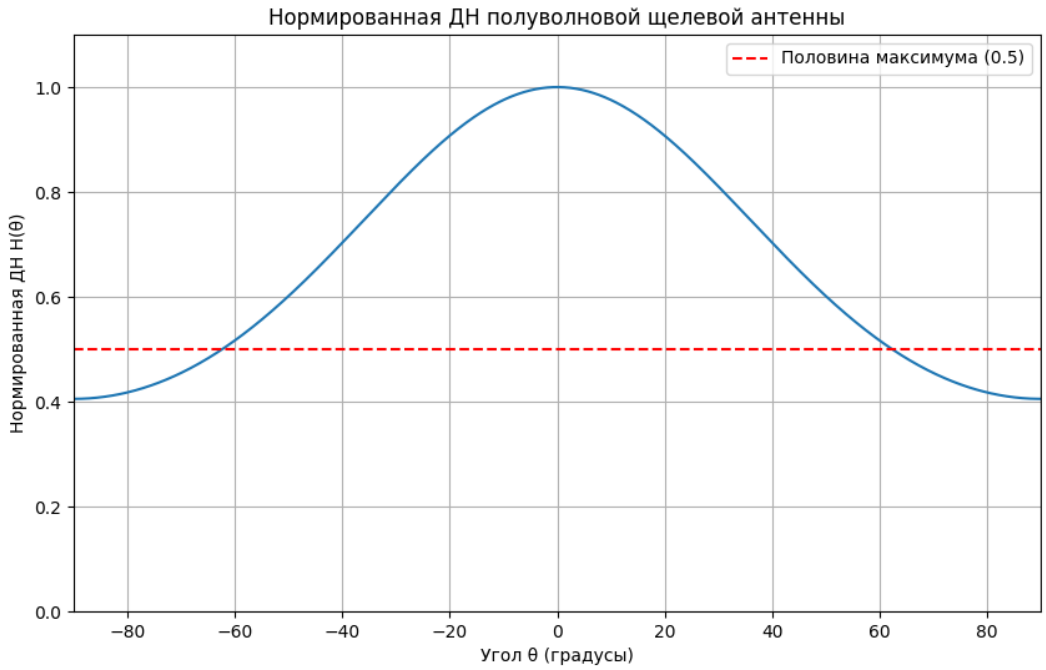
Эффективность частотного способа характеризуется величиной углочастотной чувствительности, которая определяется отношением изменения направления максимума главного лепестка ДН при сканировании

луча с изменением частоты к относительному изменению частоты возбуждающих колебаний.
Пути повышения эффективности частотного способа:

- Использование замедляющих структур, например гребенки, для увеличения зависимости длины волны в волноводе от частоты.
- Увеличение длины фидера, что конструктивно реализуется с помощью спиральных или змейковых волноводов.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать и построить в прямоугольной системе координат нормированную $F(\theta)_H$ ДН полуволновой щелевой антенны в плоскости Н. Определить по графику ширину $2\theta_{0.5P}$ ДН по половинной мощности. Сделать вывод о направленных свойствах щелевой антенны.

Ответ.



Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_4

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции, принцип функционирования и область применения волноводного щелевого моста. С помощью метода векторных диаграмм показать прохождение сигнала через два последовательно включенных волноводно-щелевых моста, при питании их со стороны одного из плеч.

Ответ.

Назначение волноводного щелевого моста — деление мощности, поступающей на волновод, на две равные части.

Особенности конструкции: мост представляет собой два волновода, соединённых одним с другим, которые имеют одну общую стенку, в которой прорезана щель. В средней части широкой стенки волновода имеется винт, с помощью которого производится подстройка моста.

Принцип функционирования: при возбуждении любого из четырёх плеч энергия электромагнитной волны в одно из выходных плеч не поступает, а делится поровну между двумя другими выходными плечами, в которых волны имеют постоянный фазовый сдвиг в рабочем диапазоне частот.

Область применения: волноводные щелевые мосты используются в разнообразных измерительных схемах и коммутирующих устройствах в технике СВЧ, например, для контроля мощности и частоты.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Сформулировать понятие фазированной антенной решетки. Классификация фазированных антенных решеток. Перечислить основные достоинства фазированных антенных решеток по сравнению с антеннами других классов.

Ответ.
Фазированная антенная решётка (ФАР) — это система обычно идентичных излучающих элементов (антенн), расположенных по определённому принципу, с управляемыми фазами излучаемых (принимаемых) ими волн.
Классификация фазированных антенных решёток может проводиться по следующим основным признакам:

- Геометрия расположения излучателей в пространстве: линейные, дуговые, кольцевые, плоские с прямоугольной или косоугольной сеткой размещения, выпуклые, цилиндрические, конические, сферические, пространственные.
- Способ возбуждения: с последовательным питанием, с параллельным питанием, с комбинированным (последовательно-параллельным), с пространственным (оптическим, «эфирным») способом возбуждения. 1
- Закономерность размещения излучающих элементов в самой решётке: эквидистантное размещение, неэквидистантное размещение.
- Способ обработки сигнала: с обработкой сигнала методами когерентной оптики, с обработкой цифровыми процессорами. 1

Основные достоинства фазированных антенных решёток по сравнению с антеннами других классов:

- Высокий коэффициент усиления антенны при низком уровне боковых лепестков.
- Возможность перевода луча с одной цели на другую в течение нескольких микросекунд.
- Возможность быстрого формирования и изменения луча под управлением компьютера.
- Произвольное чередование режимов обзора и сопровождения.
- Произвольно изменяемое время облучения цели.
- Многофункциональная работа за счёт формирования нескольких лучей одновременно.
- Выход из строя одиночных элементов ухудшает характеристики антенны, но в целом система остаётся работоспособной.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Экспериментально определить вентильное отношение волноводного резонансного вентиля.

Ответ.
1. Установка оборудования - Используйте волноводный резонатор, который может быть либо прямоугольным, либо цилиндрическим. - Установите измерительное оборудование, такое как анализатор сетей или векторный анализатор сети (VNA), для измерения S-параметров. - Подключите источник микроволнового сигнала к одному концу волновода.
2. Подготовка к измерению - Настройте устройство для работы на определенной частоте, которая находится вблизи резонансной частоты волноводного резонатора. - Проверьте качество соединений и отсутствие

утечек.
3. Измерение S-параметров - Используйте анализатор сетей, чтобы измерить S-параметры, в частности, S11, который представляет собой коэффициент отражения. - При необходимости выполните калибровку анализатора для обеспечения точности измерений.
4. Определение резонансной частоты - Изменяйте частоту источника сигнала и записывайте значения S11. - Определите частоту, на которой S11 достигает максимального значения, что подтверждает резонансную частоту. - Запишите соответствующее значение S11 на этой частоте, оно будет указывать на величину отражения.
5. Анализ вентильного отношения - Вентильное отношение может определяться как$S = |S_{11}|^2$. - Для получения относительного вентильного отношения можно использовать формулу:

$$V = 10\log_{10}\left(\frac{P_{\text{вход}}}{P_{\text{отраженное}}}\right) = 10\log_{10}\left(\frac{1}{|S_{11}|^2}\right) =$$

6. Сравнение с теоретическими данными - Если имеется теоретическая модель для вашего резонансного вентиля, сравните экспериментально определенное вентильное отношение с расчетными значениями, чтобы проверить точность вашей установки и методов измерений.

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_5

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции, принцип функционирования и область применения волноводного кольцевого моста. С помощью метода векторных диаграмм показать прохождение сигнала через волноводный кольцевой мост при питании его со стороны одного из плеч.

Ответ.

Назначение волноводного кольцевого моста — разделение энергии, поступающей со стороны любого плеча, на два потока: по ходу часовой стрелки и против с одинаковой амплитудой и фазой. В других боковых плечах эти потоки или складываются, или вычитаются в зависимости от разности хода.

Особенности конструкции волноводного кольцевого моста заключаются в том, что он образован четырьмя волноводными Е-плоскостными Т-тройниками, соединёнными друг с другом свёрнутыми по дуге окружности отрезками прямоугольного волновода.

Принцип функционирования заключается в том, что если к плечам 2, 3 и 4 подключены согласованные нагрузки, а к плечу 1 подведена энергия от генератора, то Е-тройник возбудит в боковых плечах противофазные волны равной амплитуды. Тогда по кольцу навстречу друг другу будут распространяться две волны: одна обегает кольцо по часовой стрелке, а вторая — против. За счёт разности хода на входе плеч 2 и 3 правая и левая волны противофазны, а на вход плеча 4 те же волны приходят в фазе.

Область применения волноводного кольцевого моста — радиотехника, в частности расширение диапазона рабочих частот.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить особенности конструкции и принцип функционирования стержневой диэлектрической антенны поверхностных волн. Дать характеристику направленных свойств.

Ответ.
Конструкция стержневой диэлектрической антенны поверхностных волн включает диэлектрический стержень, металлическую обойму и фидерную линию. Применяются стержни прямоугольного и круглого сечения. Поперечное сечение стержней, как правило, сужается от обоймы к свободному концу, а трубок — чаще остаётся постоянным по всей длине. Коническая форма стержня обусловлена тем, что в этом случае антенна хорошо согласуется со свободным пространством.
Принцип функционирования основан на явлении полного внутреннего отражения электромагнитных волн от границы раздела диэлектрических сред. Возбудитель возбуждает в направителе замедленную (поверхностную) волну с фазовой скоростью, меньшей скорости света в свободном пространстве. Такая волна канализируется направителем вдоль оси и слабо затухает за счёт излучения.
Направленные свойства стержневой диэлектрической антенны поверхностных волн заключаются в том, что максимум излучения совпадает с осью стержня. Характер излучения зависит от фазовой скорости распространения поверхностной волны. С увеличением диаметра и диэлектрической проницаемости материала стержня фазовая скорость волны уменьшается. Чем меньше фазовая скорость, тем больше длина стержня, при которой коэффициент направленного действия (КНД) антенны максимален (так называемая оптимальная длина).

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Экспериментально определить качество согласования линии передачи с нагрузкой с использованием волноводной измерительной линии.

Ответ.
1. Подготовка установки - Соедините генератор сигнала с одним концом волновода. - Установите нагрузочное сопротивление на другом конце волновода. - Подключите измерительные приборы (например, КСВ-метр) между генератором и волноводом, если это необходимо.
2. Измерение коэффициента стоячих волн (КСВ) - Включите сигнал генератора и настройте его на нужную частоту. Частота должна находиться в диапазоне рабочей частоты вашей линии передачи. - Используйте измеритель КСВ для считывания значения стоячих волн. - КСВ (коэффициент стоячей волны) показывает качество согласования. Он рассчитывается как отношение максимальной амплитуды напряжения к минимальной амплитуде, и чем ниже значение КСВ, тем лучше согласование.
Формальное значение КСВ можно вычислить по следующей формуле:

$$К = \frac{1 + Г}{1 - Г}$$

где Г — коэффициент отражения на нагрузке, который также можно измерить.

3. Параметризация нагрузки - Для более детального анализа, поменяйте нагрузку на разные значения (например, резистор, индуктивность и емкость) и повторите измерение КСВ. - Запишите значения КСВ для каждой нагрузки.

4. Визуализация данных - Используйте осциллоскоп или анализатор спектра для наблюдения за формами сигналов в волноводе. - Изучите форму и амплитуду сигналов, чтобы лучше понять поведение отражений и стоячих волн.

5. Анализ результатов - Сравните полученные значения КСВ для различных нагрузок на основании формулы:

- Если K<1.5, система считается хорошо согласованной.
- Если K между 1.5 и 2.0, система может работать, но неэффективно.
- Если K>2.0, требуется пересмотр согласования.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_6

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции, принцип функционирования и область применения вращающегося волноводного сочленения

Ответ.

Назначение вращающегося волноводного сочленения — обеспечение передачи постоянной мощности при вращении антенны в вертикальной или горизонтальной плоскости.

Особенности конструкции: сочленение представляет собой два отрезка круглого волновода, установленных с некоторым зазором с возможностью относительного вращения вокруг общей оси. Фланцы волноводов снабжаются дроссельными канавками, уменьшающими потери мощности на рассеяние и подавляющими отражённую волну.

Принцип функционирования: переход от волновода к коаксиальной линии выполнен путём свёртывания волновода по спирали в E-плоскости с одновременным переходом на пониженную высоту и последующей ориентации его по окружности с одновременным 90-градусным изгибом в H-плоскости и соединением с проводниками коаксиальной линии.

Область применения: вращающиеся волноводные сочленения используются в системах радиолокации и спутниковой связи, а также в отраслях промышленности, где требуется передача энергии через вращающиеся сочленения.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить принцип создания поля вращающейся поляризации и особенности его практической реализации

Ответ.
Принцип создания поля вращающейся поляризации заключается в повороте поляризационного вектора линейно-поляризованной поперечной волны вокруг её волнового вектора при прохождении волны через анизотропную среду.
Для практической реализации вращающейся поляризации используют фазовые пластины на основе нематических жидких кристаллов. Например, линейная поляризация пучка при прохождении через такую фазовую пластину может вращаться ровно на 45° или ровно 90°, поскольку матрица молекул жидких кристаллов по виду напоминает спираль.
Ещё один способ — использование кварцевых фазовых пластин (полу- или четвертьволновых), вносящих задержку (сдвиг) фазы в проходящее излучение. Однако кварцевые фазовые пластины довольно дорогие и на практике позволяют наблюдать только узкие спектральные полосы.
Эффект вращения плоскости поляризации света используется для определения концентрации оптически активных веществ в растворах, для исследования механических напряжений в прозрачных телах, для управления прозрачностью жидкокристаллического слоя в жидкокристаллических индикаторах.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Экспериментально определить прямые потери волноводного резонансного вентиля

Ответ.
1. Подготовка установки - Составьте установку, подключив генератор сигнала к входу волноводного резонансного вентиля. - На выходе вентиля подключите измерительное оборудование (например, анализатор спектра). - Убедитесь, что контакты между оборудованием надежные и корректно произведено согласование с волноводом.
2. Измерение входной и выходной мощности - Подайте сигнал на резонансный вентиль с заданной частотой, находящейся в пределах рабочей частоты вентиля. - Измерьте входную мощность P_{in} с помощью измерительного прибора. - Измерьте выходную мощность P_{out} на выходе вентиля.
3. Определение потерь Прямые потери в волноводном резонансном вентиле могут быть определены как разница между входной и выходной мощностью. Рассчитайте прямые потери по формуле:

$$P_{loss} = P_{in} - P_{out}$$

Также можно рассчитать коэффициент передачи (T), который показывает отношение выходной мощности к входной:

$$T = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

4. Калибровка
Прежде чем делать окончательные выводы, проверьте, что ваш измерительный прибор откалиброван, чтобы гарантировать точность измерений. Можно провести калибровку, используя известные значения, например, подключив резистор или короткое замыкание.
5. Повторение измерений
Для повышения точности полученных данных рекомендуется повторить измерения несколько раз и усреднить результаты.

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_7

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции, основные параметры и принцип функционирования направленного ответвителя со связью по узкой стенке волновода.

Ответ.

Назначение направленного ответвителя со связью по узкой стенке волновода — ответвление части электромагнитной энергии из основного канала передачи во вспомогательный.

Особенности конструкции: ответвитель состоит из двух отрезков волновода, которые имеют на определённом участке общую тонкую стенку (широкую или узкую). В стенке, разделяющей волноводы, сделаны отверстия, служащие элементами связи, через которые ответвляется небольшая часть мощности из первичного волновода во вторичный. Количество отверстий, их форма и размеры определяют характеристики ответвителя.

Основные параметры: переходное ослабление (отношение мощностей волны, поступающей в ответвитель, и ответвлённой) и направленность (отношение мощностей волн, ответвлённых в заданном направлении и противоположном).

Принцип функционирования: направленное распространение во вторичном волноводе достигается в результате интерференции возбуждённых в нём волн, которые, складываясь, в одном направлении взаимно гасятся, а в другом — образуют результирующую ответвлённую волну.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции и принцип функционирования спиральной антенны. Дать характеристику направленных свойств.

Ответ.
Назначение спиральной антенны — обеспечение излучения и приёма радиоволн с круговой или близкой к ней эллиптической поляризацией в широком диапазоне частот. Спиральные антенны используются в системах радиосвязи, радиовещания, телевидения, радиоуправления, радиолокации, радиорелейной связи, радиоастрономии, радионавигации.
Особенности конструкции цилиндрической спиральной антенны: она состоит из проволочной спирали (направитель) и плоского металлического экрана (фланец). Для питания спирали используется коаксиальный фидер, центральная жила которого подключается к проводу спирали, а наружная оболочка присоединяется к экрану. Металлический экран препятствует затеканию тока на внешнюю поверхность коаксиального фидера и, кроме того, выполняет роль рефлектора, ослабляющего излучение в заднюю полусферу.
Принцип функционирования спиральной антенны зависит от её режима работы:

1. В обычном режиме диаметр и шаг антенны малы по сравнению с длиной волны. Антенна действует аналогично электрически короткому диполю или монополю, а диаграмма направленности является всенаправленной, с максимальным излучением под прямым углом к оси спирали.
2. В осевом режиме диаметр и шаг спирали сравнимы с длиной волны. Антенна функционирует как направленная, излучающая луч от концов спирали вдоль оси антенны. Она излучает радиоволны с круговой поляризацией.

Направленные свойства спиральной антенны зависят от соотношения между её геометрическими размерами и длиной волны. Например, в режиме нормального излучения диаграмма направленности в плоскости, совпадающей с осью спирали, имеет вид восьмёрки, а в плоскости, перпендикулярной оси спирали, представляет собой окружность. В режиме осевого излучения максимум диаграммы направленности оказывается ориентированным вдоль оси спирали, поле в направлении оси спирали будет обладать поляризацией, близкой к круговой, а в других направлениях поляризация поля получается эллиптической.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Экспериментально определить обратные потери волноводного резонансного вентиля.

Ответ.

1. Подготовка установки - Подключите генератор сигнала к входу волноводного резонансного вентиля. - Подключите измерительный прибор для контроля выходной мощности и отраженной мощности (в зависимости от используемого оборудования, возможно, нужно подключить КСВ-метр). - Убедитесь в надежности всех соединений, чтобы избежать дополнительных потерь.
2. Измерение входной мощности - Установите генератор на заданную частоту, находящуюся в пределах рабочей частоты вентиля. - Измерьте входную мощность P_{in} , которая подается на резонансный вентиль.
3. Измерение отраженной мощности - Измерьте отраженную мощность P_{ref} с помощью КСВ-метра или аналога, который позволяет наблюдать возврат сигнала. - Обратные потери в дБ (децибелах) можно рассчитать по формуле:

$$L_{back} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{ref}}{P_{in}} \right)$$

4. Определение коэффициента отражения Если необходимо, можно также рассчитать коэффициент отражения (Г), который показывает, насколько мощность была отражена:

$$\Gamma = \frac{P_{ref}}{P_{in}}$$

5. Повторение измерений
Рекомендуется провести несколько измерений для повышения точности, усреднив результаты.

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_8

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции, основные параметры и принцип функционирования направленного ответвителя со связью по широкой стенке волновода

Ответ.

Назначение направленного ответвителя со связью по широкой стенке волновода — ответвление части электромагнитной энергии из основного канала передачи во вспомогательный.

Конструкция такого ответвителя состоит из двух отрезков волновода, которые имеют на определённом участке общую тонкую стенку (широкую или узкую). В стенке, разделяющей волноводы, сделаны отверстия, служащие элементами связи, через которые ответвляется небольшая часть мощности из первичного волновода во вторичный. Количество отверстий, их форма и размеры определяют характеристики ответвителя.

Основные параметры направленного ответвителя включают переходное ослабление (отношение мощности на входе основного канала к выходной мощности рабочего плеча вспомогательного канала) и рабочую полосу частот (полоса частот, в пределах которой неравномерность величин переходного ослабления, направленности и других параметров не превышает заданного значения).

Принцип функционирования направленного ответвителя со связью по широкой стенке волновода основан на интерференции возбуждённых в нём волн, которые, складываясь, в одном направлении взаимно гасятся, а в другом — образуют результирующую ответвлённую волну.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции и принцип функционирования турникетных антенн. Дать характеристику направленных свойств.

Ответ.
Назначение турникетных антенн — применение в диапазонах ОВЧ и УВЧ, преимущественно как передающие антенны метрового диапазона длин волн.
Особенности конструкции: турникетная антенна состоит из двух вибраторных антенн с общим центром, расположенных друг к другу под прямым углом и возбуждаемых равноамплитудно со сдвигом фаз на 90°. Название антенны связано с её внешним видом, напоминающим плоский турникет.
Принцип функционирования: в режиме осевого излучения антенна формирует электромагнитную волну с круговой поляризацией. Для обеспечения односторонней направленности антенна снабжается рефлектором в виде металлического диска.
Направленные свойства: турникетная антенна, расположенная параллельно плоскости земли, имеет круговую диаграмму направленности, такая антенна аналогична штыревой антенне, но формирует волну с горизонтальной поляризацией.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Изобразить функциональную схему фазовращателя. проходного типа на *p-i-n* диодах, обеспечивающего дискретное изменение фазы $\Delta\varphi$ направляемой волны в пределах от 0 до Ω градусов. Рассчитать разность геометрических длин переключаемых отрезков полосковых линий, если длина волны генератора равна λ, а относительная эффективная диэлектрическая проницаемость подложки полосковой линии $\varepsilon_{эфф}$.

Ответ.
Эффективная длина волны:

$$\lambda_{eff} = \frac{1}{\sqrt{2{,}5}} \approx 0{,}6325\text{м}$$

Разность длин:

$$\Delta L = \frac{\frac{\pi}{2} * 1}{2\pi\sqrt{2{,}5}} \approx 0{,}31625\text{м}$$

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_9

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции и принцип функционирования антенного переключателя разветвительного типа. Перечислить достоинства и недостатки схемы.

Ответ.

Назначение антенного переключателя разветвительного типа — автоматическое переключение антенны с выхода передатчика к входу приёмника в импульсных радиолокационных станциях (РЛС), имеющих общую антенну для передачи и приёма.

Особенности конструкции: шлейфовый переключатель содержит разрядники, включенные в отрезки линии (ответвления или шлейфы), присоединённые параллельно главному фидеру. Разрядник Р1 называется разрядником защиты приёмника (РЗП), а Р2 — разрядником блокировки передатчика (РБП).

Принцип функционирования: в момент генерирования передатчиком мощных импульсов в разрядниках возникает газовый разряд и их сопротивление резко уменьшается. В результате этого к главному фидеру оказываются подключёнными два отрезка короткозамкнутых линий с очень большим входным сопротивлением, поэтому ответвления не создают помех для прохождения импульса от передатчика к антенне. Разрядник защиты приёмника вносит большое затухание в линию, соединяющую приёмник с главным фидером, и защищает вход приёмника от мощного сигнала. В режиме приёма, когда на выходе антенны мощность небольшая, газовый пробой в разрядниках не возникает и принятый антенной сигнал проходит по ответвлению в приёмник и не поступает в цепи передатчика.

Достоинства: защита входных цепей приёмника от повреждения во

время передачи мощных СВЧ-колебаний.

Недостатки: вносимые потери при увеличении развязки между передатчиком и приёмником, что может приводить к росту вносимых потерь.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Что понимается под активной фазированной антенной решеткой? Каковы достоинства и недостатки ее в сравнении с пассивными ФАР? Привести и пояснить типовую структурную схему совмещенной приемно-передающей АФАР.

Ответ.
Активная фазированная антенная решётка (АФАР) — фазированная антенная решётка, в которой направление излучения и (или) форма диаграммы направленности регулируются изменением амплитудно-фазового распределения токов или полей возбуждения на индивидуальных активных излучающих элементах.
Достоинства АФАР в сравнении с пассивными ФАР:

- Надёжность. Отказ одного приёмо-передающего элемента решётки лишь искажает диаграмму направленности антенны, несколько ухудшая характеристики локатора, но в целом он остаётся работоспособным.
- Экономия веса. Нет большой лампы высокой мощности, связанной с ней системы охлаждения и массивного блока питания высокого напряжения.
- Возможность управлять усилением индивидуальных приёмно-передающих модулей. При этом диапазон углов отклонения луча существенно увеличивается, в результате могут быть обойдены многие из ограничений геометрии пассивных решёток.

Недостатки АФАР:

- Рассеивание мощности. Из-за недостатков микроволновых транзисторных усилителей и монолитных интегральных схем эффективность передатчика модуля обычно меньше 45%. В результате АФАР выделяет большое количество теплоты, которую необходимо рассеивать, чтобы предохранить чипы передатчика от расплавления.
- Стоимость. На данный момент недостатком АФАР можно назвать высокую стоимость разработки и производства, но с развитием технологий она будет только снижаться.

Типовая структурная схема совмещённой приёмно-передающей АФАР представлена на рисунке 1. Она включает:

- Излучатели.
- Фазовращатели.
- Аттенюаторы.
- Малошумящие усилители (МШУ).
- Усилители мощности (УМ).

- Диплексеры.
- Сумматор принятых сигналов.
- Делитель передаваемых сигналов.
- Приёмо-передающий модуль АФАР (обведён пунктирной линией). 3

Пояснения:

- В каналах АФАР, в отличие от пассивных ФАР, установлены усилители для компенсации потерь в линиях передачи и приборах СВЧ.
- В каналах АФАР с диаграммоформированием на радиочастоте установлены также СВЧ-устройства управления фазами и амплитудами излучаемого/принимаемого полей (фазовращатели и аттенюаторы). С их помощью можно изменять амплитудно-фазовое распределение в апертуре АФАР и, следовательно, изменять нужным образом характеристики АФАР.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Изобразить функциональную схему фазовращателя отражательного типа на основе прямоугольного волновода с размерами $a \times b$ мм^2. Рассчитать необходимое количество *p-i-n* диодов и расстояние между ними для обеспечения дискретного изменения фазы $\Delta\varphi$ направляемой волны в пределах от 0 до Ω градусов при длине волны генератора λ см.

Ответ.
Шаг 1:
Определите, сколько дискретных шагов фазы вам нужно Если вы хотите, чтобы фаза изменялась от 0 до 360 градусов, то количество необходимых шагов N определяется как:

$$N = \frac{\Delta\phi}{\Delta\phi_{step}}$$

Если делать, например, 8 шагов (45 градусов каждый), тогда:

$$N = \frac{360}{45} = 8$$

Шаг 2:
Определите шаг для каждого диода Каждый P-I-N диод будет обеспечивать определенное изменение фазы$\Delta\phi_{diode}$. Для равномерного распределения фазы, где фаза изменяется на $\Delta\phi_{step}$:

$$\Delta\phi_{diode} = \frac{360 \text{ градусов}}{N}$$

Шаг 3:
Определите разницу в длине линии
Для каждого расчетного изменения фазы между P-I-N диодами, можно использовать формулу для фазовой задержки в линии передачи:

$$\Delta L = \frac{\lambda}{360} \cdot \Delta\phi$$

Допустим, для каждого диода требуется изменение фазы на 45 градусов (как в предыдущем примере):

$$\Delta L = \frac{3 \text{ см}}{360} \cdot 45 = 0.375 \text{ см} = 3.75 \text{ мм}$$

Если использовать 8 диодов, расстояние между ними будет равно:

$$d = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \Delta\phi_{diode}$$

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_10

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции и принцип функционирования балансного антенного переключателя. Достоинства и недостатки схемы.

Ответ. Назначение балансного антенного переключателя — автоматическое переключение антенны с выхода передатчика к входу приёмника в импульсных радиолокационных станциях (РЛС), имеющих общую антенну для передачи и приёма. Во время передачи мощных СВЧ-колебаний переключатель защищает чувствительные входные цепи приёмника от повреждения, а при переходе РЛС на приём слабый сигнал, поступающий от антенны, с минимальными потерями поступает на вход приёмника. 2

Особенности конструкции балансного антенного переключателя: он строится на основе мостовых устройств СВЧ и состоит из двух щелевых мостов и двух газовых разрядников. В отличие от шлейфового переключателя, он не содержит резонансных отрезков, и его рабочая полоса частот определяется широкополосностью щелевых мостов.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить особенности построения специальных типов зеркальных антенн с веерной и косекансной диаграммами направленности. Дать характеристику направленных свойств.
Ответ. Антенна веерного луча. Такая форма диаграммы достигается путём использования зеркальной антенной системы с рефлектором в форме вырезки из параболоида вращения (как правило, симметричной). Если рефлектор имеет малый размер в вертикальной плоскости и большой размер в горизонтальной плоскости, то формируемая им диаграмма направленности

антенны будет широкой в вертикальной плоскости и узкой — в горизонтальной.
Зеркальная антенна с косекансной диаграммой направленности состоит из сектора параболоида вращения, рупорного облучателя и плоского контррефлектора. Рупорный облучатель смещён из фокуса параболы в фокальной плоскости в поперечном от оси направлении.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Оценить необходимый сдвиг фаз ξ между двумя соседними излучателями линейной антенной решетки для отклонения главного лепестка диаграммы направленности на угол θ_m от нормали. Расстояние между двумя соседними излучателями d, длина волны λ, количество излучателей N, амплитудное распределение равномерное (или косинусоидальное). Определить ширину главного лепестка диаграммы направленности при отклоненном и не отклоненном главном лепестке.
Ответ. Направление излучения линеиной решетки при эквидистантном расположении излучателей определяется уравнением

$$\sin\theta = \frac{l_d}{d}\gamma - p\frac{\lambda}{d}$$

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_11

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Дать общую характеристику свойств феррита, помещенного во внешнее постоянное магнитное поле.

Ответ. что ферриты — это ферримагнитные керамические материалы, содержащие оксид железа. Они притягиваются магнитными полями и могут намагничиваться, превращаясь в постоянные магниты.

В отличие от многих ферромагнитных материалов, большинство ферритов не обладают электропроводностью. Это делает их полезными в таких приложениях, как магнитопроводы трансформаторов для подавления вихревых токов.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции и принцип функционирования двухзеркальных антенн. Их достоинства в сравнении с однозеркальными антеннами. Сущность поляризационного способа устранения теневого эффекта.
Ответ. Назначение двухзеркальных антенн — более точно реализовать необходимые параметры, поскольку можно управлять размерами и формой большего количества элементов (два зеркала, облучатель, расстояние между ними).
Особенности конструкции: двухзеркальная антенна состоит из большого (основного) и малого (дополнительного) зеркала, а также облучателя. Малое зеркало может быть частью двуполостного гиперболоида вращения (система Максутова–Кассегрена), эллипсоида вращения (система Грегори) или плоскости.

Принцип функционирования: в двухзеркальной антенне Максутова-

Кассегрена, если в дальнем фокусе двуполостного гиперболоида вращения поместить точечный источник, то отражённые от второй полости гиперболоида (малого зеркала) лучи образуют расходящийся пучок с центром в ближнем фокусе. Следовательно, большое зеркало облучается точечным источником, как бы помещённым в фокус.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Оценить отклонение главного лепестка диаграммы направленности от нормали в нерезонансной волноводно-щелевой антенне при увеличении частоты генератора на 10 %. Антенна представляет собой прямоугольный волновод с поперечными размерами $a \times b$ мм^2 с продольными щелями расположенными в шахматном порядке на широкой стенке волновода. Расстояние между соседними щелями равно d, а длина волны генератора λ.
Ответ. При покрытии антенной решетки керамическим покрытием толщиной a и b диаграмма направленности изменяется незначительно, но согласование сильно ухудшилось. Для достижения однолепесткового характера диаграммы направленности и обеспечить согласование необходимо изменить размеры элементов антенной решетки. За основу возьмем толщину покрытия 0.5 b. Минимум коэффициента отражения находится на исследуемой частоте и составляет -24 дБ, а полоса пропускания по уровню -15 дБ составила 210 МГц.

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

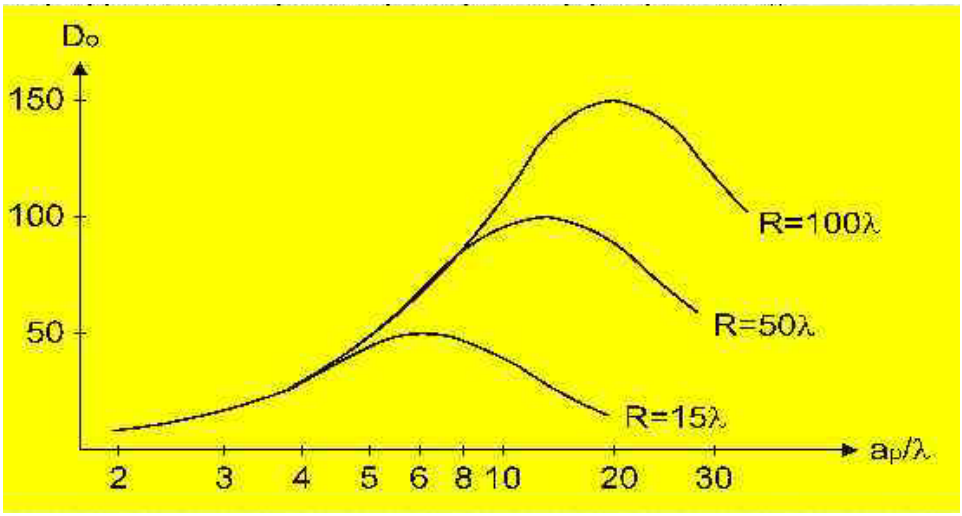
ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_12

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции, принцип функционирования и основные параметры ферритового резонансного вентиля.

Ответ. Назначение ферритового резонансного вентиля — поглощение отражённых волн в линии передачи, улучшение согласования различных элементов цепи.

Особенности конструкции: вентиль состоит из отрезка прямоугольного волновода уменьшенной высоты, внутри которого размещены ферритовые пластины, двух ступенчатых переходов на стандартные волноводы и магнитной системы.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Изобразить график зависимости коэффициента направленного действия секториального рупора от размеров раскрыва при фиксированной длине рупора и пояснить его. Чему равна величина фазовой ошибки на краю раскрыва рупора при максимальном значении коэффициента направленного действия и почему она различна для Н- и Е- секториальных рупоров?

Ответ. 

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Определить коэффициент направленного действия зеркальной антенны с зеркалом в виде параболоида вращения, если известно: диаметр раскрыва зеркальной антенны *D*, длина волны λ, амплитудное распределение, создаваемое облучателем в плоскостях *E* и *H*.

Ответ. $\rho_0 = \frac{2f}{1+\cos\Phi_0}$; $R_0 = \rho_0 \sin\Phi_0 = \frac{2f\cdot\sin\Phi_0}{1+\cos\Phi_0} = 2f\cdot\operatorname{tg}\left(\frac{\Phi_0}{2}\right)$;

$f = \frac{R_0}{2\operatorname{tg}\left(\frac{\Phi_0}{2}\right)}$; $h = \frac{R_0^2}{4f}$

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

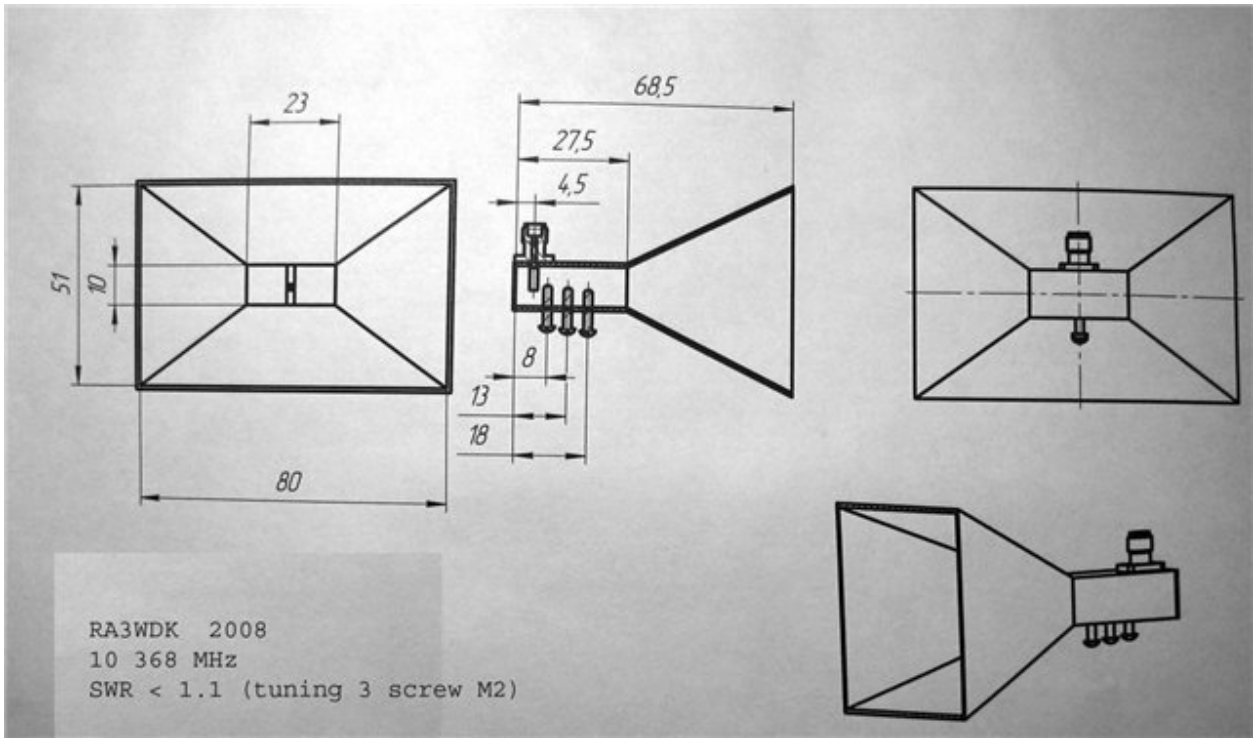
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_13

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции, принцип функционирования и основные параметры вентиля со смещением поля.
Ответ. Назначение вентиля со смещением поля — обеспечение прохождения электромагнитных волн преимущественно в одном направлении. При его включении между генератором и нагрузкой энергия, отражённая от нагрузки, не проходит через вентиль, а поглощается в нём, что обеспечивает независимость режима генератора от величины и характера нагрузки

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
В чем заключается сущность взаимного влияния зеркала и облучателя: теневой эффект облучателя; реакция зеркала на облучатель. Дать характеристику способов устранения теневого эффекта в зеркальных антеннах.
Ответ. Теневой эффект облучателя заключается в том, что облучатель создаёт на экранируемой части раскрыва зеркала поле, противоположное по фазе исходному полю. В результате этого меняется закон АР в раскрыве зеркала и диаграмма направленности антенны. Главный лепесток и чётные боковые лепестки уменьшаются, нечётные — возрастают, КНД антенны в целом уменьшается
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Рассчитать основные конструктивные параметры пирамидального рупора, используемого в качестве облучателя параболической зеркальной антенны, обеспечивающего максимальное значение полного коэффициента использования площади антенны. Известно: радиус раскрыва зеркала ρ_0, фокусное расстояние f, длина волны равна λ. Считать, что искажения фазы в раскрыве рупора менее 45 градусов.
Ответ.



Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_14

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, особенности конструкции, принцип функционирования и основные параметры поглощающего аттенюатора
Ответ.

Назначение поглощающего аттенюатора — выступать развязывающим устройством в измерениях СВЧ.

Особенности конструкции: прибор представлен корпусом с заключёнными внутри микросхемами и конденсаторами. При снижении сигналов разной амплитуды в общую схему включаются регулируемые устройства или дискретные переключатели.

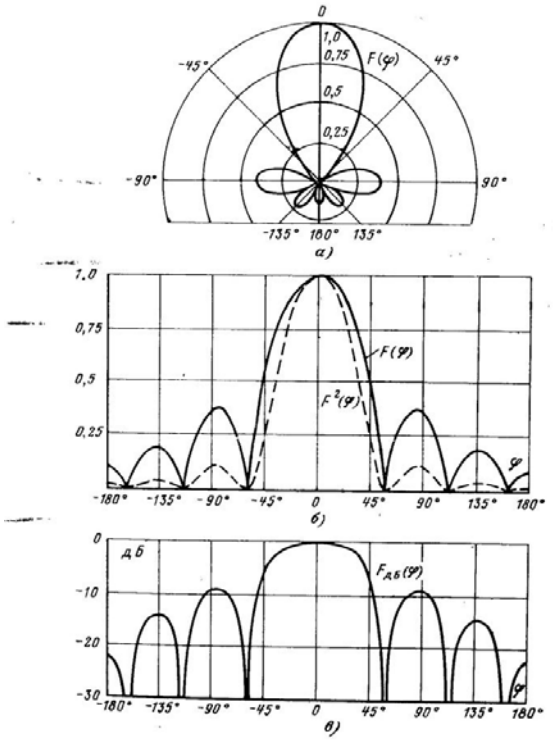
Принцип функционирования: основан на затухании электромагнитных волн при взаимодействии с поглощающими материалами.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить сущность апертурного метода оценки направленных свойств зеркальных антенн. Коэффициент направленного действия параболоида вращения. Пояснить влияние ширины диаграммы направленности облучателя или угла раскрыва зеркала на полный коэффициент использования площади раскрыва зеркальной антенны.
Ответ.
Сущность апертурного метода оценки направленных свойств зеркальных антенн заключается в определении электромагнитного поля излучения по известному распределению возбуждающего поля на поверхности зеркала на основе принципа эквивалентности. При этом в качестве излучающей рассматривается плоская поверхность раскрыва параболоида с синфазным полем и известным законом распределения его амплитуды.
Коэффициент направленного действия (КНД) параболоида вращения показывает, во сколько раз мощность излучения в направлении максимума

излучения больше мощности излучения в том же направлении абсолютно ненаправленной антенны с такой же подводимой к ней мощностью.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:
Качественно построить нормированную диаграмму в логарифмическом масштабе, если известна диаграмма направленности по полю. Оценить уровень боковых лепестков и ширину диаграммы направленности.

Ответ.



Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный технический университет

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Кафедра «Радиотехнические информационные системы»
Дисциплина «Устройства сверхвысокочастотные и антенны»
Семестр 6

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_15

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:
Пояснить назначение, конструкцию, принцип функционирования и основные параметры предельного аттенюатора.

Ответ. Назначение предельного аттенюатора — получение прямоотсчётного ослабления высокочастотных сигналов в коаксиальных трактах. 1
Конструкция предельного аттенюатора включает предельный волновод, который значительно ослабляющий мощность электромагнитных волн, длина волны которых существенно превышает критическую длину волны для данного волновода. 4
Принцип функционирования предельного аттенюатора основан на затухании электромагнитных волн внутри волновода при длине волны больше критической.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» - 0 или 2 балла:
Пояснить сущность способов создания остронаправленных рупорных антенн.
Ответ. Сущность способов создания остронаправленных рупорных антенн заключается в формировании высокой направленности излучения.

На практике используют следующие способы:
Применение устройств, выравнивающих фазу в раскрыве. В качестве таких устройств применяют диэлектрические линзы, которые помещают в раскрыве рупора. В этом случае его длина приблизительно равна фокусному расстоянию линзы. В секториальных рупорах могут использоваться геодезические (металловоздушные) линзы.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Определить коэффициент усиления приемной антенны, если известны: размеры раскрыва L_1xL_2, коэффициент использования площади ν, длина волны λ.

Эффективная поверхность

Мощность, поступающую в нагрузку приемной антенны, можно выразить следующим образом:

$$P_H = ПA_{эф}(\theta, \varphi),$$

Здесь $A_{эф}$ – эффективная поверхность антенны, она связывает эффективную площадь с коэффициентом усиления:

$$A_{эф} = \frac{\lambda^2}{4\pi} G(\theta, \varphi).$$

Коэффициент использования поверхности:

$$КИП = \frac{A_{эф\ max}}{A_{геом}} < 1.$$

Ответ.

Критерии итоговой оценки за зачет:
«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;
«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: к.т.н., доцент каф. РИС _____ В.К. Кемайкин

Заведующий каф. РИС _____ С.Ф. Боев

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет» (ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой Радиотехнические информационные системы
_____ Боев С.Ф.
«__» _____ 20___ г.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
промежуточной аттестации: курсовой проект

«Устройства сверхвысокочастотные и антенны»

Направление подготовки специалистов – 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы.
Направленность (профиль) – Радиоэлектронные системы и комплексы.
Типы задач профессиональной деятельности: проектный, научно-исследовательский.

Разработаны в соответствие с рабочей программой дисциплины, утвержденной проректором по УР Майковой Э.Ю. «21» мая 2020 г.,

Разработчик: к.т.н., доцент, профессор каф. РИС ___ В.К. Кемайкин

Тверь, 20____

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-2.1. Осуществляет поиск и предоставление актуальной информации о состоянии предметной области.

ИОПК-4.3. Использует способы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

ИОПК-2.1.

Знать:

З2.1. современное состояние области устройств СВЧ и антенн;

З2.2. основные принципы проведения экспериментальных исследований устройств СВЧ и антенн и использования основных приемов обработки и представления полученных данных.

Уметь:

У2.1. искать и представлять актуальную информацию о состоянии устройств СВЧ и антенн;

У2.2. выбирать эффективную методику экспериментальных исследований устройств СВЧ и антенн.

ИОПК-4.3.

Знать:

З4.1. Методы построения физических и математических моделей антенн и устройств СВЧ. Методики проведения измерений параметров антенн и устройств СВЧ и приборы, используемые при этом;

З4.2. Методики проведения измерений параметров антенн и устройств СВЧ и приборы, используемые при этом;

З4.3. Методы анализа экспериментальных результатов;

З4.4. Принципы разработки антенн и устройств СВЧ.

Уметь:

У4.1. разрабатывать физические и математические модели антенн и устройств СВЧ с использованием известных методов;

У4.2. использовать математические пакеты прикладных программ общего назначения, используемые при расчёте параметров антенн и устройств СВЧ, и специальные пакеты, предназначенные для анализа и разработки антенн и устройств СВЧ;

У4.3. проводить измерения параметров антенн и устройств СВЧ и обрабатывать получаемые результаты;

У4.4. использовать методы анализа экспериментальных результатов

Таблица Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
-	Введение	Выше базового– 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
1	Обзорная глава	Выше базового–3 Базовый – 2 Ниже базового – 0
2	Электрические и конструктивные расчеты	Выше базового– 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0
3	Электрические расчеты спроектированной антенны (устройства СВЧ)	Выше базового– 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0
4	Описание конструкции спроектированной антенны (устройства СВЧ)	Выше базового– 3 Базовый – 2 Ниже базового – 0
-	Выводы по работе	Выше базового– 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
-	Список использованных источников	Выше базового– 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу (проект):

«отлично» – при сумме баллов от 16 до 18;

«хорошо» – при сумме баллов от 13 до 15;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 10 до 12;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 10, а также при любой другой сумме, если по любому разделу работа имеет 0 баллов.