

Министерство образования Республики Беларусь

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

Кафедра метрологии и стандартизации

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе РЗ.Б

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ

СИСТЕМА СВЧ ДИАПАЗОНА

для студентов радиотехнических специальностей

Минск 1994

Министерство образования Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра метрологии и стандартизации

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторной работе РЗ.Б
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
СВЧ ДИАПАЗОНА
для студентов
радиотехнических специальностей

Минск 1994

УДК 621.317

Методические указания к лабораторной работе РЗ.Б "Автоматизированная измерительная установка СВЧ диапазона" для студентов радиотехнических специальностей
Сост. А.В.Гусинский, В.Т.Ревин. - Мн.: БГУИР. - 39 с.

В методических указаниях к лабораторной работе РЗ.Б "Автоматизированная измерительная установка СВЧ диапазона" рассмотрены основные принципы построения измерительных установок и систем с использованием персональных компьютеров, а также принцип действия векторного анализатора цепей СВЧ диапазона. Приведены цель работы, краткие сведения из теории, описание лабораторного прибора, домашнее и лабораторное задание и рекомендации по их выполнению, указания по оформлению отчета, контрольные вопросы, список рекомендуемой литературы.

Ил. 8, табл. 6, список лит. - 5 назв.

Составители: А.В.Гусинский
В.Т.Ревин

© Составление А.В.Гусинский,
В.Т.Ревин, 1994

1. Цель работы

1.1. Изучение структурной схемы и принципа действия измерительной системы на базе персонального компьютера.

1.2. Изучение диалоговой структуры программного обеспечения измерительной системы.

1.3. Проведение измерений и протоколирование результатов, полученных с помощью измерительной системы.

1.4. Оценка точности полученных результатов измерений.

2. Краткие сведения из теории

Для передачи высокочастотной энергии электромагнитной волны на небольшие расстояния применяются тракты с распределенными постоянными (коаксиальные и волноводные линии передачи). Для характеристики качества согласования сопротивлений в них пользуются коэффициентом отражения и коэффициентом стоячей волны.

Под коэффициентом отражения понимается отношение комплексных амплитуд отраженной волны $E_{отр}$ и падающей волны $E_{пад}$:

$$\Gamma = \frac{E_{отр}}{E_{пад}} e^{j\varphi}$$

где φ - разность фаз между $E_{отр}$ и $E_{пад}$.

Коэффициент стоячей волны (КСВ) определяется отношением максимального значения напряжения (или тока) к минимальному значению напряжения (или тока) установившейся вдоль однородной линии стоячей волны:

$$K_{ст} = \frac{U_{max}}{U_{min}} = \frac{I_{max}}{I_{min}}$$

Коэффициенты отражения Γ и стоячей волны $K_{ст}$ связаны между собой следующими соотношениями:

$$|\Gamma| = \frac{K_{\text{сгу}} - 1}{K_{\text{сгу}} + 1}; \quad K_{\text{сгу}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|},$$

где $|\Gamma|$ - модуль коэффициента отражения.

Пределами изменения $|\Gamma|$ являются 0 и 1, а пределами изменения $K_{\text{сгу}}$ - 1 и ∞ . Полному отражению от нагрузки соответствует бесконечно большой КСВ, режим согласования линии с нагрузкой характеризуется КСВ, равным 1.

Действие четырехполосников (отрезки линий передачи, соединители, переходы, аттенюаторы, элементы связи, ферритовые приборы и другие узлы), применяемых на СВЧ, может быть описано с помощью матриц, устанавливающих связь между входными и выходными параметрами. На рис. 1 представлена схема четырехполосника с характеризующими его параметрами. Коэффициенты передачи четырехполосника соответственно в прямом и обратном направлениях при отсутствии отражений в тракте выражаются, как

$$S_{21} = \left. \frac{U_2}{U_1} \right|_{U_3=0} = |S_{21}| e^{j\varphi_{21}};$$

$$S_{12} = \left. \frac{U_1}{U_2} \right|_{U_3=0} = |S_{12}| e^{j\varphi_{12}}.$$

Коэффициенты отражения четырехполосников со стороны входов и выходов будут соответственно равны

$$S_{11} = \left. \frac{U_1}{U_3} \right|_{U_2=0} = |S_{11}| e^{j\varphi_{11}};$$

$$S_{22} = \left. \frac{U_2}{U_3} \right|_{U_1=0} = |S_{22}| e^{j\varphi_{22}}.$$

Коэффициенты $S_{11}, S_{22}, S_{21}, S_{12}$ называются S-параметрами; φ_{21} и φ_{12} - фазовыми сдвигами, вносимыми четырехполосниками в прямом и обратном направлениях, φ_{11} и φ_{22} - фазовые сдвиги коэффициентов отражения входов и выходов соответственно.



Рис. 1

Для измерения параметров трактов с распределенными постоянными применяются измерительные линии (для измерения стоячих волн в линиях передачи), измерители полных сопротивлений (для измерения модуля и фазы коэффициента отражения), измерители коэффициента стоячей волны или модуля коэффициента отражения, измерители комплексных коэффициентов передачи (для измерения модуля и фазы коэффициента передачи четырехполосников), измерительные установки и измерительные системы.

Измерительная система (ИС) - совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи, предназначена для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и использования в различных системах управления [4]. ИС являются одной из наиболее распространенных разновидностей информационно-измерительных систем (ИИС).

Под ИИС понимается совокупность функционально объединенных измерительных, вычислительных и других вспомогательных технических средств для получения измерительной информации, ее преобразования и обработки с целью представления в удобном потребителю виде либо автоматического осуществления логических функций контроля, диагностики, идентификации [3] (рис. 2).

Основу любой ИИС образует измерительно-вычислительный комплекс (ИВК). ИВК является автоматизированным средством измерений (СИ), имеющим в своем составе процессор с необходимыми периферийными устройствами, измерительные и вспомогательные устройства, управляемые от процессора, и программное обеспечение комплекса. Номенклатура этих компонентов определяет конкретную

область применения ИВК. Однако независимо от области применения ИВК должны выполнять функции измерений электрических величин, управления процессом измерений и воздействия на объект измерений, а также представления оператору результатов измерений в заданной форме. Для выполнения этих функций ИВК должны обеспечивать восприятие, преобразование и обработку сигналов от первичных измерительных преобразователей (ИП), управление СИ и другими компонентами, входящими в состав ИВК, выработку нормированных сигналов для средств воздействия на объект измерений и, наконец, оценку точности измерений и представление результатов измерений в формах, установленных МИ 1317-86.

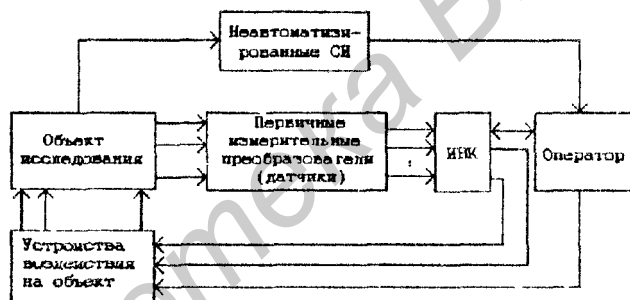


Рис. 2

Существующие виды ИВК принято классифицировать прежде всего по назначению. В соответствии с ГОСТ 26.203-81 они подразделяются на типовые, проблемные и специализированные. Типовые ИВК предназначены для решения широкого круга типовых задач автоматизации измерений, испытаний или исследований, независимо от конкретной области применения. Проблемные ИВК, наоборот, служат для решения широко распространенной, но специфической для конкретной области применения задачи автоматизации измерений, испытаний или исследований. С помощью специализированных ИВК решаются уникальные задачи автоматизации измерений, испытаний или исследований.

В состав любого ИВК входят технические и программные компоненты. Технические компоненты подразделяются на основные и вспомогательные, а программные компоненты, образующие в совокупности математическое обеспечение ИВК, включают системное программное обеспечение и общее прикладное программное обеспечение. К основным техническим компонентам относятся измерительные компоненты, средства вычислительной техники, меры текущего времени и интервалов времени, а также средства ввода-вывода цифровых и релейных сигналов. Вспомогательными техническими компонентами являются средства обеспечения совместной работы основных технических компонентов, непосредственно не участвующие в процессе измерений: блоки электрического сопряжения измерительных компонентов между собой и измерительных компонентов с вычислительными (блоки интерфейсного сопряжения, адаптеры), коммутационные устройства и др.

Для современных ИВК характерен очень широкий диапазон технических требований. В одних случаях достаточно система с несколькими каналами преобразования и обработки измерительной информации (измерительными каналами) и частотой их опроса не более 1 кГц. В других случаях требуются уже тысячи измерительных каналов, а частота опроса может достигать 10 МГц. Довольно часто приходится также сталкиваться с необходимостью проведения измерений на объектах, рассредоточенных в пространстве. Это приводит к необходимости проектирования одноуровневых и многоуровневых ИВК. В одноуровневых ИВК вся измерительная периферия соединена непосредственно с интерфейсом используемой ЭВМ. Для многоуровневых ИВК характерна иерархическая структура, в которой вычислительная мощность распределяется между различными уровнями.

Типичным примером ИС является прибор МС1-9225, представляющий собой сопряженный с ЭВМ измеритель комплексных коэффициентов передачи. По аналогии с зарубежными приборами их принято называть векторными

анализаторами цепей. Обобщенная структурная схема такого анализатора приведена на рис. 3.

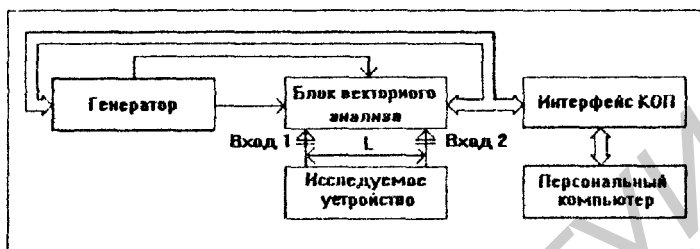


Рис. 3

Как видно из рис.3, в состав ИС МС1-9225 входят:

генератор качающейся частоты, обеспечивающий формирование СВЧ измерительного сигнала и качание его частоты в заданном частотном диапазоне;

блок векторного анализа, обеспечивающий распространение СВЧ измерительного сигнала через исследуемое устройство в прямом и обратном направлениях, выделение сигналов измерительной информации об отраженной и прошедшей через него волн и ее аналого-цифровое преобразование;

персональный компьютер с интерфейсом канала общего пользования (КОП), обеспечивающий считывание цифровой измерительной информации, ее обработку и представление на экране дисплея в виде амплитудно- и фазочастотных характеристик измеряемых параметров в декартовых или полярных координатах (диаграмма Вольперта-Смита), а также управление работой генератора качающейся частоты и блока векторного анализа по КОП. Предусматривается вывод измерительной информации в виде графиков или таблиц на печатающее устройство (принтер).

Более подробная информация об устройстве и принципе действия ИС МС1-9225 приводится в прил.1 настоящих методических указаний.

Информационно-измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы более подробно рассматриваются в /1, 5-7/.

3. Приборы, используемые для выполнения работы

3.1. Измерительная система MC1-9225.

3.1.1. Блок векторного анализа MC1-9225.

3.1.2. Блок генератора качающейся частоты Я2Р-74.

3.1.3. Персональный компьютер ЕС-1841 или IBM PC/AT.

3.2. Комплект объектов измерения.

4. Описание объектов измерения

Объекты измерений представляют собой набор коаксиальных двухполосников и четырехполосников.

Двухполосники выполнены в виде нагрузок с входным разъемом штекерного типа сечением 7/3 мм. Четырехполосники выполнены на основе безындуктивных, резистивных аттенюаторов с двумя разъемами (штекер/гнездо) сечением 7/3 мм.

На боковой стенке каждого двухполосника и четырехполосника нанесено цифровое обозначение номера объекта измерения (от 1 до 4 для двухполосников и от 5 до 8 для четырехполосников).

5. Подготовка к выполнению работы

5.1. По рекомендуемой литературе детально изучить принцип действия измерительных систем, основные режимы их работы и методики измерения с их помощью параметров исследуемых объектов.

5.2. По прил. 1 и 2 настоящих методических указаний изучить устройство и принцип действия измерительной системы MC1-9225 и генератора качающейся частоты Я2Р-74, применяемых при выполнении лабораторной работы.

5.3. Изучить методику проведения измерений S-параметров исследуемых устройств с помощью измерительной системы MC1-9225 и оценки погрешностей полученных результатов.

5.4. Сделать заготовку отчета по лабораторной работе (один на бригаду) в соответствии с требованиями раздела 8 настоящих методических указаний и объемом лабораторного задания.

5.5. Ответить на контрольные вопросы.

6. Задание к лабораторной работе

6.1. Произвести калибровку ИС.

6.2. Измерить параметры двухполосников.

6.3. Произвести наблюдение параметров двухполосников в режиме настройки.

6.4. Измерить параметры четырехполосников.

7. Порядок выполнения работы

7.1. Выполните измерения в соответствии с п. 6.1 задания к лабораторной работе.

7.1.1. Подготовьте к работе ИС в соответствии с п.4 прил. 1 настоящих методических указаний.

ПРИМЕЧАНИЕ. Выполнение всех указаний программы следует подтверждать нажатием клавиши "ВВОД", убедившись, что ваши действия выполнены правильно.

7.1.2. Руководствуясь пп. 4 и 5 прил. 2 настоящих методических указаний или соответствующими комментариями программы, подготовьте к работе генератор качающейся частоты. Установите в соответствии с вариантом начальную F_1 и конечную F_2 частоты диапазона качания генератора Я2Р-74 (табл.1).

7.1.3. Введите установленные на генераторе Я2Р-74 значения начальной F_1 и конечной F_2 частот в ПЭВМ, руководствуясь указаниями программы.

7.1.4. Задайте уровень мощности измерительного сигнала, выбрав из меню пункт "Средняя мощность".

Таблица 1

Частота	N бригады, вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F ₁ , МГц	10	100	200	300	400	500	600	700	800	900
F ₂ , ГГц	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

7.1.5. Произведите калибровку ИС, используя в качестве калибровочных мер короткозамкатель, согласованные нагрузки, режим холостого хода и прямое соединение подключающих кабелей между собой.

7.2. Выполните измерение параметров двухполосников в соответствии с п. 6.2 лабораторного задания.

7.2.1. Установите режим "ИЗМЕРЕНИЕ" и выберите режим измерения "ДВУХПОЛОСНИК". Установите количество измеряемых двухполосников "ОДИН".

7.2.2. Выберите измеряемый двухполосник в соответствии с номером варианта (табл. 2) и подключите его к входу 1 блока векторного анализа MS1-9225.

Таблица 2

Наименование	N бригады, вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Двухполосник	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Четырехполосник	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6

7.2.3. Произведите отсчет результатов измерений в трех частотных точках, выбрав их из следующих соотношений:

$$F_1 = F_{\text{нижн.}} + 0,1 \text{ ГГц};$$

$$F_2 = (F_{\text{верх.}} - F_{\text{нижн.}}) / 2;$$

$$F_3 = F_{\text{верх.}} - 0,1 \text{ ГГц}.$$

Результаты измерений занесите в табл.3.

7.2.4. Распечатайте с помощью принтера результаты измерения параметров двухполосника в виде графика. Для этого подготовьте принтер к работе в соответствии с п.3 прил. 3 настоящих методических указаний. На клавиатуре персонального компьютера нажмите клавишу "F5" и уста-

новите режим печати с удвоенной плотностью нажатием клавиши "1". Для начала печати нажмите клавишу "Ф6". После окончания печати нажмите клавишу "ВВОД".

Таблица 3

Двухполосник						
Частота	Параметры					
$F, \text{ ГГц}$	$K_{\text{отн}}$	$\delta, \%$	$ \Gamma_n $	$\delta, \%$	$\text{arg } \Gamma_n$	$\delta, ^\circ$
$F_{1\text{изм}}$		~				
$F_{2\text{изм}}$						
$F_{3\text{изм}}$						

7.3. Произведите наблюдение результатов измерения параметров двухполосника в режиме настройки в соответствии с п. 6.3 лабораторного задания.

7.3.1. Не отключая выбранный двухполосник от входа 1 ИС, установите на компьютере режим "2. Переход к режиму настройки". Выберите объект настройки "Двухполосник".

7.3.2. Установите граничные значения настраиваемых параметров в форме XX.XXX, нажимая клавишу "ВВОД" после каждого значения вводимого параметра.

Рекомендуется: максимальное значение $K_{\text{отн}}$ - 5,0;
 минимальное значение $K_{\text{отн}}$ - 1,1
 максимальное значение $\text{arg } \Gamma_n$ - 100,0°
 минимальное значение $\text{arg } \Gamma_n$ - 200,0°

7.3.3. После выполнения вышеуказанных операций на экран персонального компьютера будут выведены результаты настройки двухполосника в виде графического отображения амплитудно- и фазочастотных характеристик в декартовых координатах, которые будут регенерироваться с определенным временным интервалом (для ПЭВМ ЕС-1841 время регенерации составляет 40 с).

7.3.4. Подключите к входу 1 в качестве объекта настройки короткозамкатель. Проведите наблюдение полученных результатов настройки и снимите ее результаты, используя оцифрованные значения осей графиков АЧХ и ФЧХ

двухполосника. Результаты наблюдений отразите в отчете по лабораторной работе.

7.3.5. Для перехода к главному меню нажмите клавишу "ВВОД".

7.4. Выполните измерения параметров четырехполосников в соответствии с п.б.4 лабораторного задания.

7.4.1. Находясь в главном меню, перейдите к режиму "5. Переход к режиму измерения", выберите объект измерения "2. Четырехполосник" и установите вид измеряемого четырехполосника "Пассивный". Нажмите клавишу "ВВОД".

7.4.2. Выберите измеряемый четырехполосник в соответствии с табл.3 и подключите его к входам 1 и 2 ИС ИС1-9225 с помощью соединительных коаксиальных кабелей (схема соединения показана на экране персонального компьютера). После подключения выбранного ЧП к ИС нажмите клавишу "ВВОД".

7.4.3. Выберите в меню "Результаты измерений четырехполосника" п."1. Φ_{11} , $|S_{11}|$ ". Нажмите клавишу "ВВОД". В результате выполнения этих операций на экране появится графическое изображение $|S_{11}|$ и $\arg S_{11}$ четырехполосника.

7.4.4. Занесите результаты измерений в частотных точках $F_{1\text{изм}}$ - $F_{2\text{изм}}$ в табл.4. Распечатайте с помощью принтера результаты измерений указанных параметров, нажав клавишу "Ф6" на клавиатуре персонального компьютера. Нажмите клавишу "ВВОД" и вернитесь к меню "Результаты измерений четырехполосника".

7.4.5. Выберите в меню "Результаты измерений четырехполосника" п."3. Φ_{21} , $|S_{21}|$ ". Нажмите клавишу "ВВОД". Занесите результаты измерений в частотных точках $F_{1\text{изм}}$ - $F_{2\text{изм}}$ в табл.4. Распечатайте с помощью принтера результаты измерений указанных параметров, нажав клавишу "Ф6" на клавиатуре персонального компьютера. Нажмите клавишу "ВВОД" и перейдите к меню "Результаты измерений четырехполосника".

7.4.6. Нажмите клавишу "Ф10" на клавиатуре персонального компьютера и перейдите к главному меню.

Для окончания работы с ИС выберите пункт меню "6. Окончание работы" и нажмите клавишу "ВВОД".

Таблица 4

Четырехполосник						
Частота	Параметры отражения					
F, ГГц	$K_{отг}$	$\delta, \%$	$ S_{11} $	$\delta, \%$	$\arg S_{11}$	$\delta, ^\circ$
F _{изм}						
F _{изм}						
F _{изм}						
Частота	Параметры передачи					
F, ГГц	K_{21}	$\delta, \%$	$ S_{21} $	$\delta, \%$	$\arg S_{21}$	$\delta, ^\circ$
F _{изм}						
F _{изм}						
F _{изм}						

7.4.7. Оцените погрешность результатов измерений параметров двухполосников и четырехполосников, пользуясь метрологическими характеристиками ИС, приведенными в прил. 1 настоящих методических указаний. Результаты расчетов погрешностей занесите в табл.3.

7.4.8. Выключите генератор качающейся частоты, блок векторного анализа, персональный компьютер и принтер, согласуйте с преподавателем результаты измерений и расчетов и приступайте к оформлению отчета по лабораторной работе.

8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

8.1. Отчет по лабораторной работе должен содержать: формулировку цели работы, перечень заданий к выполнению лабораторной работы, перечень применяемых при выполнении приборов (табл.5), структурную схему ИС, результаты измерений и расчетов, оценку погрешностей, выводы (на основании полученных результатов измерения и настройки

указанных объектов измерений) по каждому пункту лабораторного задания, распечатки результатов измерений.

Таблица 5

№ п/п	Наименование прибора	Тип прибора	Заводской номер	Основные технические характеристики

8.2. В графу "Основные технические характеристики" табл.5 следует включить информацию, необходимую для выполнения работы, проведения расчетов, оценки погрешностей и выводов по результатам выполнения лабораторной работы.

8.3. Результаты измерений и расчетов следует приводить в виде рекомендованных в методических указаниях таблиц.

9. Контрольные вопросы

1. Какими параметрами характеризуются измеряемые СВЧ двухполосники? Дайте им определение и поясните их физический смысл.

2. Какими параметрами характеризуются измеряемые СВЧ четырехполосники? Дайте им определение и поясните их физический смысл.

3. Приведите матрицу S-параметров и охарактеризуйте каждый ее элемент.

4. Дайте определение измерительной системы и поясните ее устройство и принцип действия.

5. Дайте определение информационно-измерительной системы и поясните ее устройство и принцип действия.

6. Дайте определение измерительно-вычислительного комплекса и поясните его устройство и принцип действия.

7. На чем основан принцип действия измерительной системы МС1-9225?

8. Опишите методику калибровки векторного анализатора цепей на примере измерительной системы МС1-9225.

9. Опишите методику выполнения измерений параметров двухполосников.

10. Опишите методику выполнения измерений параметров четырехполосников.

11. Опишите методику выполнения настройки двухполосников и ее отличие от методики выполнения измерений.

12. Приведите структурную схему и опишите принцип действия блока векторного анализа ИС МС1-9225.

13. Приведите структурную схему и опишите принцип действия СВЧ измерительного тракта ИС МС1-9225.

14. Приведите структурную схему и опишите принцип действия устройства обработки измерительной информации (УСИИ) блока векторного анализа ИС МС1-9225.

10. Литература

1. Алиев Т.М., Тер-Хачатуров А.А. Измерительная техника: Учеб. пособие для техн. вузов. - М.: Высш. школа, 1991. - 384 с., ил.

2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник. - М.: Высш. школа, 1983. - 384 с., ил.

3. Гришукевич И.Е., Гусинский А.В., Ляльков С.В. Информационно-измерительные системы: Текст лекций. - М.: ЕГУИР, 1994. - 43 с., ил.

4. Елизаров А.С. Электрорадиоизмерения: Учебник для вузов. - Мн.: Вышэйшая школа, 1986. - 320 с., ил.

5. Цапенко М.П. Измерительные информационные системы: Структуры и алгоритмы, схемотехническое проектирование.: Учеб. пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 439 с., ил.

Измерительная система МС1-9225

1. Назначение

1.1. Измерительная система МС1-9225 (далее ИС) предназначена для автоматического измерения в лабораторных условиях S -параметров СВЧ устройств оконечного (двухполосники) и проходного (четырёх- и многополосники) типов, имеющих стандартные коаксиальные соединители 7/3. Объекты измерений могут быть пассивными и активными, взаимными и невзаимными.

1.2. Результаты измерений параметров S_{11} и S_{22} представляются на дисплее персонального компьютера, входящего в состав ИС, как в полярных (диаграмма Вольперта-Смита), так и в декартовых координатах. Результаты измерений параметров S_{21} и S_{12} представляются только в декартовых координатах. С помощью курсора значения S -параметров могут быть отсчитаны на любой частоте измерения с указанием значения самой частоты.

1.3. В основу конструкции ИС положен блочный принцип. Это позволяет гибко использовать ГКЧ и персональный компьютер, применяя их не только в составе ИС, но и самостоятельно. Кроме того, обеспечивается возможность подключения ИС к каналу общего пользования (КОП) и работы его в составе информационно-измерительных систем.

1.4. Отличительной особенностью ИС является возможность работы его в двух различных режимах: настройки и измерения. Режим настройки предназначен для регулировки объекта измерения по одному из S -параметров, частотная характеристика которого воспроизводится на дисплее в декартовых координатах с максимально возможной скоростью и позволяет оперативно настраивать объект, размещая изображения АЧХ и ФЧХ S -параметра в требуемой зоне. Измерение значений S -параметров с помощью курсора в этом режиме не производится.

2. Основные технические характеристики

2.1. Диапазон рабочих частот ИС 0,01 - 2,14 ГГц.

2.2. Измерение S-параметров может осуществляться только в режиме качания частоты ГКЧ с периодом 1 с. Максимальная полоса качания частоты равна диапазону рабочих частот ИС, а минимальная - не менее 0,2 ГГц. Количество частотных точек, в которых производится измерения, фиксировано и равно 256.

2.3. Основная погрешность измерения частоты с помощью курсора находится в пределах $\pm 1\%$.

2.4. Пределы измерения $|S_{11}|$ и $|S_{22}|$ от 0,05 до 1,0.

2.5. Пределы измерения $|S_{21}|$ и $|S_{12}|$ от +20 дБ до -50 дБ.

2.6. Пределы измерения аргументов всех S-параметров от 0° до 360° или от -180° до $+180^\circ$.

2.7. Основная погрешность измерения $|\Gamma_x|$, $|S_{11}|$ и $|S_{22}|$ определяется в относительных единицах (процентах) и находится в пределах

$$\delta = \pm(0,03 + 0,05|S_{11(22)}|), \%$$

2.8. Основная погрешность измерения $|S_{21}|$ и $|S_{12}|$ определяется в децибелах (дБ) и находится в пределах

$$\Delta = \pm(0,3 + 0,015|S_{21(12)}|), \text{ дБ}$$

2.9. Основная погрешность измерения $\arg S_{11}$ и $\arg S_{22}$ определяется в градусах и находится в пределах

$$\Delta = \pm[2 + 3|S_{11(22)}| + 0,5|S_{11(22)}|], ^\circ.$$

2.10. Основная погрешность измерения $\arg S_{21}$ и $\arg S_{12}$ определяется в градусах и находится в пределах

$$\Delta = \pm(1,5 + 0,08|S_{21(12)}|), ^\circ.$$

2.11. В ИС предусмотрена возможность измерения S-параметров с повышенной точностью за счет введения режима усреднения, при котором осуществляются 4-кратный съем исходной измерительной информации и последующее ее усреднение.

3. Принцип работы измерительной системы

По принципу действия ИС МС1-9225 представляет собой прибор гомодинного типа с балансной амплитудной модуляцией измерительного сигнала. Модуляция сигнала осуществляется с помощью балансного СВЧ модулятора. При балансной модуляции измерительного сигнала в спектре продетектированного интерференционного сигнала, на выходе балансного смесителя окажется составляющая /5/

$$U_1 = \mu |S_{ij}| \cos(\varphi_n + \varphi_n) \cos \Omega t, \quad (1)$$

где $|S_{ij}|$ и φ_n - модуль и аргумент измеряемого S-параметра;

μ - коэффициент пропорциональности, учитывающий амплитудные характеристики опорного и измерительного каналов анализатора;

φ_n - фазовый сдвиг, учитывающий неидентичность фазочастотных характеристик опорного и измерительного каналов;

Ω - соответствует частоте F модуляции измерительного сигнала.

Как видно из (1), в продетектированном интерференционном сигнале отсутствует составляющая, пропорциональная мощности опорного сигнала, и, как следствие, не линейный член, пропорциональный $|S_{ij}|^2$. Этим ИС МС1-9225 принципиально отличается от других модификаций приборов гомодинного типа. Все это позволяет реализовать максимально возможный динамический диапазон анализатора при измерении $|S_{ij}|$, приближающий его по этому параметру к приборам гетеродинного типа.

Второй принципиальной особенностью ИС МС1-9225 является не аппаратное (как это имеет место в других приборах гомодинного типа), а программное формирование интерференционного сигнала, квадратурного к (1). Оно реализуется в персональном компьютере с помощью специальной подпрограммы, базирующейся на преобразовании Гильберта. Разработан специальный алгоритм, основанный на прямом решении интеграла Гильберта при дискретизации исходного сигнала (1) с учетом требований теоремы Котельникова. Это решение может быть реализовано с различной точностью, существенно влияющей на скорость обработки измерительной информации. В режиме

настройки, используем для регулировки объектов измерения, применяется приближенное решение интеграла Гильберта, обеспечивающее максимальную скорость воспроизведения на дисплее персонального компьютера АЧХ и ФЧХ контролируемого S-параметра. В режиме измерения S-параметров с погрешностями, нормированными в пп. 2.7-2.10, используется более точное решение интеграла Гильберта, требующее соответственно и большего времени. Наконец, если возникает необходимость в измерении S-параметров с повышенной точностью, то, помимо 4-кратного съема и усреднения сигнала (1), интеграл Гильберта вычисляется с максимально возможной точностью.

Итак, исходными сигналами измерительной информации в ИС МС1-9225 являются усиленный, продетектированный и преобразованный в цифровой код сигнал (1)

$$U_1 = \mu |S_x| \cos(\varphi_x + \varphi_n) \quad (2)$$

и сформированный программным путем сигнал

$$U_2 = \mu |S_x| \sin(\varphi_x + \varphi_n), \quad (3)$$

где значение μ учитывает амплитудные характеристики анализатора в целом.

Если значения μ и φ_n определить в процессе калибровки анализатора, предшествующем процессу измерения S_{ij} , то U_1 и U_2 , соответствующие $\text{Re}(S_{i,j})$ и $\text{Im}(S_{i,j})$, позволят прямо представить результаты измерения $S_{i,j}$ в полярных координатах. Эти координаты используются для представления только результатов измерений S_{11} и S_{22} , причем формой представления выбрана диаграмма Смита.

Общим случаем является представление результатов измерений любого S-параметра в декартовых координатах с помощью АЧХ и ФЧХ. Для этого к результатам измерений $\text{Re}(S_{i,j})$ и $\text{Im}(S_{i,j})$ необходимо применить подпрограмму преобразования координат. В режиме измерения S-параметров эта подпрограмма реализует общеизвестный алгоритм

$$|S_x| = \sqrt{\text{Re}_{S_x}^2 + \text{Im}_{S_x}^2}, \quad (4)$$

$$\varphi_x = \arctg \frac{\text{Im}_{S_x}}{\text{Re}_{S_x}}, \quad (5)$$

а для режима настройки разработан специальный упрощенный алгоритм, также ориентированный на максимальную скорость воспроизведения АЧХ и ФЧХ контролируемого S-параметра.

Дополнительными возможностями при измерении S-параметров являются вычисление КСЕН

$$K_{стн} = (1 + |S_x|) / (1 - |S_x|), \quad (6)$$

отражения двухполосника Γ_x , S_{11} или S_{22} , а также вычисление

$$K_{21(12)} = 20 \cdot \lg |S_{21(12)}| \text{ дБ}, \quad (7)$$

позволяющее оценить затухание пассивных и усиление активных четырехполосников в децибелах.

Значения S-параметров могут быть отсчитаны на любой частоте в пределах диапазона рабочих частот ИС с помощью курсора. Одновременно указывается и значение частоты измерения, устанавливаемой с погрешностью, регламентированной п.2.3. Кроме того, с помощью клавиатуры персонального компьютера может быть введен желаемый частотный интервал, создающий дополнительную координатную сетку при распечатке графиков или позволяющий распечатать результаты измерений в форме таблицы.

Для режима настройки предусматривается возможность введения максимального и минимального значений контролируемого S-параметра (либо только одного из них в соответствии с требованиями к объекту измерения). Они воспроизводятся на дисплее в виде горизонтальных линий и образуют зоны, в которых должны размещаться по окончании регулировки изображения АЧХ и ФЧХ контролируемого S-параметра. Дополнительной характерной особенностью этого режима является автоматическое воспроизведение АЧХ и ФЧХ синхронно с качеством частоты ГКЧ. Все это облегчает процесс регулировки объекта измерения. Количественных измерений с помощью курсора в этом режиме не производится.

3.1. Блок векторного анализа

Блок векторного анализа конструктивно объединяет измерительный СВЧ тракт, генератор модулирующих

напряжений (ГМН), устройство обработки измерительной информации (УОИИ) и блок питания (БП) (рис.4).

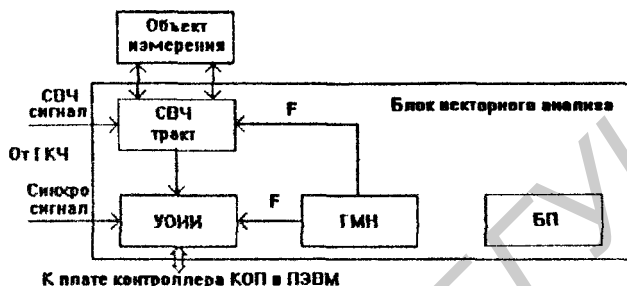


Рис. 4

Внешние связи блока осуществляются с помощью интерфейсного кабеля (информационный и управляющий сигналы от ПЭВМ) и кабеля, по которому синхросигнал подается от ГЧК в УОИИ. Внешний вид передней панели блока векторного анализа приведен на рис.5.

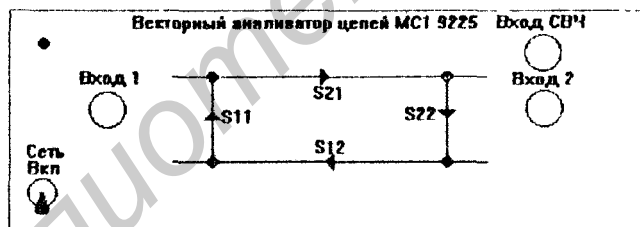


Рис. 5

Э.1.1.Измерительный СВЧ тракт

Обеспечение автоматизации измерения всех S-параметров без переориентации объекта измерения обеспечивается кольцевой структурой СВЧ тракта, позволяющей наиболее просто организовать распространение измерительных СВЧ сигналов во взаимопротивоположных направлениях.

Кольцевая структура измерительного СВЧ тракта при измерении параметров двухполюсников позволяет организовать одновременное измерение коэффициентов отражения

двух двухполосников, а при измерении параметров четырёхполосников обеспечивается автоматическое измерение всех четырех его S-параметров: коэффициентов отражения входа $|S_{11}|$ и выхода $|S_{22}|$ и коэффициентов передачи в прямом $|S_{21}|$ и обратном $|S_{12}|$ направлениях.

Структурная схема кольцевого измерительного СВЧ тракта с объектом измерения S_x показана на рис 6.

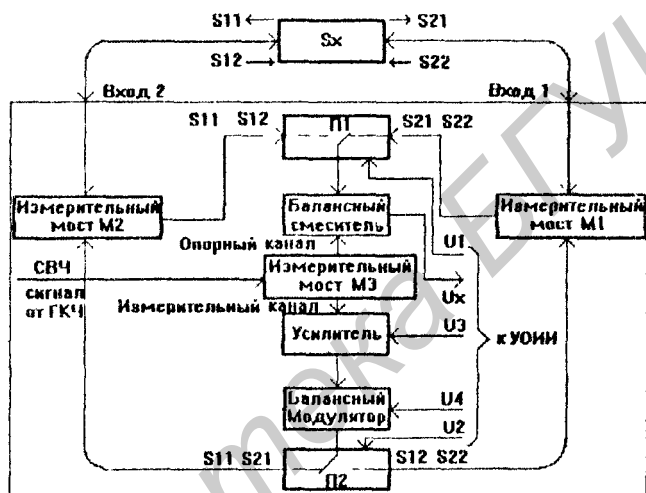


Рис. 6

Как видно из рис.6, выходной сигнал ГКЧ с помощью измерительного моста М3 делится на опорный и измерительный сигналы, которые распространяются соответственно по опорному и измерительному каналам.

Измерительный канал является кольцевым и начинается СВЧ усилителем, который одновременно производит увеличение уровня измерительного сигнала и исключает взаимное проникновение паразитных сигналов из опорного канала в измерительный и обратно.

Выходной сигнал СВЧ усилителя модулируется балансным модулятором (БМ) и поступает на СВЧ переключатель П2 с двумя позиционными состояниями (1 и 2). Положение 1 переключателя П2 соответствует режиму измерения S_{11} и S_{22} , а положение 2 - режиму измерения S_{21} и S_{12} .

В зависимости от положения переключателя П2 СВЧ сигнал через измерительный СВЧ мост М1 или М2 поступает на входной разъем объекта измерения. (Выходы каналов М1 и М2 являются входами 1 и 2 блока векторного анализа и служат для подключения объектов измерения).

Прошедший через объект измерения или отраженный от него сигнал измерительной информации поступает в зависимости от положения переключателя П2 на входы измерительных мостов М1 или М2. С выходов измерительных СВЧ мостов сигналы измерительной информации поступают на СВЧ переключатель П1, который по аналогии с переключателем П2 также имеет два положения. Положение 1 соответствует режиму измерения параметров S_{11} и S_{12} , а положение 2 - S_{21} и S_{22} .

Один из сигналов измерительной информации, соответствующий S_{11} , S_{22} , S_{12} , S_{21} , с выхода переключателя П1 поступает на измерительный вход балансного смесителя (БСМ). На гетеродинный вход балансного смесителя поступает СВЧ сигнал опорного канала, промодулированный балансным модулятором (БМ).

Низкочастотный измерительный сигнал с выхода БСМ (U_x) поступает в УОИИ, которое осуществляет выработку следующих управляющих сигналов:

- U_1 - для управления работой переключателя П1;
- U_2 - для управления работой переключателя П2;
- U_3 - напряжение питания СВЧ усилителя;
- U_4 - напряжение частоты F для балансного модулятора.

3.1.2. Устройство обработки измерительной информации

Структурная схема устройства обработки измерительной информации приведена на рис.7. Низкочастотный сигнал с выхода БСМ поступает на вход предварительного усилителя (ПУ), который осуществляет согласование БСМ с УОИИ и первичное усиление сигнала измерительной информации. После ПУ сигнал поступает на активный полосовой фильтр (ПФ), служащий для избирательного усиления полезного измерительного сигнала частоты F . Полоса пропускания ПФ равна 3 кГц. Усилитель логарифмический (УЛ) служит для компрессии входного напряжения детектора (Д) и аналого-цифрового

преобразователя (АЦП). Компрессия необходима для обеспечения функционирования Д и АЦП в пределах большого динамического диапазона изменения измерительного сигнала (100 дБ по напряжению).

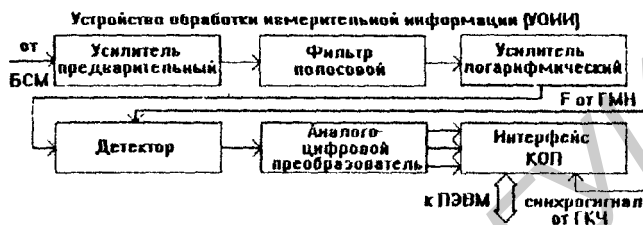


Рис. 7

Детектор выполняет преобразование измерительного сигнала в напряжение постоянного тока с учетом его знака.

Аналого-цифровой преобразователь представляет собой двенадцатиразрядное устройство интегрирующего типа. Время преобразования АЦП - 80 μ S.

Интерфейс канала общего пользования (КОП) является специализированным устройством, предназначенным для обработки и отправки в ПЭВМ 256 посылок, состоящих из 9 слов. Количество посылок (256) определяется типом используемого ГКЧ.

3.1.3. Генератор модулирующего напряжения

Генератор модулирующего напряжения (ГМН) представляет собой задающий кварцевый генератор (24 МГц) и делитель частоты с коэффициентом деления, равным 240. Частота F выходного сигнала - 100 кГц.

ГМН содержит выходной формирующий усилитель управляющих напряжений для БМ и согласующие устройства.

4. Подготовка анализатора к работе

4.1. Внимательно изучите настоящее техническое описание, а также технические описания и инструкции по эксплуатации генератора Я2Р-74 и ЕС-1841. Ознакомьтесь с

расположением и назначением всех органов управления, контроля и подключения.

4.2. Переключатели СЕТЬ всех блоков анализатора установите в положение ВКЛ. Прогрейте анализатор в течение 30 мин.

4.3. После включения в сеть ПЭВМ начинается само-тестирование ИС и автоматическая загрузка системного программного обеспечения, к которому относятся: операционная система MS-DOS, FXSHOW. При загрузке каждой из программ на экране последовательно выводятся соответствующие сообщения. Программное обеспечение ИС состоит из загрузочного модуля MIS.EXE и диалоговых вспомогательных файлов с расширением *.pro и *.gk2.

После завершения загрузки программы на экране появится название анализатора. Для перехода к следующей странице необходимо нажать клавишу "ВВОД".

Далее программа осуществляет диалоговый режим работы и полностью руководит действиями оператора, одновременно осуществляя проверку правильности введенной информации.

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае использования в составе ИС ПЭВМ типа ЕС-1841 вывод на экран текущей информации может происходить с задержкой (из-за низкого быстродействия ПЭВМ), поэтому, прежде чем предпринимать какие-либо действия, необходимо подождать определенный промежуток времени, примерно до 1-й минуты.

5. Подготовка ИС к работе и проведение калибровки

Следуя указаниям программы по подготовке ГКЧ к работе, необходимо выполнить следующие действия. Нажать кнопки "СТАРТ", "ПЕРЕСТРОЙКА S - 1" и "СВЧ". Данный режим работы ГКЧ в соответствии с его конструкцией означает, что полоса качания частоты находится в максимальных границах от 0.01 до 2.14 ГГц, о чем свидетельствует зажженный индикатор в кнопке ΔF_{\max} . Выполнив эти предустановки, нажмите клавишу "ВВОД", и программа перейдет к следующей странице, предписывающей ввести в ПЭВМ выбранный диапазон полосы качания от нижней до верхней граничных частот. Вводить значение частоты необходимо оцифрованными клавишами в верхней части клавиатуры (0-9). Разделительная точка для введения

десятичной части дробных чисел находится в правом верхнем углу клавиатуры. Введенные неправильные символы можно удалить клавишей "←". Программа осуществляет контроль правильности вводимых значений нижней и верхней граничных частот, а также минимально возможной полосы качания частоты. Для ИС МС1-9225 значения верхней и нижней частот полосы качания приведены в табл. 6.

Таблица 6

Частота, ГГц	Минимальная	Максимальная
Нижняя граничная частота	0,005	1,355
Верхняя граничная частота	0,805	2,155
Полоса качания	0,800	2,150

В случае введения в ПЭВМ значений частот, находящихся за пределами полосы качания ΔF_{max} , на экране ПЭВМ появляется сообщение о неправильности установки частот качания и рекомендации по методике установки выбранной полосы качания ГКЧ. Эти сообщения кратко повторяют инструкции, аналогичные п.4 прил.2 настоящих методических указаний.

После завершения данных подготовительных операций программа переходит к выбору уровня измерительного сигнала, что необходимо для повышения эксплуатационных возможностей прибора и его универсальности. При выполнении лабораторной работы необходимо выбрать средний уровень мощности. Последующие четыре операции являются калибровочными и в виде рисунков показывают, к каким входным кабелям необходимо подключать калибровочные меры.

Первый рисунок предписывает подключить две согласованные нагрузки.

Второй рисунок - режим холостого хода (к входным кабелям ничего не подключено).

Третий рисунок - подключение короткозамыкающего отрезка коаксиальной линии передачи.

Четвертый рисунок показывает различные способы соединений в зависимости от предполагаемого предела измеряемого ослабления или усиления.

Примечание. В лабораторной работе в качестве объектов измерения используются пассивные четырехполосники, предел измерения ослабления которых не превышает значения $K_{21} \leq +10\text{dB}$. Поэтому необходимо просто соединить между собой кабели входов 1 и 2.

На этом калибровка системы заканчивается и прибор готов к проведению измерений.

6. Проведение измерений

Начало измерений или наблюдение результатов измерений в режиме настройки возможно только после выполнения калибровки.

Выбор режимов "НАСТРОЙКА" или "ИЗМЕРЕНИЕ" осуществляется из подменю "УСТАНОВКА РЕЖИМА РАБОТЫ АНАЛИЗАТОРА". Для выполнения пп.6.2 и 6.4 лабораторного задания выбирается режим "ИЗМЕРЕНИЕ".

Следующее сообщение позволяет выбрать объект измерения:

- для п.6.2 - "ДУХПОЛУСНИК"
- для п.6.4 - "ЧЕТЫРЕХПОЛУСНИК".

6.1. Режим измерения двухполосников

Начало режима измерения параметров двухполосников начинается с выбора количества одновременно измеряемых двухполосников. Их может быть два (один подключается к входу 1, а второй - к входу 2) или один, который подключается ко входу 1. Выбор того или иного режима сопровождается соответствующим рисунком. Выполнив соединения и проверив правильность подключения объектов измерения, нажмите любую клавишу и на экране появятся результаты измерений в декартовой системе координат.

Верхний график - амплитудно-частотная характеристика объекта измерения в координатах K_{21} , f - частота.

Нижний график - фазочастотная характеристика, в координатах $\arg \Gamma_x$ - частота.

Отсчет результатов измерения осуществляется путем перемещения маркера по амплитудно- и фазочастотной характеристикам исследуемого устройства с помощью клавиш \leftarrow и \rightarrow .

Цифровые результаты измерений находятся в правом верхнем углу экрана.

Для вызова справки о дополнительных возможностях ИС необходимо нажать клавишу F1.

В справочной информации указано, что нажатием соответствующих служебных клавиш можно реализовать следующие режимы:

F2 - отображение графика $\arg \Gamma_x$ в координатах $\pm 180^\circ$ или $0-360^\circ$;

F3 - (только для Γ_x и $S_{11(22)}$) позволяет перейти от декартовых координат к полярным;

F4 - (только в случае измерения двух двухполосников) позволяет вывести на экран результаты измерений второго двухполосника;

F5 - выбор режима печати (перед выводом на печатающее устройство необходимо установить "1");

F6 - вывод на печать результатов измерений в виде графика (требует предварительной установки режима F5 в положение "1");

F7 - вывод на печать результатов измерений в виде таблицы. Требует введения номера объекта (нанесен на измеряемых объектах) и его наименования (например, двухполосник - OP, четырехполосник - TP). Частотные точки, подлежащие занесению в таблицу результатов измерений, вводятся в формате, аналогичном введенным значениям верхней и нижней граничных частот - XX.XXX. Необходимо ввести 20 частотных точек. Выполнение всех команд осуществляется нажатием клавиши "ВВОД" (или ENTER).

Выход из режима измерения и переход к главному меню осуществляется нажатием клавиши "ВВОД" после наблюдаемых графиков с результатами измерений.

Главное меню позволяет осуществить быстрый переход к любой из перечисленных ниже подпрограмм работы ИС.

1. ПОВТОРЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ.
2. ПЕРЕХОД К РЕЖИМУ НАСТРОЙКИ.
3. ПОВТОРЕНИЕ КАЛИБРОВКИ АНАЛИЗАТОРА.
4. ИЗМЕНЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА.
5. ОКОНЧАНИЕ РАБОТЫ.

6.2. Режим измерения четырехполосников

Режим измерения четырехполосников выбирается перед началом измерений ("УСТАНОВКА РЕЖИМОВ РАБОТЫ АНАЛИЗАТОРА").

Измеряемые четырехполосники могут быть пассивными и активными, как уже было отмечено выше - выбирается пассивный четырехполосник.

Четырехполосник подключается между входами 1 и 2. После нажатия любой клавиши необходимо время (примерно 6-10 секунд) для проведения в автоматическом режиме всего комплекса измерений и вычислений. После завершения этого процесса на экране появится меню выбора результата измерения:

1. $\Phi_{11}|S_{11}|$, 2. $\Phi_{22}|S_{22}|$, 3. $\Phi_{21}|S_{21}|$, 4. $\Phi_{12}|S_{12}|$.

Выбор интересующего результата измерения осуществляется с помощью клавиш \leftarrow или \rightarrow и подтверждается нажатием клавиши "ВВОД".

Все остальные режимы при наблюдении результатов измерения четырехполосников аналогичны описанным в п. 6.1. "РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЯ ДВУХПОЛОСНИКОВ".

6.3. Режим настройки

Режим наблюдения результатов настройки объекта измерения выбирается после окончания калибровки с помощью меню

НАСТРОЙКА ИЗМЕРЕНИЕ

Если объектом настройки является двухполосник, то после выбора соответствующего пункта меню появляется сообщение с запросом о введении минимально и максимально возможных значений настраиваемых параметров. Для двухполосника рекомендуется установить:

- максимальное значение $K_{стн}$ - 5.0,
- минимальное значение $K_{стн}$ - 1.1,
- максимальное значение arg - 200°,
- минимальное значение arg - 100°.

Возможно введение других значений граничных параметров, что имеет место при настройке реальных объектов. При введении других значений программа автома-

тически устанавливает соответствующий масштаб графиков с результатами настройки.

После выполнения операции по заданию граничных параметров настройки появляется рисунок с изображением подключенного объекта настройки, а после нажатия клавиши "ВВОД" - результаты настройки в виде графиков с постоянной регенерацией изображения.

Выход из режима настройки осуществляется нажатием клавиши "ВВОД".

Установлению режима настройки четырехполосника предшествует выбор параметра, по которому будет осуществляться настройка:

$$S_{11}, S_{22}, S_{21}, S_{12}$$

Установка граничных значений параметров S_{11} и S_{22} осуществляется аналогично значениям $K_{ст}$ для двухполосника.

Для установки граничных значений параметров S_{21} и S_{12} рекомендуются выбирать следующие значения:

максимальное значение $|S_{12(21)}|$ - минус 30 дБ;

минимальное значение $|S_{12(21)}|$ - минус 10 дБ;

значения аргументов аналогичны значениям настраиваемых параметров для двухполосника.

Блок генератора качающейся частоты Я2Р-74

1. Назначение

Блок генератора качающейся частоты Я2Р-74 предназначен для использования в качестве источника СВЧ сигнала в составе панорамных измерительных приборов.

2. Основные технические характеристики

Диапазон рабочих частот ГКЧ - 0.01-2.14 ГГц.

Погрешность установки частоты не превышает $\pm 0.5\%$.

Нестабильность частоты выходного сигнала не превышает $\pm 2,5 \cdot 10^{-4}$ за 15 мин.

Уровень мощности выходного сигнала не менее 10 мВт с регулировкой в пределах 15 дБ.

КСВН выхода генератора не более 1.6.

Основные режимы работы:

- непрерывная генерация;
- внутренняя модуляция напряжением типа меандр с частотой повторения 100 кГц;
- качание частоты периодами 0.08 и 1.0 с.

3. Принцип действия

Блок ГКЧ состоит из блока генераторного (БГ), формирователя управляющего тока (ФУТ), блока обработки сигнала (БОС), формирователя управляющего сигналов (ФУС), лицевой панели (ЛП) и блока питания (БП).

БГ является управляемым по частоте источником СВЧ сигнала. ФУТ содержит преобразователь двенадцатирядного кода в ток управления БГ. Изменение значения частоты пропорционально изменению управляющего тока и, следовательно, пропорционально значению управляющего кода. Диапазон устанавливается масштабным усилителем. Код в диапазоне частот меняется от 0 до 4095. Пересчет

значений частоты и кода, устанавливаемых на ЛП, происходит в ФУС.

Управление частотой СВЧ сигнала обеспечивается схемой ФУС, формирующей управляющий цифровой сигнал, разрядность которого определяет точность установки частоты. В данном приборе управляющим сигналом является двенадцатиразрядный, двоичный код, обеспечивающий дискретность 4096 частотных точек в диапазоне перестройки частоты и разрешающую способность 0,024%.

4. Расположение органов управления

4.1 Внешний вид лицевой панели блока ГКЧ, на которой располагаются органы управления и присоединения, изображен на рис.8.

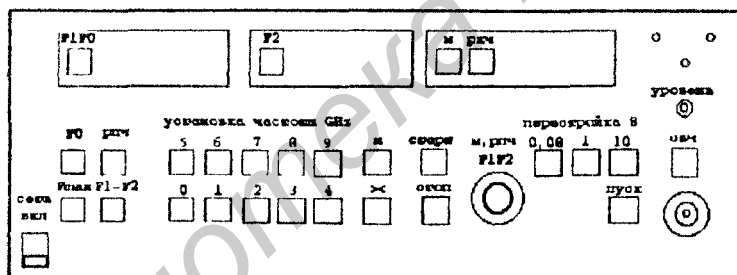


Рис. 8

4.2. Для удобства работы все органы управления и присоединения сгруппированы по зонам.

Кнопки управления образуют четыре переключателя с зависимыми кнопками:

- F0, РЧЧ, Fmax и F1-F2;
- F1F0, M РЧЧ, "#" и "X";
- СТАРТ и СТОП;
- "0.08", "1" и "10".

При нажатии любой из кнопок переключателя автоматически выключаются все зависимые от нее кнопки. Признаком

включения кнопки является появление световой индикации в центре кнопки.

Для кнопок без световой индикации "# и "X" (режимы F₁F₀ или F₂) признаком включения служит исчезновение световой индикации в кнопках F₁F₀ или F₂ соответственно.

5. Подготовка прибора к работе

5.1 Включите ГКЧ тумблером СЕТЬ. При этом должна появиться световая индикация в кнопках Fmax, СТОП, M и "0.08". Прогрейте ГКЧ в течение 10 мин. Проверьте наличие соединения между выходным разъемом СВЧ и разъемом "ВХОД СВЧ" блока векторного анализатора цепей MS1-9225. Ручку "УРОВЕНЬ" на лицевой панели генератора установите в крайнее правое положение. Нажмите кнопку СВЧ.

6. Проведение измерений

6.1 Для установки в ГКЧ рабочего режима F₁-F₂ выполните следующие операции:

нажмите кнопку СТОП;

нажмите кнопку переключателя ПЕРЕСТРОЙКА S - "1";

нажмите последовательно кнопки F₁-F₂ и F₁F₀;

установите числовое значение начальной частоты качания, пользуясь наборным полем УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ GHz - "0-9". Для записи введенного значения в ОЗУ нажмите кнопку "#". При этом индикатор F₁F₀ должен погаснуть. Для удаления из ОЗУ неправильно введенного значения частоты следует нажать кнопку "X" и повторить установку значения частоты F₁, предварительно нажав кнопку F₁F₀.

ПРИМЕЧАНИЕ: Вводимые числовые значения индицируются на соответствующем цифровом индикаторе. Разрядность индикатора - 5 цифр. Неиспользуемые разряды должны быть заполнены нулями. Десятичная запятая индицируется автоматически и постоянно находится во втором разряде. Например, необходимо ввести числовое значение частоты F₁ = 0,01 ГГц. В этом случае необходимо три раза ввести

цифру "0", затем цифру "1" и снова цифру "0". При этом на цифровом индикаторе будет отображено цифровое значение "00.010".

6.2. Нажмите кнопку F2 и установите числовое значение конечной частоты качания, пользуясь наборным полем УСТАНОВКА ЧАСТОТЫ GHz - "0-9". Для записи введенного значения в ОЗУ нажмите кнопку "#". При этом индикатор F₂ должен погаснуть.

6.3. Нажмите кнопку "СТАРТ".

После выполнения вышеуказанных действий ГКЧ готов к работе.

Персональная ЭВМ ЕС-1841

1. Назначение

ПЭВМ ЕС-1841 - универсальная микрокомпьютерная система, предназначенная для использования:

- в автономном режиме для решения широкого круга научно-технических и экономических задач, задач управления и делопроизводства, а также для создания на ее базе АРМ различной профессиональной ориентации;

- в системах телеобработки данных и локальных вычислительных сетях для создания информационно-справочных систем и систем управления.

2. Основные технические характеристики

Конфигурация ПЭВМ ЕС-1841 включает широкий набор периферийных устройств:

- четырёхрегистровую клавиатуру;

- графический дисплей;

- два накопителя на гибком магнитном диске (НГМД);

- накопитель на магнитном диске (НМД) типа "ВИНЧЕСТЕР";

- матричное печатающее устройство.

На ПЭВМ ЕС-1841 могут быть использованы все компоненты программного обеспечения ПЭВМ ЕС-1840 и микро-ЭВМ СМ1800.

Системное программное обеспечение:

- операционные системы DOS или М86;

- сервисные программы, обеспечивающие работу с носителями, оперативную корректировку и настройку на параметры конкретной установки.

Процессор - 16-разрядный K1810BM86. Быстродействие (операций типа регистр-регистр с фиксированной и плавающей точкой), операций/с - 10^6

Оперативная память - емкость 512/1536 Кбайт, организация блочная.

Внешняя память - два НГМД, диаметр дискеты 133 мм, емкость 320 Кбайт, скорость обмена 250 Кбит/с. Один НМД типа "ВИНЧЕСТЕР" - емкость 40Мбайт, скорость обмена 5 Мбит/с.

Дисплей - графический, черно-белый с 16 градациями яркости или цветной. Максимальная разрешающая способность 640/200 точек. Размер поля в алфавитно-цифровом режиме составляет 25 строк/80 знаков.

Матричное печатающее устройство обеспечивает разрешающую способность до 132 знаков в строке, скорость печати до 160 знаков/с.

Интерфейсы - параллельный типа "CENTRONICS", последовательный С2 (2 шт.).

3. Подготовка ПЭВМ и принтера к работе

3.1. Подготовка ПЭВМ к работе осуществляется совместно с подготовкой к работе ИС (см. п.4.4 прил. 1 настоящих методических указаний).

3.2. Подготовка принтера к работе заключается во включении его в сеть совместно с ИС. После включения принтера в сеть произведите заправку листа бумаги формата А4 (297 x 210 мм), используя вращающийся барабан, ручка которого находится справа. Лист бумаги следует устанавливать строго вертикально без перекосов. Позиция установки листа крайняя левая.

После заправки бумаги нажмите на панели принтера клавишу "ГОТОВ". Готовность принтера к работе подтверждается световым индикатором, находящимся рядом с клавишей "ГОТОВ".

Дальнейшее управление печатающим устройством осуществляется от ПЭВМ.

Примечание. Следует уделить особое внимание подготовке принтера к работе. Работа на неподготовленном принтере подпрограммы вывода измерительной

информации на печать приведет к сбросу всей программы и необходимости проведения ее повторного запуска.

Для извлечения листа бумаги из принтера необходимо повторно нажать клавишу "ГОТОВ" (в этом случае световой индикатор погаснет) и, вращая барабан, извлечь лист бумаги.

Св. план 1994, поз. 130

Учебно-методическое издание

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторной работе РЭ.Б
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
СВЧ ДИАПАЗОНА
для студентов
радиотехнических специальностей

Составители: Гусинский Александр Владимирович
Ревин Валерий Тихонович
Редактор Н.В.Гриневич

Подписано в печать 04.06.94. Формат 60 x 84 1/16
Объем 1,9 усл.печ.л. 1,5 уч.изд.л. Тираж 300 экз.
Заказ 365.

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники
Отпечатано на ротапринтере БГУИР.220600, Минск, П.Бровки, 6