

ООО «КБ «СИСТЕМА»

КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН ПЭВ-4

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Комплект оборудования для демонстрации свойств электромагнитных волн ПЭВ-4, далее по тексту "комплект", применяется в процессе проведения лабораторных работ и демонстраций по физике учащимися общеобразовательных школ и других аналогичных учебных заведений

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.1 Комплект обеспечивает демонстрацию основных свойств радиоволн в трехсантиметровом диапазоне и их применение для передачи и приема информации.

2.2 В комплекте применены следующие виды модуляции сигнала передатчика:

- импульсная - при изучении свойств электромагнитных волн;
- амплитудная - при передаче речевых сообщений в режиме радиотелефона.

2.3 Электропитание передатчика и приемника осуществляется от сети переменного тока напряжением 42 В частотой 50 Гц.

2.4 Габаритные размеры комплекта в упаковке - 400x400x200 мм.

2.5 Масса комплекта в упаковке - не более 6 кг.

2.6 Комплект обеспечивает проведение следующих основных опытов:

- излучение и прием электромагнитных волн;
- направленное излучение и прием электромагнитных волн;
- прохождение электромагнитных волн через диэлектрики;
- отражение электромагнитных волн от границы раздела разнородных сред;
- отражение электромагнитных волн от границы между диэлектриком и проводником;
- подтверждение закона отражения электромагнитных волн;
- преломление электромагнитных волн;
- фокусирующее действие плосковыпуклой диэлектрической линзы;
- наблюдение стоячих электромагнитных волн в пространстве;
- интерференция электромагнитных волн;
- дифракция электромагнитных волн;
- прохождение электромагнитных волн через прямоугольную и треугольную призму;
- наблюдение поляризации электромагнитных волн;
- принцип радиотелефона, радиотелеграфа и радиолокации.

3. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

3.1. Комплект поставки оборудования приведен в табл. 1.

		Таблица 1
№№	Наименование	Кол -во, шт
1	Передатчик в составе:	
	- блок управления; - антенна рупорная	1 1
2	Приемник в составе:	
	- блок усилителя сигнала и индикации; - антенна рупорная	1 1
3	Принадлежности в составе:	
	- антенна дипольная	1
	- зеркало металлическое большое;	2
	- зеркало металлическое малое;	1
	- диск металлический;	1
	- решетка поляризационная;	2
	- призма прямоугольная из парафина;	1
	- призма треугольная из парафина ;	1
	- линза фокусирующая из парафина ;	1
	- лист из диэлектрика;	1
	- стержень в сборе;	8
	- подставка в сборе:	
	- двухопорная (для рупорных антенн);	2
	- одноопорная (для зеркал, решеток и призм)	3

4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Комплект состоит из передатчика с излучателем, содержащим генератор сверхвысокой частоты (СВЧ) и приемника, в котором гармонические колебания генератора изменяют (модулируют) в такт с колебаниями звуковой частоты. Принятый сигнал подается на линейку светодиодов или на громкоговоритель. Электромагнитные волны излучаются рупорной антенной в направлении оси рупора. Приемная антенна в виде такого же рупора улавливает волны, которые распространяются вдоль его оси.

Принадлежности предназначены для отражения или структурирования волн.

4.1. Передатчик изображен на рис.1 и состоит из:

- волновода, выполненного из трубки прямоугольного сечения;
- СВЧ-генератора, расположенного внутри волновода;
- рупорной антенны;
- шарнирного соединения, для конструктивной защиты СВЧ-генератора и обеспечения поворота и фиксации рупорной антенны;
- кабеля с разъемом для соединения передатчика с блоком управления.

ВНИМАНИЕ ! Запрещается нарушать целостность шарнирного соединения, т.к. может измениться настройка прибора.

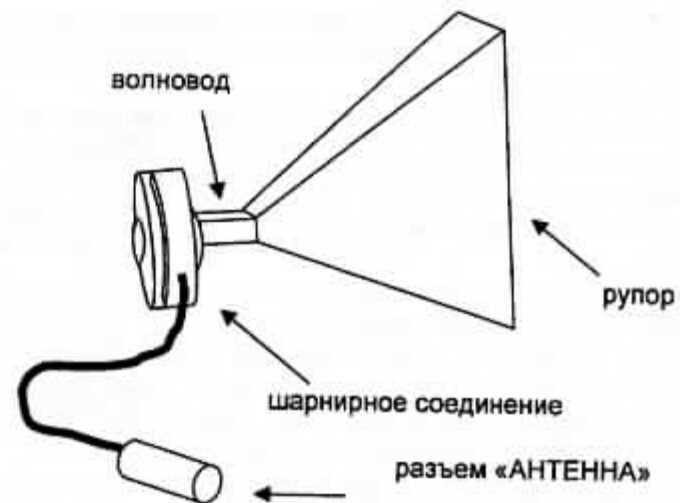


Рис.1 Антенна с излучателем



Рис.2 Блок управления передатчика

4.2. Приемник изделия (рис. 3) конструктивно аналогичен передатчику. Он выполнен на детекторном СВЧ-диоде. Приемник соединен с блоком усилителя кабелем.

4.3.1 Блок передатчика (рис.2) с элементами управления диодом Ганна выполнен в металлическом корпусе, на лицевой панели которого расположены разъемы для подключения передатчика с рупорной антенной и микрофона, кабель питания с вилкой для подключения к сети переменного тока 42 В 50 Гц, тумблер «Модуляции» и гнезда «Вход» для подключения внешнего сигнала.

4.3.2 Блок усилителя сигнала приемника (рис.4) выполнен в аналогичном корпусе, на лицевой панели которого расположен разъем для подключения рупорной антенны приемника или дипольной антенны и регулятора «Усиление». Весь принятый сигнал или его часть поступает на вход усилителя. Сигнал с выхода усилителя может быть подан на внешнее устройство – громкоговоритель или осциллограф.

В приемнике имеется индикатор уровня принятого сигнала, выполненный в виде линейки из светоизлучающих диодов, расположенной на задней панели блока приемника.

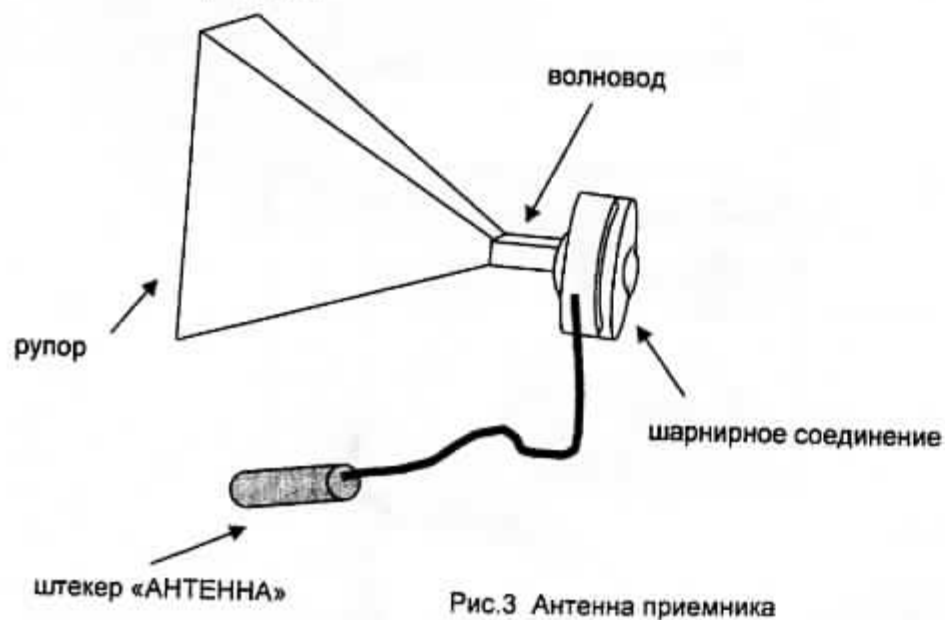


Рис.3 Антенна приемника

4.3.3. На рис. 5-15 изображены основные принадлежности комплекта: дипольная антенна, зеркала металлические – отражатели, лист из диэлектрика – «прозрачный» для сигнала, призмы и линза парафиновые для преломления сигнала, поляризационные решетки и монтажные приспособления.



Рис.4 Блок усилителя и индикации приемника

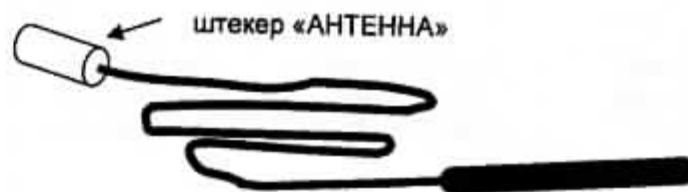


Рис.5 Дипольная антенна



Рис.6 Зеркало большое металлическое



Рис.7 Зеркало малое металлическое



Рис.8 Диск металлический



Рис.9 Лист из диэлектрика



Рис.10 Решетки поляризационные

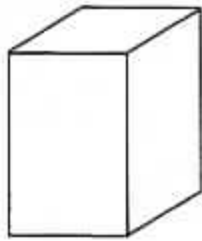


Рис.11 Призма прямоугольная парафиновая

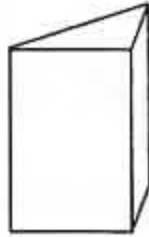


Рис.12 Призма треугольная парафиновая

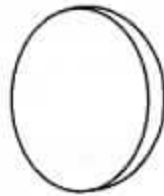


Рис.13 Линза фокусирующая парафиновая



Рис.14 Стержни в сборе

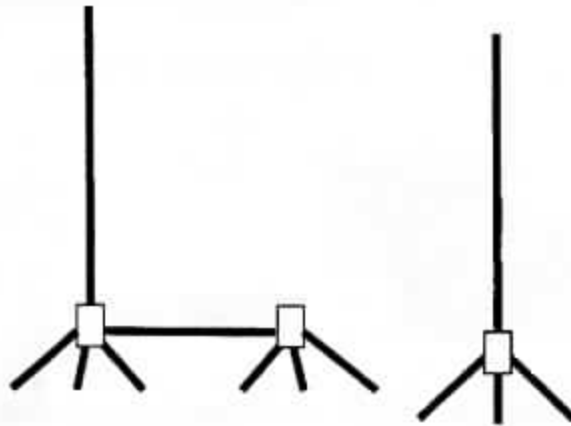


Рис.15 Подставки в сборе

5. ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К РАБОТЕ

5.1.1 Расположите передатчик и приемник в соответствии с рисунком 16.
5.1.2 Соедините антенну передатчика с блоком управления передатчика через гнездо «Антенна».

5.1.3 Соедините антенну приемника с блоком усилителя и индикации приемника через гнездо «Антенна».

5.1.4. Подключите внешнее устройство индикации (осциллограф или внешний усилитель) к гнездам «Выход» блока усиления и индикации приемника.

5.1.5 Передатчик и приемник с помощью специальных вилок соедините с сетью 42 В, 50 Гц.

5.1.6 Включите тумблеры «Сеть» на блоках передатчика и приемника.

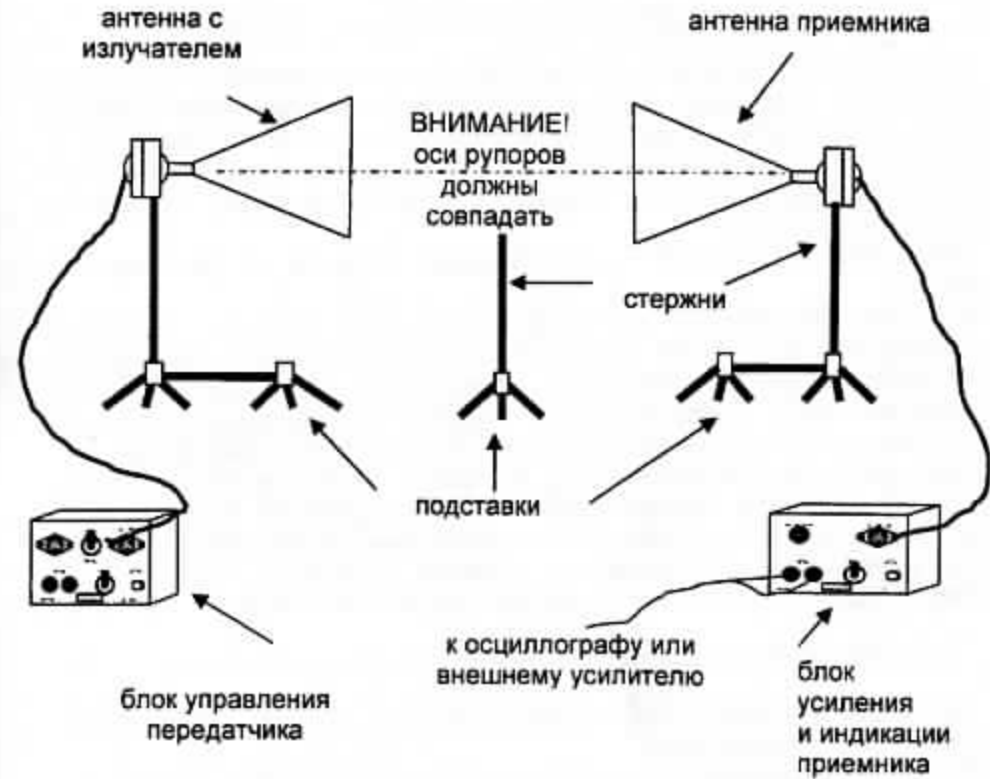


Рис.16 ПЭВ в сборе

5.2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ОПЫТОВ

5.2.1 Излучение и прием электромагнитной энергии

Антенны передатчика и приемника разверните так, чтобы их расширенные стороны были направлены навстречу друг другу, а оси совпадали. На лицевой панели блока управления передатчика тумблер «МОДУЛЯЦИЯ» переведите в положение "ВНУТР.". К гнезду «ВЫХОД» блока управления приемника подключите внешний усилитель или осциллограф.

Убедитесь, что сигналы передаются по радиоканалу. Для этого закройте антенны передатчика или приемника зеркалом металлическим большим и убедитесь, что связь между передатчиком и приемником прекращается.

5.2.2 Направленное излучение и прием рупорных антенн

Приемник с рупорной антенной подключите к осциллографу. Включите осциллограф, подберите усиление и добейтесь синхронизации принятого сигнала с разверткой. Разверните поочередно антенны передатчика и приемника в горизонтальной плоскости и убедитесь, что максимальный уровень выходного сигнала приемника наблюдается в момент совпадения осей рупорных антенн.

Повторите наблюдение, разворачивая антенны в вертикальной плоскости.

Комплект позволяет с достаточной точностью снять и построить диаграмму направленности, которая в нашем случае может представлять собой изображенную в полярной системе координат зависимость выходного сигнала приемника от угла отклонения приемной или передающей антенны от положения, которому соответствует максимальный принятый сигнал.

При отсутствии осциллографа возможно подключение к выходу приемника усилителя с динамическим громкоговорителем на выходе. В этом случае признаком хорошей связи будет высокий уровень сигнала на входе усилителя и, следовательно, высокая громкость. Этот вариант наиболее удобен при проведении демонстрационных опытов.

5.2.3 Прохождение электромагнитных волн через диэлектрики

Расположите составные части изделия как на рис.16 Включите приборы и добейтесь устойчивой связи.

На пути распространения электромагнитных волн разместите зеркало большое. Убедитесь, что при этом передача информации прекращается из-за экранирующего действия листа проводящего материала.

Сдвигая в сторону зеркало, покажите, что при некотором его положении связь восстанавливается, несмотря на частичное экранирование. Замените зеркало большое на лист из диэлектрика. Убедитесь, что при любом его положении в пространстве между антеннами связь сохраняется неизменной.

На выход приемника с рупорной антенной включите осциллограф и повторите демонстрацию, количественно оценивая уровень связи и влияние различных сред на условия распространения радиоволн.

5.2.4 Отражение электромагнитных волн

Расположите приемник, передатчик и зеркало большое металлическое так, как показано на рис. 17 Подайте питание и включите приемник и передатчик. Подключите осциллограф к гнездам «ВЫХОД» приемника. Убедитесь с помощью осциллографа, что уровень приема ненамного уступает максимальному. Покажите, что углы α и β одинаковы. Замените зеркало большое на лист из диэлектрика. Убедитесь, что и в этом случае наблюдается незначительное отражение электромагнитной энергии - уровень принятого сигнала ниже.

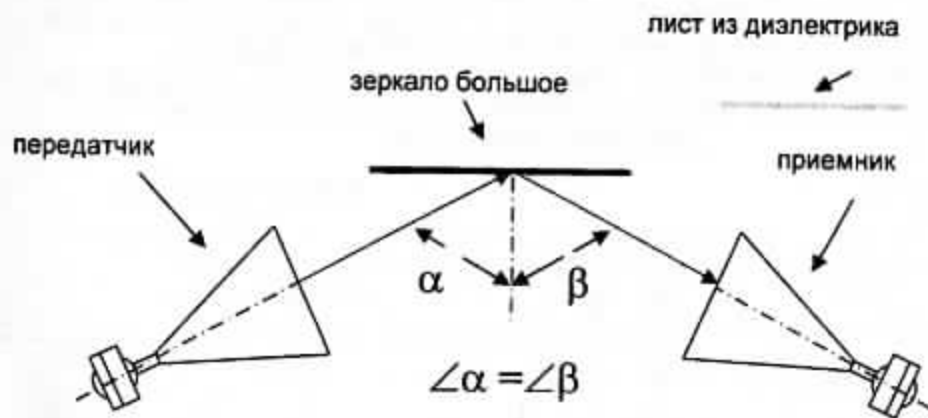


Рис. 17 Пример расположения передатчика, приемника и зеркала большого металлического при демонстрации отражения электромагнитных волн

5.2.5 Преломление электромагнитных волн

Расположите приемник, передатчик и призму прямоугольную из парафина так, как показано на рис.18. Подайте питание и включите приемник и передатчик. Добейтесь устойчивой связи. Покажите, что за счет преломления электромагнитных волн заметно уменьшается сигнал на выходе приемника.

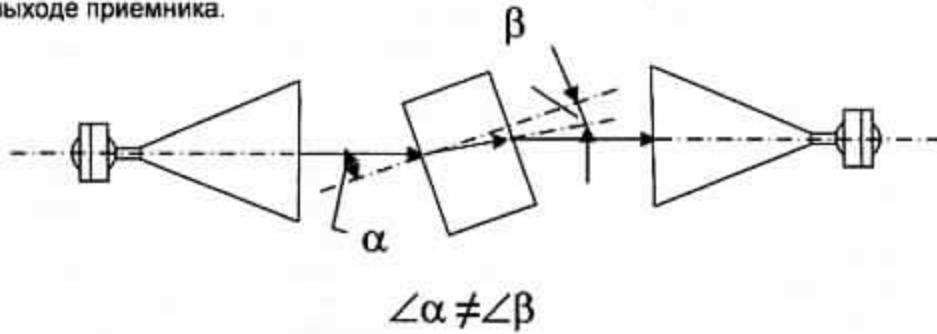


Рис. 18 Пример расположения передатчика, приемника и призмы прямоугольной из парафина при демонстрации преломления электромагнитных волн

5.2.6 Фокусирование электромагнитной волны

Расположите приемник, линзу фокусирующую из парафина и дипольную антенну так, как показано на рис.19. К выходу приемника подключите осциллограф. Подайте питание и включите приемник и передатчик.

Добейтесь максимального значения принятого сигнала перемещением линзы. Объясняется это явление фокусирующим действием линзы.

линза фокусирующая из парафина

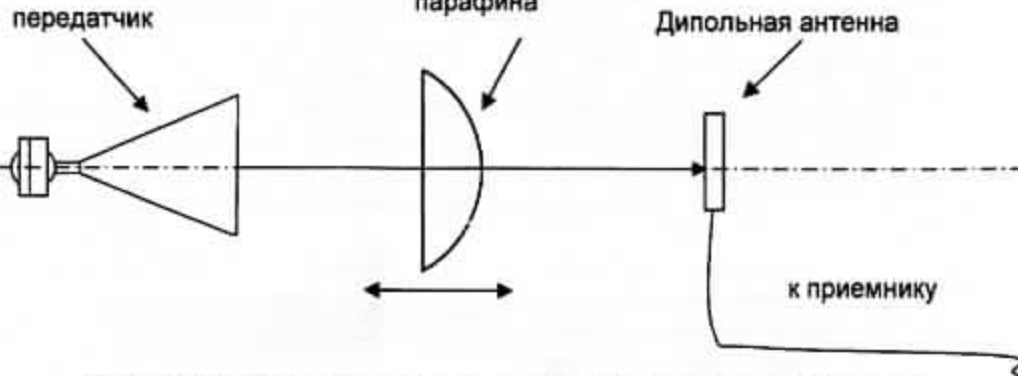


Рис. 19 Пример расположения передатчика, дипольной антенны и плосковыпуклой линзы из парафина при демонстрации фокусирования электромагнитной волны.

5.2.7 Отклонение электромагнитной волны

Добавьте в предыдущий опыт треугольную призму из парафина, расположив ее между линзой и приемником с дипольной антенной. Убедитесь в прекращении приема. Переместите дипольную антенну до восстановления приема. Поясняют это явление отклонением электромагнитной волны при прохождении сквозь треугольную диэлектрическую структуру.

5.2.8 Интерференция электромагнитных волн (схема Ллойда)

Расположите передатчик и приемник в соответствии с рис.20 (вид сверху). Добейтесь устойчивого и максимального приема по сигналу на экране осциллографа. Перемещая большое зеркало 1 в направлении стрелки, убедитесь в периодическом увеличении и уменьшении принятого сигнала. Объясняют это явление интерференции - сложением электромагнитных волн, поступающих в приемную антенну двумя путями: прямым коротким а и более длинным б.

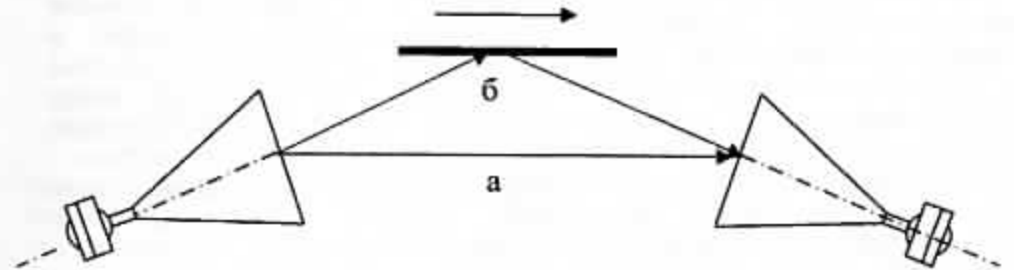


Рис. 20 Пример расположения передатчика, приемника и зеркала большого металлического при демонстрации интерференции электромагнитных волн по схеме Ллойда.

Интерференция электромагнитных волн (схема Френеля)

Расположите передатчик, приемник и два больших зеркала 1 и 2 как на рис.21. Зеркала должны продолжаться одно другое. Добейтесь уверенного приема. Поворачивайте зеркало 2 в положение, обозначенное пунктиром.

Перемещая приемник по дуге радиуса R и сохраняя направление оси рупорной антенны приемника в точку А, покажите, что положения устойчивого приема чередуются с положениями значительного ослабления приема - так проявляет себя явление интерференции.

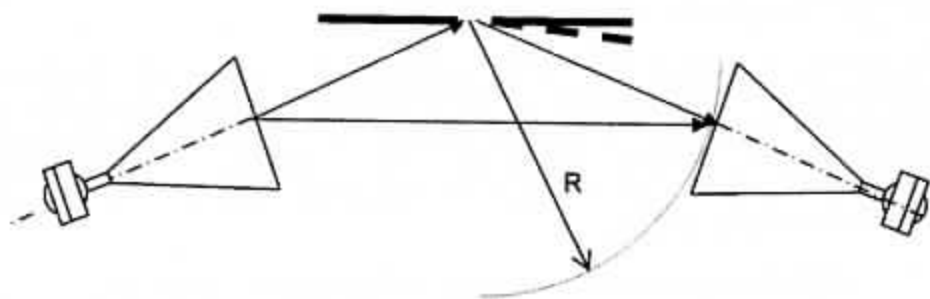


Рис. 21 Пример расположения передатчика, приемника и зеркала большого металлического при демонстрации интерференции электромагнитных волн по схеме Френеля

5.2.9 Стоячие электромагнитные волны

Перед передатчиком на расстоянии 1-1,5 м устанавливают большое зеркало (рис.22). Приемник с дипольной антенной перемещают в пространстве между ними, отмечая положения максимального (пучность) и минимального (узел) приема. Показывают, что расстояние между ближайшими узлом и пучностью составляет 7,5 мм, что соответствует четверти длины волны 3 см. Расстояние между ближайшими пучностями - соответственно 15 мм, т.е. половина длины волны. Вычертив график распределения уровня принимаемого сигнала, объясняют, что наблюдаемая картина представляет собой стоячую волну, полученную в результате сложения прямой волны от передатчика и отраженной волны от зеркала.

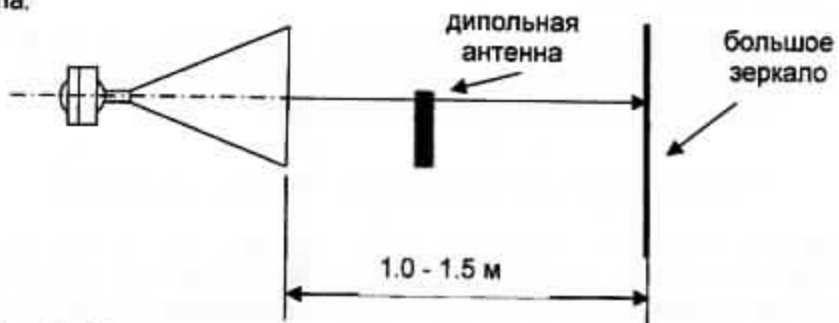


Рис. 22 Пример расположения передатчика, антенны дипольной и зеркала большого металлического при демонстрации стоячих электромагнитных волн

5.2.10 Поляризация электромагнитных волн

Между передатчиком и приемником расположите поляризационные решетки (рис.23) таким образом, чтобы проводники, составляющие их, были параллельны длинной стороне волноводов. При этом связь максимальная и наличие решеток мало влияет на ее уровень. Поворачивая одну из решеток вокруг оси А-А, наблюдают уменьшение связи. При положении, когда их проводники становятся взаимно перпендикулярными, связь прерывается.

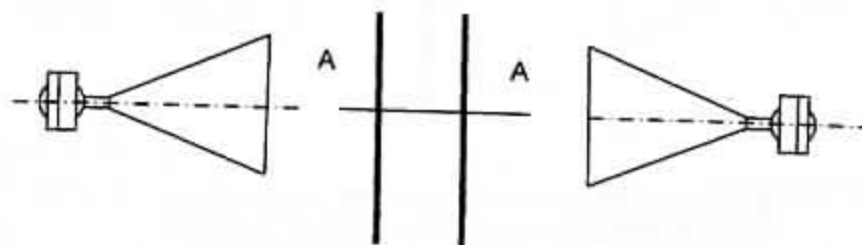


Рис. 23 Пример расположения передатчика, приемника и поляризационных решеток при демонстрации поляризации электромагнитных волн

Убрав одну из решеток, покажите, что и в этом случае уровень связи определяется углом между проводниками решетки и длинной стороной волновода. Это явление объясняется тем, что электромагнитная волна поляризована, т.е. положение векторов напряженности электрического и магнитного полей в ней строго определены, а взаимодействие между этими векторами и проводниками решетки.

Убедиться в поляризованности электромагнитной волны можно и другим способом: вращением вокруг оси одной из рупорных антенн. При этом связь будет максимальной, когда длинные стороны волновода параллельны, и минимальной, когда они взаимно перпендикулярны.

5.2.11 Дифракция электромагнитных волн

Между передатчиком и приемником, расположенными на расстоянии 1 м друг от друга, установите большое зеркало (рис.24) и наблюдайте прекращение приема. Перемещая приемник вокруг зеркала, покажите, что тень (низкий уровень связи) по размерам несколько меньше тени от зеркала, что объясняется явлением огибания препятствия

электромагнитной волной. Особенно хорошо это явление наблюдается при использовании малого зеркала.

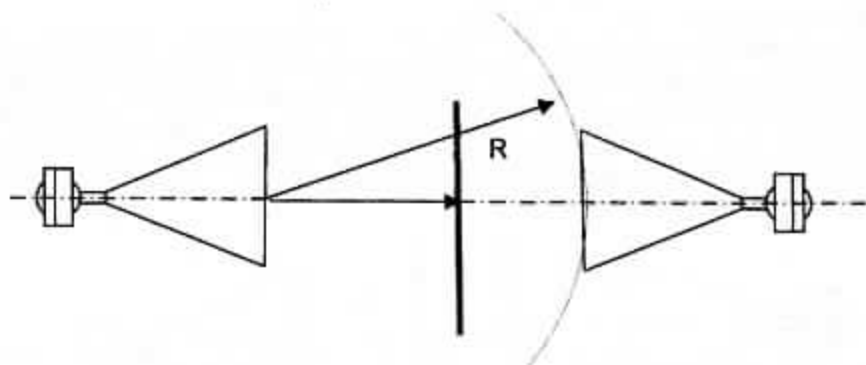


Рис. 24 Пример расположения передатчика, приемника и большого зеркала при демонстрации дифракции электромагнитных волн

Антенны передатчика и приемника устанавливают на расстоянии 60-80 см (рис.25) и между ними располагают два зеркала, между которыми образована щель шириной 3 см (длина волны). Перемещая приемник вокруг щели, наблюдают постепенное уменьшение сигнала, что свидетельствует о дифракции электромагнитных волн на щели.

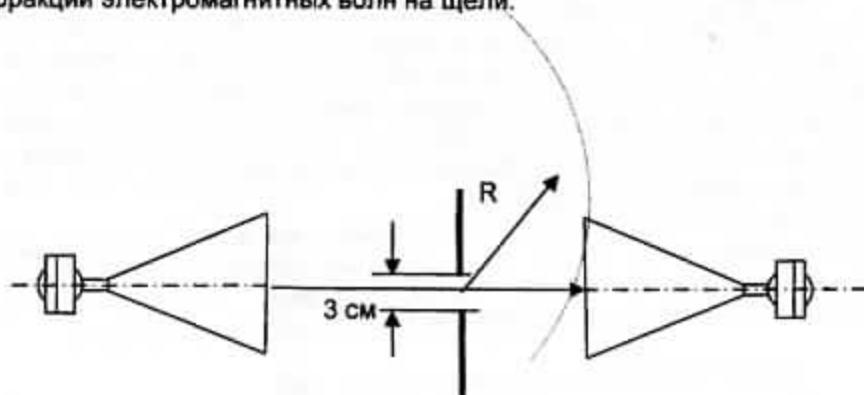


Рис. 25 Пример расположения передатчика, приемника и двух больших зеркал при демонстрации дифракции электромагнитных волн на щели

5.2.12 Дифракция электромагнитных волн на двух щелях

В постановке предыдущего опыта раздвигают зеркала и в образовавшийся просвет добавляют малое зеркало 3, получив две щели шириной по 3 см каждая (рис.26).

Поворачивая приемник вокруг малого зеркала, показывают, что максимальный прием наблюдается в трех положениях - среднем и двух боковых, что соответствует трехлепестковой диаграмме направленности двух излучающих щелей.

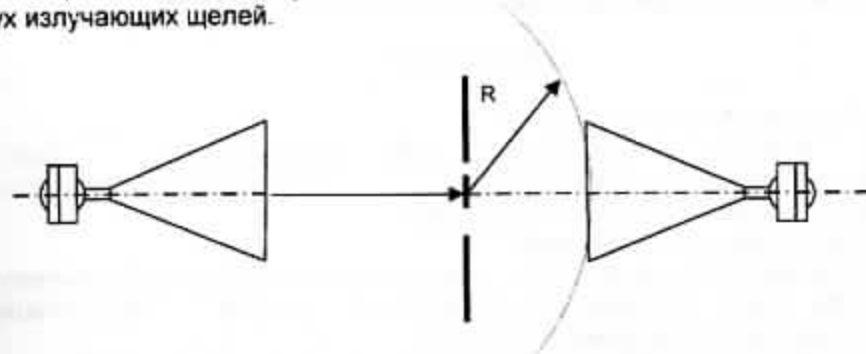


Рис. 26 Пример расположения передатчика, приемника, двух больших и одного малого зеркал при демонстрации дифракции электромагнитных волн на двух щелях

5.2.13 Принцип действия радиотелефона

Антенны передатчика и приемника разместите на расстоянии 6 - 8 м и установите связь. Тумблер «МОДУЛЯЦИЯ» переводят в положение "ВНЕШН".

К разъему "МИКРОФОН" подключите микрофон. К выходу приемника подключите громкоговоритель. Покажите, что речевое сообщение, поступившее на вход микрофона, воспроизводится громкоговорителем.

6. УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Изделие в отношении поражения электрическим током неопасно, так как питающее напряжение составляет 42 В.

6.2. Необходимо следить, чтобы изделие включалось только в сеть напряжением 42 В, причем это напряжение должно быть получено с помощью трансформатора, вторичная низковольтная обмотка которого надежно изолирована от высоковольтной первичной обмотки.

6.3. Не допускается замена сетевой вилки изделия, предназначенной только для включения в сеть напряжением 42 В, на обычную сетевую вилку во избежание ошибочного включения в сеть напряжением 220 В.

6.4. Все виды ремонтных работ в комплекте должны выполняться квалифицированными специалистами.

7. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

7.1 Хранить комплект следует в помещениях, в атмосфере которых отсутствуют пары кислот и щелочей, при температуре от 5 °С до 40 °С и относительной влажности не более 80 % при температуре 25 °С на расстоянии не ближе одного метра от отопительных приборов.

ПАСПОРТ

8.1. Свидетельство о приемке.

8.1.1. Комплект оборудования для демонстрации свойств электромагнитных волн ПЭВ-4 зав. № _____ соответствует техническим условиям и признан годным к эксплуатации.

8.2. Гарантийные обязательства.

8.2.1. Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие выпускаемого комплекта всем требованиям технических условий эксплуатации, транспортирования и хранения в течение:

- гарантийного срока хранения - 12 месяцев с момента приемки ОТК, в том числе в заводской упаковке;
- гарантийного срока эксплуатации - 24 месяцев с момента ввода изделия в эксплуатацию.

8.3. Сведения о рекламациях.

8.3.1. В случае обнаружения неисправностей комплекта в течение срока действия гарантийных обязательств, а также обнаружении некомплектности при первичной приемке изделия, потребитель должен выслать предприятию-изготовителю письменное извещение по адресу:

197136, Санкт-Петербург, ул. Вс. Вишневого, дом 12,
телефон (812) 238 6461; E-mail: info@kbsystem.org; www.kbsystem.org
с приложением настоящего паспорта.

Дата выпуска _____

М.П.

Представитель ОТК _____

