

СОГЛАСОВАНО
(в части раздела 10 «Поверка»)
Заместитель генерального директора
«РОСТЕСТ - МОСКВА»

_____ А.С.Евдокимов

« » _____ 2000 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО ПФ «ЭЛВИРА»

_____ А.В.Бельчиков

« » _____ 2000 г.

АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА

«СК4-БЕЛАН»

Руководство по эксплуатации

ЕЛКБ.411168.001РЭ

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| 1. Назначение..... | 3 |
| 2. Технические данные..... | 3 |
| 3. Состав анализатора..... | 5 |
| 4. Устройство и работа анализатора..... | 6 |
| 5. Маркирование и пломбирование..... | 8 |
| 6. Общие указания по введению в эксплуатацию..... | 8 |
| 7. Указания мер безопасности..... | 9 |
| 8. Подготовка к работе..... | 10 |
| 9. Работа с анализатором в режиме «SPECTRUM», «TUNER» и «SEARCHER»..... | 14 |
| 9.1. Работа с анализатором в режиме «SPECTRUM»..... | 14 |
| 9.2. Работа с анализатором в режиме приемника (TUNER)..... | 16 |
| 9.3. Работа с анализатором в режиме поискового прибора («SEARCHER»)..... | 16 |
| 9.4. Управление от ЭВМ..... | 22 |
| 9.5. Выключение прибора..... | 24 |
| 9.6. Зарядка аккумуляторной батареи..... | 24 |
| 10. Поверка..... | 24 |
| 10.1. Операции и средства поверки..... | 24 |
| 10.2. Условия поверки и подготовка к ней..... | 25 |
| 10.3. Требования безопасности..... | 28 |
| 10.4. Требования к квалификации поверителей..... | 28 |
| 10.5. Проведение поверки..... | 29 |
| Определение метрологических характеристик частотных параметров..... | 30 |
| Определение метрологических характеристик амплитудных параметров..... | 33 |
| 10.6. Обработка и оформление результатов поверки..... | 40 |
| 11. Транспортирование и хранение..... | 40 |
| 12. Гарантии изготовителя..... | 41 |
| Приложение № 1..... | 42 |
| Приложение № 2..... | 43 |

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения технических возможностей, принципа действия, особенностей конструкции, правил эксплуатации и поверки анализатора спектра «СК4-БЕЛАН».

1. Назначение.

1.1. Анализатор спектра «СК4-БЕЛАН» предназначен для исследования в широком диапазоне частот спектров периодических сигналов, измерения частоты, уровней напряжения, мощности синусоидальных сигналов или спектральных составляющих сигнала. Внешний вид анализатора показан на рис. 1. (Приложение 1)

1.2. Основные области применения.

Анализатор спектра совместно с антеннами используется для анализа загрузки радиодиапазонов, измерений частоты и относительной интенсивности излучения радиопередающих устройств. Совместно с генераторами сигналов может использоваться для измерений амплитудно-частотных характеристик четырехполосников, измерений параметров модуляции сигналов, измерения уровня гармоник сигнала и интермодуляционных искажений третьего порядка радиоустройств.

В режиме автоматического поискового прибора используется для выявления компонентов излучений, интенсивность которых превышает ранее установленные пользователем значения.

1.3. Нормальные условия применения:

- температура окружающего воздуха $20 \pm 5^\circ \text{C}$;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление 84-106 кПа (630 - 795 мм.рт.ст.)

1.4. Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха от 5 до 40°C ;
- относительная влажность воздуха до 90 % при 25°C ;
- атмосферное давление 70-106,7 кПа (537-800 мм.рт.ст.)

2. Технические данные

2.1. Частотные параметры и характеристики.

2.1.1. Диапазон частот анализатора от 10 кГц до 2200 МГц.

2.1.2. Значения полос автоматической перестройки частоты (полос обзора):

- нижнее значение – 25 кГц (2,5 кГц на деление);
- верхнее значение - 2200 МГц (220 МГц на деление).

2.1.3. Полосы пропускания фильтров ПЧ на уровне минус 3 дБ: 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1000 кГц.

Коэффициент прямоугольности по уровням минус 60 дБ/минус 3 дБ - менее 6:1.

2.1.4. Полосы пропускания видеофильтров 10 Гц, 100 Гц, 10 кГц, 1 МГц.

2.1.5. Частота опорного кварцевого генератора 10 МГц.

2.2. Метрологические характеристики частотных параметров.

2.2.1. Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного кварцевого генератора при:

- начальной установке не более $\pm 5 \cdot 10^{-9}$;
- температурной нестабильности от 5 до 40°C не более $\pm 2 \cdot 10^{-8}$;
- старении не более $5 \cdot 10^{-8}$ за год и не более $2 \cdot 10^{-7}$ за 10 лет.

2.2.2. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты входного синусоидального сигнала ± 10 Гц.

2.2.3. Пределы допускаемой относительной погрешности установки номинальных значений полос автоматической перестройки частоты (полос обзора) не более $\pm 10\%$.

2.2.4. Паразитная девиация частоты гетеродинов в полосе частот 20 Гц – 200 кГц не более 100 Гц.

2.2.5. Погрешность измерения частоты по маркеру:

\pm (погрешность частоты опорного генератора + 0,5 полосы ПЧ + 0,03 полосы обзора).

2.2.6. Пределы допускаемой относительной погрешности номинальных значений полос пропускания ПЧ фильтров $\pm 15\%$, полосы пропускания ПЧ 1кГц $\pm 50\%$

2.3. Амплитудные параметры и характеристики.

2.3.1. Диапазон измерений уровней напряжения, мощности синусоидальных сигналов или спектральных составляющих сигнала не менее 120 дБ. Шкала измерений - логарифмическая. Диапазон шкалы дисплея - 80 дБ.

2.3.2. Диапазон ослабления аттенюатора ВЧ: 30 дБ ступенями по 10 дБ.

2.3.3. Диапазон ослабления аттенюатора ПЧ: 30 дБ ступенями по 10 дБ.

2.3.4. Диапазон установки опорного уровня сигнала от минус 30 дБм до плюс 30 дБм ступенями через 10 дБм.

Метрологические характеристики амплитудных параметров.

2.4.1. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения по маркеру уровней синусоидальных сигналов или спектральных составляющих сигнала в диапазоне от минус 95 дБм до плюс 20 дБм:

- не нормируются в диапазоне частот 10 кГц – 1,5 МГц;

- не более $\pm 2,5$ дБ в диапазоне частот 1,5 – 1500 МГц;

- не более $+ 1$ дБ $\div - 5$ дБ в диапазоне частот 1500 – 2200 МГц

2.4.2. Пределы допускаемой относительной погрешности значений ослабления аттенюатора ВЧ $\pm 1,5$ дБ.

2.4.3. Пределы допускаемой относительной погрешности значений ослабления аттенюатора ПЧ $\pm 0,5$ дБ.

2.4.4. Пределы допускаемой относительной погрешности установки опорного уровня сигнала ± 2 дБ.

2.4.5. Средний уровень собственных шумов в полосе пропускания ПЧ 1 кГц, в полосе обзора 25 кГц и в полосе пропускания видеофильтра 10 Гц, приведенный ко входу анализатора не более минус 105 дБм.

2.4.6. Уровень собственных комбинационных помех не более минус 100 дБм.

Допускается наличие одной комбинационной помехи с уровнем не более минус 80 дБм.

2.4.7. Относительный уровень помех, обусловленных интермодуляционными искажениями 3^{-го} порядка, при воздействии на вход двух синусоидальных сигналов равных амплитуд с уровнем минус 15 дБм и величиной расстройки между ними 2 МГц, не более минус 60 дБ в диапазоне рабочих частот.

2.4.8. Пределы допускаемой основной погрешности логарифмической шкалы дисплея:

- не более $\pm 0,2$ дБ на деление;

- не более $\pm 1,5$ дБ на 8 делений.

2.5. Параметры индикаторного устройства.

2.5.1. Экран - жидкокристаллический дисплей с размером по диагонали 14 см.

2.5.2. Разрешение дисплея по горизонтали 320 пикселей, по вертикали - 240 пикселей.

2.5.3. Разрешающая способность дисплея:

- по частоте - 0,4 %;

- по амплитуде - 0,25 дБ.

2.5.4. На дисплее индицируются:

- центральная частота сигнала;

- измеряемая частота сигнала;

- измеряемый уровень сигнала;

- полоса обзора;
- время перестройки частоты в полосе обзора;
- полоса пропускания ПЧ;
- опорный уровень сигнала, соответствующий верхней горизонтальной линии дисплея;
- уровень ослабления ВЧ аттенюатора;
- ширина полосы видеочастотного фильтра.

2.6. Входные - цепи.

2.6.1. Волновое сопротивление входа – 50 Ом.

2.6.2. КСВН входа не более 2,0 (при положении входного аттенюатора 10 дБ и более).

2.7. Электропитание анализатора.

2.7.1. Питание анализатора осуществляется от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В частотой ($50 \pm 0,5$) Гц и содержанием гармоник до 5 %.

2.7.2. Мощность, потребляемая анализатором от источника питания при номинальном напряжении сети, не более 70 ВА.

2.7.3. Предусмотрено питание анализатора от внешнего источника постоянного тока с напряжением 13,8 В и током потребления до 3 А или от внутреннего аккумулятора 12 В, 7 Ач типа PS – 1270 в буферном режиме. Время работы при исправном, полностью заряженном аккумуляторе и температуре окружающего воздуха 25 °С не менее 1 часа.

2.8. Показатели надежности.

2.8.1. Нароботка на отказ не менее 5000 часов.

2.8.2. Средний срок службы 10 лет.

2.8.3. Гамма-процентный ресурс 10000 часов.

2.8.4. Среднее время восстановления 48 часов.

2.9. Время установления рабочего режима 15 минут.

2.10. Продолжительность непрерывной работы не менее 8 часов.

2.11. Общие параметры.

2.11.1 Масса анализатора – 9 кг.

2.11.2. Габариты 380 x 283 x 150 мм.

3. Состав анализатора.

3.1. Состав анализатора спектра приведен в таблице 1.

Таблица 1.

| Наименование | Обозначение | Кол-во | Примечание |
|---|---------------------------|--------|---|
| 1. Анализатор спектра «СК4-БЕЛАН» | ЕЛКБ.411168.001 | 1 шт. | |
| 2. Шнур питания | | 1 шт. | |
| 3. Розетка | 2 РМ14КП34Г1В1 | 1 шт. | |
| 4. Кабель соединительный | | 1 шт. | |
| 5. Дискета с программным обеспечением | | 1 шт. | |
| 6. Аккумулятор 12 В, 7 Ач | PS – 1270 или аналогичный | 1 шт | Поставляется по согласованию с заказчиком |
| 7. Паспорт | ЕЛКБ.411168.001ПС | 1 шт. | |
| 8. Руководство по эксплуатации, включающее методику поверки | ЕЛКБ.411168.001РЭ | 1шт. | |
| 9. Упаковочная коробка | | 1шт. | |

4. Устройство и работа анализатора

4.1. Принцип действия.

Принцип действия анализатора основан на методе последовательного анализа сигнала. Прибор представляет собой автоматически перестраиваемый супергетеродинный приемник с тройным преобразованием частоты, цифровой обработкой сигнала третьей ПЧ, визуальным представлением изображения амплитудного спектра, цифровым измерением частоты, уровней напряжения, мощности синусоидальных сигналов или спектральных составляющих сигнала.

4.2. Структурная схема прибора.

Структурная схема анализатора спектра приведена на рис. 2. (Приложение 2)

В состав анализатора входят следующие функциональные блоки:

4.2.1. Высокочастотный блок преобразует входной сигнал высокой частоты в сигнал третьей промежуточной частоты 10,7 МГц. Блок обеспечивает необходимое усиление и избирательность по 1^{-ой} и 2^{-ой} промежуточной частоте сигнала.

4.2.2. Блок фильтров обеспечивает основную селекцию сигнала 3^{-ей} промежуточной частоты с помощью электронно-переключаемых фильтров и приведение значений уровней сигналов к логарифмическому виду.

4.2.3. Блок демодуляторов осуществляет демодуляцию АМ и ЧМ сигналов, усиление протектированных сигналов и их прослушивание на встроенный динамик или головные телефоны. Выбор типа демодулятора осуществляется нажатием соответствующей кнопки на передней панели прибора.

4.2.4. Блок управления и обработки управляет синтезатором прямого синтеза частот (DDS), который формирует сетку опорных частот с шагом 0,03 Гц для перестройки ЖИГ – генератора. Управляет работой аттенюаторов ВЧ и ПЧ, обеспечивает переключение полос пропускания в тракте 3^{-ей} ПЧ и частоты среза видеофильтра, задает опорный уровень и формирует изображение на экране дисплея. Осуществляет интерфейсные функции с ЭВМ.

4.2.5. Блок питания выдает питающие напряжения для всех узлов прибора, осуществляет автоматическое подключение аккумулятора при пропадании питающей сети и его подзарядку в буферном режиме.

4.3. Режимы работы анализатора.

4.3.1. Работа в режиме спектроанализатора (SPECTRUM). Отображение на дисплее амплитудного спектра входного сигнала и его параметров при заданных оператором центральной частоте f_c , полосе обзора $\Delta f_{обз}$, полосе ПЧ - $f_{пч}$, полосе видеофильтра, скорости перестройки частоты и установленных режимов работы.

4.3.2. Работа в режиме поискового прибора (SEARCHER). Автоматическая настройка анализатора на частоту сигнала, амплитуда которого превышает заданный оператором пороговый уровень напряжения, мощности синусоидального сигнала или спектральных составляющих сигнала.

4.3.3. Работа в режиме панорамного приемника (TUNER). Демодуляция АМ/ЧМ сигналов с возможностью прослушивания аудиосигнала на встроенный динамик или головные телефоны.

4.4. Работа анализатора.

Поступающий на вход прибора сигнал проходит через аттенюатор, фильтр нижних частот с частотой среза 2,25 ГГц и подается на один из входов 1^{-го} смесителя. На второй вход смесителя поступает сигнал в 1^{-го} гетеродина. Первый гетеродин построен на основе ЖИГ - генератора, работающего в диапазоне частот (2,45 – 2,65) ГГц. ЖИГ – генератор охвачен кольцом автоматической регулировки выходной мощности (АРМ), благодаря чему на выходе усилителя мощности поддерживается постоянный уровень

сигнала плюс 13 дБм с точностью $\pm 0,5$ дБ в диапазоне частот (2,45 – 2,65) ГГц. ЖИГ - генератор синхронизируется с помощью кольца ФАПЧ по сетке опорных частот, вырабатываемых DDS и таким образом может перестраиваться с помощью цифрового блока с шагом 10 Гц в диапазоне частот (2,45 – 2,65) ГГц со скоростью до 2,2 ГГц за 50 мс. После смесителя сигнал проходит через фильтр 2,45 Гц и попадает на смеситель второго гетеродина, настроенного на частоту 2,34 ГГц. После этого смесителя сигнал проходит через фильтр 110,7 МГц и поступает на смеситель третьего гетеродина, настроенного на частоту 100 МГц. С выхода этого смесителя сигнал на частоте 10,7 МГц поступает на вход усилителя ПЧ, и далее через аттенуатор - на блок фильтров ПЧ.

Блок фильтров ПЧ содержит набор из 7 полосовых фильтров на частоту 10,7 МГц с шириной полосы пропускания 1, 3, 10, 30, 100, 300 и 1000 кГц.

Цифровой блок коммутирует сигнал ПЧ на один из этих фильтров. После фильтрации сигнал ПЧ поступает на логарифмический усилитель и блок демодуляторов. В блоке демодуляторов сигнал проходит через усилитель НЧ и поступает на встроенный динамик. С логарифмического усилителя сигнал проходит через блок видеофильтров и поступает на вход АЦП цифрового блока. Блок видеофильтров содержит набор 4 фильтров НЧ с частотой среза 10 Гц, 100 Гц, 10 кГц и 1 МГц.

Для точного определения частоты используется цифровой счетчик. На вход этого счетчика поступает усиленный до логического уровня и пропущенный через ограничитель сигнал ПЧ. При точном определении частоты сигнала прибор находит сигнал с максимальной амплитудой, настраивает высокочастотный блок на его частоту и измеряет с помощью цифрового счетчика частоту сигнала ПЧ. Разница между измеренной счетчиком частотой и величиной 10,7 МГц составляет поправку, которую надо прибавить к значению частоты настройки ВЧ-блока, чтобы получить точное значение частоты принимаемого сигнала. Такой способ определения частоты позволяет измерить частоту с точностью до 10 Гц.

Для получения «живой картинки» на экране прибора необходима высокая скорость перестройки первого гетеродина. В качестве резонатора источника частоты используется гироманитный резонатор на основе железо-иттриевого граната (ЖИГ). Схемотехника, используемая в приборе, позволяет осуществить перестройку со скоростью 10000 частот в секунду. Такая скорость реализована при перестройке частоты в сторону возрастания ее величины (от меньшего значения частоты к большему) и при условии, что соседние значения частоты отстоят друг от друга не более чем на 70 МГц. При перестройке частоты с шагом, превышающим 70 МГц, скорость перестройки снижается примерно в два раза из-за необходимости управления частотой гетеродина по основной катушке ЖИГ - генератора, в цепи регулирования которой в целях уменьшения собственных шумов гетеродина включены довольно большие емкости.

Время обновления спектрограммы на дисплее прибора зависит от ширины спектра, выводимого на экран, и ширины используемых фильтра ПЧ и видеофильтра. Очевидно, что чем ниже частота среза видеофильтра, тем большее время требуется для фильтрации сигнала.

Для всех используемых видеофильтров заранее вычислено необходимое время задержки от перестройки на требуемую частоту до проведения измерения амплитуды сигнала, и эта задержка выполняется автоматически в процессе визуализации спектра. Зависимость времени обновления изображения от ширины спектра и фильтра ПЧ менее очевидна. Понятно, что на экране выводится 250 точек, для прорисовки которых необходимо выполнить 250 измерений амплитуды. Расстояние по горизонтали между соседними точками спектрограммы равно ширине выводимого на дисплей спектра, поделенной на количество точек, выводимых на экран. Если используемый фильтр ПЧ «накрывает» соседние точки на экране, то действительно выполняется 250 перестроек и измерений, но если соседние точки на экране отстоят на величину большую, чем ширина фильтра ПЧ, то измерения производятся с шагом, равным ширине фильтра, а в качестве амплитуды точки экрана принимается ближайшая к этой точке максимальная по величине амплитуда. Например, чтобы отобразить спектр шириной 2,5 МГц с фильтром

ПЧ 10 кГц, надо выполнить $((2500 \text{ кГц}/250 \text{ точек})/10\text{кГц}) \times 250 \text{ точек} = 2500$ перестроек частоты и измерений амплитуды. Такой подход позволяет реализовать отображение на дисплее спектра любой ширины - от 0 Гц (фактически режим осциллографа) до ширины всего частотного диапазона прибора. Причем, время развертки спектра оптимально с точки зрения точности и скорости обновления изображения.

4.5. Конструкция

Анализатор, внешний вид которого показан на рис.1 (Приложение 1), выполнен в виде переносного прибора. Корпус металлический, охлаждение – принудительное с помощью встроенного вентилятора. На передней панели расположены:

- дисплей;
- регулятор настройки;
- кнопки навигации;
- поле кнопок управления режимом измерений с обозначением их функций;
- выключатели сети и аккумулятора;
- входной ВЧ соединитель;
- гнездо для подключения головных телефонов.

На задней панели расположены:

- сетевой предохранитель;
- трехштырьковый разъем для подключения питающей сети;
- разъем для подключения интерфейса RS-232;
- разъем для подключения внешнего источника;
- разъем входа ПЧ;
- разъем выхода ПЧ;
- переключатель для отключения динамической головки.

5. Маркирование и пломбирование.

5.1. Наименование, условное обозначение и товарный знак предприятия-изготовителя анализатора спектра приведены в эксплуатационной документации и нанесены на передней панели.

5.2. Серийный номер и год выпуска (по системе нумерации предприятия-изготовителя) нанесен на задней панели прибора.

5.3. Анализатор пломбируется мастичными пломбами. Пломбирование осуществляется на задней стенке прибора в местах крепления верхней и нижней крышек корпуса.

6. Общие указания по введению в эксплуатацию

6.1. При получении прибора вынуть его из упаковки, очистить от пыли и провести внешний осмотр.

Если прибор перед вскрытием находился в условиях, отличных от рабочих, то необходимо выдержать его в сухом теплом помещении в нормальных условиях не менее 12 часов.

6.2. При внешнем осмотре необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- комплектность;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положений, плавность вращения ручки настройки;

- чистоту соединителей;
- состояние сетевого шнура;
- состояние покрытий и маркировки;
- отсутствие незакрепленных элементов внутри корпуса (на слух при наклоне корпуса).

6.3. При эксплуатации вентиляционные отверстия на корпусе не следует закрывать посторонними предметами.

6.4. Нормальная работа прибора обеспечивается при соответствии внешних условий рабочим условиям эксплуатации, а также при отсутствии на рабочем месте ударов и вибраций.

6.5. При необходимости применения анализатора для измерений в сферах, где средства измерений в соответствии с законом РФ «Об обеспечении единства измерений» подлежат обязательному государственному метрологическому контролю, анализатор должен быть проверен и иметь свидетельство о поверке по форме приложения Проверки средств измерений ПР 50.2.006-94.

7. Указания мер безопасности

7.1. По требованиям электробезопасности анализатор относится к классу защиты 1.

7.2. К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро и радиоизмерительными приборами.

7.3. В случае использования анализатора с другими приборами необходимо соединить их корпуса с зануленным зажимом питающей сети.





7.4. Вскрывать корпус анализатора, включенного в сеть, запрещается.

8. Подготовка к работе

8.1. Перед началом работы внимательно изучите предыдущие разделы настоящего руководства. Строго соблюдайте меры безопасности.

8.2. Ознакомьтесь с назначением и расположением органов управления, изложенных в настоящем разделе.

8.3. Все органы управления расположены на лицевой панели анализатора (рис.1, Приложение 1)

1. Кнопка «сеть» включает-выключает основной преобразователь прибора „ AC-DC “ ((100-240) В, 1,3 А) и зарядку аккумулятора прибора.
2. Кнопка «+12В» включает-выключает прибор при работе от сети (100-240) В в случае включенной подсветки кнопки 1 или при работе от встроенного аккумулятора в случае отключенной подсветки кнопки 1 и при отсутствии напряжения сети;
3. Гнездо для подключения телефонов;
4. Ручка настройки «НАСТРОЙКА» (KNOB);
5. Кнопки навигации:
 - кнопка выбора направления  „ВВЕРХ,,;
 - кнопка выбора направления  „ВНИЗ,,;
 - кнопка выбора направления  „ВПРАВО,,;
 - кнопка выбора направления  „ВЛЕВО“;
6. Кнопки 0...9 для ввода цифровых значений и кнопка десятичной точки[●];
7. Кнопка - (минус) для ввода знака числового параметра;
8. Кнопки ввода единицы измерения частоты ГГц, МГц, кГц и Гц (GHz, MHz, kHz и Hz)
9. Кнопка отмены ошибочного ввода параметра «ОТМЕНА» (ESC);
10. Кнопка ввода параметра «ВВОД» (ENTER);
11. Кнопка ввода центральной частоты «ЧАСТОТА»(FREQ);
12. Кнопка ввода ширины отображаемого на экране прибора спектра «ОБЗОР» (SPAN);
13. Кнопка для ввода шага перестройки центральной частоты прибора «ШАГ» (STEP);
14. Кнопка включения/отключения режима накопления минимальной амплитуды сигнала «АМПЛИТУДА -» (VOL-);
15. Кнопка включения/ отключения режима накопления максимальной амплитуды сигнала «АМПЛИТУДА +» (VOL+);
16. Кнопка для точного измерения частоты максимального по уровню сигнала, отображенного на экране прибора «ИЗМЕРЕНИЕ» (PEAK SEARCH);
17. Кнопка для выбора режима работы «МЕНЮ» (MENU);
18. Кнопка переключения режима демодуляции прибора, используется так же для ввода логических параметров в режиме поиска радиостанций «ЧМ/АМ» (FM/AM);
19. Кнопка для выбора величины затухания, вносимого входным аттенуатором «АТТ» (ATT);

20. Кнопка для выбора значений ослабления в тракте промежуточной частоты «ОП.УР» (REF)
21. Кнопка для выбора полосы пропускания ПЧ фильтра по уровню минус 3 дВ «ПОЛОСА ПЧ» (RBW);
22. Кнопка для выбора полосы пропускания видеофильтра по уровню минус 3дВ «ВИДЕО» (VBW);
23. Кнопка для выбора единиц измерения амплитуды сигнала «РАЗМ.» (DIM);
24. Кнопка «СБРОС» (RESET) предназначена для использования в дальнейших модификациях прибора;
25. Радиочастотный вход

8.4. Управление режимом и индикация при работе прибора в режиме анализатора спектра (режим «SPECTRUM»), и режиме приемника (режим «TUNER»).

8.4.1. Функция анализатора спектра реализуется в приборе, когда на верхней строке дисплея инверсным цветом (белыми буквами на черном фоне) выделена надпись «SPECTRUM», аналогично функция приемника реализуется в приборе, когда на верхней строке выделена надпись «TUNER». На дисплей анализатора выводится обновляемое в реальном времени изображение спектра принимаемого сигнала. Надписи на английском языке и цифры на дисплее отображают параметры режима работы анализатора.

Для включения этого режима, необходимо:

- кнопками навигации или ручкой настройки активизировать надпись «SPECTRUM».
- нажать кнопку «Ввод» (ENTER).

8.4.2. В режиме «SPECTRUM» на дисплей выводятся следующие параметры режима работы анализатора:

- уровень опорного сигнала в dBm, которому соответствует верхняя линия графика - в левом верхнем углу дисплея. Переключение этого уровня выполняется с помощью кнопки «ОП.УР.» (REF) или АТТ.
- функция, выполняемая кнопками навигации и ручкой настройки - в правом верхнем углу дисплея. Переключение этих функций выполняется с помощью кнопки «МЕНЮ» (MENU).
- тип включенного демодулятора (ЧМ или АМ). Переключение демодулятора выполняется кнопкой «ЧМ/АМ» (FM/AM).
- Уровень ослабления сигнала входным аттенюатором. Переключение уровня аттенюации выполняется кнопкой АТТ.
- Ширина фильтра ПЧ. Переключение фильтра ПЧ выполняется кнопкой «ПОЛОСА ПЧ» (RBW).
- Ширина видеофильтра. Переключение видеофильтра выполняется с помощью кнопки «ВИДЕО» (VBW).
- CENTR-центральная частота обзора полосы анализа радиочастотных сигналов.
- SPAN-величина полосы анализа радиочастотных сигналов.
- STEP-шаг изменения одного из параметров при управлении ручкой настройки.
- MARK-указатель частоты, представляет собой маленький ромбик.
- LEVEL - амплитуда сигнала, измеренная на частоте, на которую указывает указатель частоты MARK.
- SWT - время обновления спектра сигнала.

8.4.3. Установка центральной частоты спектра.

Перестроить центральную частоту спектра сигнала Вы можете несколькими способами:

1. Нажать кнопку «ЧАСТОТА» (FREQ) (при этом клавиши навигации будут переназначены на управление частотой) и ввести с помощью цифровой клавиатуры требуемую величину центральной частоты. Затем, чтобы прибор перестроился на введенную вами величину, нажмите одну из кнопок единицы измерения частоты «ГГц, МГц, кГц или Гц» (GHZ, MHZ, kHz или HZ) или нажмите кнопку «ВВОД» (ENTER), если хотите, чтобы введенное вами число воспринималось прибором как частота, выраженная в мегагерцах.
2. Если в правом верхнем углу дисплея выведена надпись CENTR, то перестройку центральной частоты можно производить с помощью кнопок навигации и ручки настройки. При вращении ручки настройки и нажатии кнопок навигации “стрелка вправо”, “стрелка влево” центральная частота перестраивается в сторону увеличения или, соответственно, уменьшения центральной частоты на величину шага изменения частоты. Шаг изменения частоты выведен в нижней части экрана рядом со словом STEP.
3. Если в правом верхнем углу дисплея выведена надпись MENU, то с помощью кнопок навигации переместить курсор в нижнюю часть экрана на строку CENTR и ввести с помощью цифровой клавиатуры требуемую величину центральной частоты. Затем, чтобы прибор перестроился на введенную вами величину, нажмите одну из кнопок единицы измерения частоты «ГГц, МГц, кГц или Гц» (GHZ, MHZ, kHz или HZ) или нажмите кнопку «ВВОД» (ENTER), если хотите, чтобы введенное вами число воспринималось прибором как частота, выраженная в мегагерцах.
4. Нажать кнопку «ИЗМЕРЕНИЕ» (PEAK SEARCH). Прибор перестроит центральную частоту на сигнал, имеющий максимальную амплитуду среди частот, отображенных на изображении спектра.

8.4.4. Изменение полосы обзора

Изменение полосы анализа в дальнейшем будем называть „спаном“ (SPAN).

1. Нажать кнопку «Обзор» (SPAN) и ввести с помощью цифровой клавиатуры требуемую величину. Затем, чтобы прибор воспринял введенную вами величину, нажмите одну из кнопок единицы измерения частоты «ГГц, МГц, кГц или Гц» (GHZ, MHZ, kHz или HZ) или нажмите кнопку ENTER, если хотите, чтобы введенное вами число воспринималось прибором как ширина полосы, выраженная в мегагерцах.
2. Если в правом верхнем углу дисплея выведена надпись SPAN, то изменение величины SPAN можно производить с помощью кнопок навигации и ручки настройки. При вращении ручки настройки и нажатии кнопок навигации “стрелка вправо”, “стрелка влево” величина SPAN изменяется в сторону увеличения или, соответственно, уменьшения на величину шага изменения частоты. Шаг изменения частоты выведен в нижней части экрана рядом со словом STEP.
3. Если в правом верхнем углу дисплея выведена надпись MENU, то с помощью кнопок навигации переместить курсор в нижнюю часть экрана на строку SPAN и ввести с цифровой клавиатуры требуемую величину SPAN. Затем, чтобы прибор воспринял введенную вами величину, нажмите одну из кнопок единицы измерения частоты «ГГц, МГц, кГц или Гц» (GHZ, MHZ, kHz или HZ) или нажмите кнопку ENTER, если хотите, чтобы введенное вами число воспринималось прибором как ширина полосы, выраженная в мегагерцах.

Примечание: При установке величины SPAN „0“ МГц возможно прослушивание через головные телефоны модулирующих сигналов, так же как в режиме „TUNER“. Разница будет лишь в форме отображения сигнала на экране индикатора.

8.4.5. Установка шага изменения частоты

Шаг изменения частоты - параметр, величина которого отображается в нижней части экрана в строке STEP. Этот параметр используется при перестройке центральной частоты и изменении величины SPAN с помощью ручки управления и кнопок навигации.

Установить шаг изменения частоты Вы можете несколькими способами:

1. Нажать кнопку «ШАГ» (STEP) и ввести с помощью цифровой клавиатуры требуемую величину. Затем, чтобы прибор воспринял введенную вами величину, нажмите одну из кнопок единицы измерения частоты «ГГц, МГц, кГц или Гц» (GHZ, MHz, kHz или Hz) или нажмите кнопку «ВВОД» (ENTER), если хотите, чтобы введенное вами число воспринималось прибором как частота, выраженная в мегагерцах.
2. Если в правом верхнем углу дисплея выведена надпись MENU, то с помощью кнопок навигации переместить курсор в нижнюю часть экрана на строку STEP и ввести с цифровой клавиатуры требуемую величину шага с помощью цифровых кнопок и кнопки десятичной точки. Затем, чтобы прибор воспринял введенную вами величину, нажмите одну из кнопок единицы измерения частоты «ГГц, МГц, кГц или Гц» (GHZ, MHz, kHz или Hz) или нажмите кнопку «ВВОД» (ENTER), если хотите, чтобы введенное вами число воспринималось прибором как частота, выраженная в мегагерцах.

8.4.6. Управление маркером частоты.

Маркер частоты - ромбовидная метка, выводимая на изображении спектра сигнала. Чтобы эта метка появилась на дисплее прибора, Вы должны нажать кнопку «МЕНЮ» (MENU), выбрать с помощью клавиш навигации в появившемся меню позицию MARK и нажать кнопку «ВВОД» (ENTER).

Маркер “привязан” к амплитуде сигнала, соответствующего частоте, на которую маркер указывает на спектре. Для перемещения маркера по экрану вправо или влево можно использовать ручку настройки или кнопки навигации. Причем ручка настройки и кнопки навигации “стрелка вправо”, “стрелка влево” перемещают маркер на одну позицию вправо или влево соответственно, а кнопки навигации “стрелка вверх”, “стрелка вниз” перемещают маркер на локальный максимум амплитуды вправо или, соответственно, влево от центральной частоты и устанавливают в качестве центральной частоты значение этого максимума. Если в требуемом направлении нет локального максимума (амплитуда плавно убывает), то в качестве центральной частоты принимается крайнее значение частоты на экране прибора.

Эти кнопки удобно использовать в режиме приемника для перестройки “скачками” по станциям.

Нажатие кнопки «ВВОД» (ENTER) в режиме отображения маркера, приведет к перестройке центральной частоты прибора на частоту, на которую указывает маркер.

В нижней части экрана выводится частота, на которую указывает маркер (в строке MARK) и амплитуда сигнала, измеренного на этой частоте.

8.4.7. Установка полосы фильтра ПЧ.

Вы можете изменить полосу пропускания фильтра ПЧ, если нажмете на кнопку «ПОЛОСА ПЧ» (RBW), в выпавшем меню с помощью клавиш навигации выберете требуемую величину фильтра и нажмете кнопку «ВВОД» (ENTER). Полосовой фильтр может иметь следующие полосы пропускания: 1 кГц, 3 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 100 кГц, 300 кГц, 1000 кГц. Ширина полосы пропускания фильтра выводится на дисплей справа от изображения спектра рядом со словом RBW.

8.4.8. Переключение полосы видеофильтра.

Вы можете изменить полосу пропускания видеофильтра, если нажмете на кнопку «ВИДЕО» (VBW), в выпавшем меню с помощью клавиш навигации выберете требуемую величину фильтра и нажмете кнопку «ВВОД» (ENTER). Видеофильтр может иметь следующие полосы пропускания: 10 Гц, 100 Гц, 10 кГц, 1000 кГц. Ширина полосы пропускания фильтра выводится на дисплей справа рядом со словом VBW.

8.4.9. Переключение аттенюатора ВЧ.

Вы можете изменить уровень аттенюации входного сигнала, если нажмете на кнопку АТТ, в выпавшем меню с помощью клавиш навигации выберете требуемую величину аттенюации и нажмете кнопку «ВВОД» (ENTER). Уровень аттенюации изменяется ступенчато и может принимать следующие значения: 30dB\20dB\10dB\0dB. При изменении уровня аттенюации возможно изменение уровня максимального принимаемого сигнала, это значение можно скорректировать с помощью кнопки REF. Уровень аттенюации сигнала выводится на дисплей справа от изображения спектра рядом со словом АТТ.

8.4.10. Переключение ослабления в тракте ПЧ.

Вы можете изменить величину ослабления сигнала на последней промежуточной частоте, если нажмете на кнопку «ОП.УР.» (REF), в выпавшем меню с помощью клавиш навигации выберете требуемую величину максимального сигнала и нажмете кнопку «ВВОД» (ENTER). Величина ослабления сигнала изменяется ступенчато через 10 dB от 0 до 30 dB. Уровень максимального сигнала выводится над изображением спектра рядом со словами REF. Ему соответствует верхняя линия сетки сигнала.

8.4.11. Установка единиц измерения амплитуды.

Чтобы изменить единицу измерения амплитуды сигнала Вы можете нажать на кнопку «РАЗМ.» (DIM). Амплитуда сигнала может быть выражена в dBm, mW и V. Единица измерения амплитуды сигнала выводится в нижней части экрана рядом со значением амплитуды. В случае отображения уровня сигнала в mW и V достоверно выводятся уровни сигналов, не превышающих 0 dBm.

9. Работа с анализатором в режиме «SPECTRUM», «TUNER» и «SEARCHER»

Включите прибор, нажав последовательно с некоторым интервалом (~ 1 сек.) сначала кнопку «СЕТЬ», а затем кнопку «+12 В» (экран включен). После этого нажмите кнопку «ВВОД» (ENTER).

9.1. Работа с анализатором в режиме «SPECTRUM».

9.1.1 Установите режим исследования и измерения в следующем порядке:

- значение центральной частоты кнопкой «ЧАСТОТА» (FREQ);
- полосу обзора $\Delta f_{\text{обзора}}$ кнопкой «ОБЗОР» (SPAN);
- полосу фильтра ПЧ $\Delta f_{\text{пч}}$, равную 0,03 от полосы обзора или 1 МГц, если $0,03 \Delta f_{\text{обзора}} > 1$ МГц, кнопкой ПОЛОСА ПЧ. (RBW);
- полосу видеофильтра, равную 0,01 $\Delta f_{\text{обзора}}$, кнопкой «ВИДЕО» (VBW);
- ослабление аттенюатора ВЧ 10 дБ кнопкой «АТТ»;
- опорный уровень мощности 0 дБм кнопкой «ОП.УР.» (REF);
- единицу измерения амплитуды кнопкой «РАЗМ» (DIM).

9.1.2. Подайте измеряемый сигнал и наблюдайте амплитудный спектр в заданной полосе обзора и заданном начальном диапазоне значений мощности от 0 дБм до - 80 дБм.

Если мощность больше чем 1 мВт, то введите дополнительно ослабление ВЧ аттенюатора, нажав кнопку «АТТ» или (и) «ОП.УР» (REF), выбирая нужный опорный уровень кнопками навигации или ручкой настройки. После выбора нажать кнопку «ВВОД» (ENTER)

9.1.3. Измерение частоты и мощности отдельного спектрального компонента - линии спектра, производится следующими способами.

9.1.4. Установите опорный уровень таким, чтобы верх линии располагался максимально близко, но несколько меньше опорного уровня и произведите отсчет частоты и мощности, исходя из цены деления экрана по мощности и частоте. Если мощность менее 1 мкВт (- 30 дБм), то возможность регулировки опорного уровня вниз исчерпана.

9.1.5. Для более точного измерения частоты и мощности отдельной линии спектра уменьшите полосу обзора так, чтобы линия имела максимальную амплитуду на экране среди других линий. Для этого:

- измерьте по п. 9.4.1. частоту $f_{изм}$;
- установите центральную частоту равной $f_{изм}$;
- установите полосу фильтра ПЧ, исходя из стабильности частоты измеряемого напряжения, так, чтобы $\Delta f_{пч} \geq \Delta f_{изм}$, где $\Delta f_{изм}$ - нестабильность частоты измеряемого сигнала за время измерения;
- установите полосу видеофильтра, исходя из требуемого уровня шумов, такую, чтобы мощность шумов по дисплею была на 10 дБ меньше, чем мощность измеряемого сигнала;

Нажмите кнопку «Поиск». Анализатор автоматически настраивается на частоту, при которой амплитуда максимальна, и через несколько секунд на нижнем поле дисплея против надписи CENTER появится численное значение частоты линии, которая теперь расположена в центре дисплея ниже мощности.

ВНИМАНИЕ! Для верного оценивания по изображению на дисплее отношения мощностей отдельных спектральных компонентов с погрешностями, указанными в паспорте, должны выполняться следующие соотношения:

$$\begin{aligned}\Delta f_{обз} &\leq 100 \Delta f_{пч} \\ \Delta f_{шага} &\leq 0,5 \Delta f_{пч}\end{aligned}$$

$\Delta f_{шага}$ - шаг перестройки частоты (STEP)

9.1.6. Минимизация и максимизация амплитуды.

Чтобы уменьшить влияние шумов на результат измерения мощности в режиме «Поиск», применяется «минимизация» амплитуды. Чтобы выявить и зафиксировать нестационарные радиоимпульсные сигналы, применяется «максимизация» амплитуды.

Для точного определения частоты сигнала с максимальной амплитудой нажмите на кнопку «ИЗМЕРЕНИЕ» (PEAK SEARCH). Прибор установит в качестве центральной частоты сигнал с максимальной амплитудой, присутствующей на изображении спектра.

9.2. Работа с анализатором в режиме приемника (TUNER).

Режим TUNER предназначен для прослушивания принимаемых прибором модулирующих сигналов через головные телефоны. Параметры работы прибора и порядок их переключения совпадает с режимом SPECTRUM (см. пункт 8.4.). Отличие от режима SPECTRUM в том, что после вывода на дисплей изображения спектра, зафиксированного в данный момент времени, прибор настраивается на центральную частоту и прекращает сканирование. Чтобы получить следующий одномоментный „слепок“ спектра надо нажать на кнопку «ВВОД» (ENTER). Переключение демодулятора ЧМ или АМ осуществляется с помощью кнопки «ЧМ/АМ» (FM/AM). Для обеспечения хорошего качества воспроизведения модулирующих сигналов надо правильно выбрать полосу пропускания ПЧ тракта - полосу ПЧ (RBW).

9.2.1. Установите режим «TUNER» как указано в пункте 8.4.

9.2.2. Установите режим прослушивания, для чего:

- выберите тип демодулятора;
- выберите полосу пропускания фильтра ПЧ в зависимости от вида сигнала (узкополосная ЧМ или широкополосная);
- включите громкоговоритель или подключите головные телефоны.

9.3. Работа с анализатором в режиме поискового прибора («SEARCHER»).

Режим поискового прибора (SEARCHER) используется для выявления рабочих частот устройств несанкционированного съема информации (радиозакладок).

В этом режиме реализован алгоритм поиска рабочих частот радиосигналов, амплитуды которых превышают заданный оператором пороговый уровень и которые отсутствуют в списке легальных радиосигналов. Процесс поиска (сканирования) заданного диапазона можно выполнить несколько раз (от одного до 255) или зациклить, чтобы он выполнялся непрерывно. Анализируемый диапазон частот можно разбить на несколько (до восьми) поддиапазонов, в каждом из которых может быть установлен свой пороговый уровень и уровни аттенюации входного сигнала и ослабления сигнала на последней промежуточной частоте. Процесс сканирования может быть прерван либо вводом оператором новой команды, либо прекращен автоматически по окончании требуемого количества циклов сканирования, либо автоматически прерван при обнаружении в процессе сканирования не зарегистрированного радиосигнала. В процессе сканирования частота радиосигнала определяется с точностью 10 кГц. Следует заметить, что при измерении частоты с помощью встроенного частотомера частоту можно определить с точностью ± 10 Гц. Время сканирования диапазона шириной 2 ГГц не превышает 10 сек. В процессе сканирования оператор в любой момент может включить или отключить режим индикации сканируемой панорамы на дисплее прибора. В режиме вывода панорамы время сканирования диапазона 2 ГГц увеличивается до полутора - двух минут.

Для управления процессом поиска предназначены несколько подрежимов (далее будем называть их режимами). Названия этих режимов выводятся на вторую сверху строку дисплея. Переключение в эти режимы работы и индикация текущего режима осуществляется так же, как и в случае переключения в режим TUNER или SPECTRUM, то есть переводом курсора дисплея с помощью кнопок навигации на требуемый режим и нажатием кнопки «ВВОД» (ENTER).

Прежде чем описывать режимы управления поиском, следует сказать несколько слов о стратегии хранения и обработки частот в режиме поиска. Рабочие частоты радиосигналов хранятся в виде пары: начальная и конечная частота. Начальная частота

может совпадать с конечной, но никогда не превышает ее. В памяти прибора есть 3500 ячеек для хранения рабочих частот (в каждую ячейку записывается одна пара: начальная и конечная частота). В эти ячейки Вы можете записать любое количество частот или диапазонов частот легальных радиосигналов, на которые не следует обращать внимание в процессе поиска. В оставшиеся свободными ячейки прибор будет записывать частоты, обнаруженные в процессе поиска. Таким образом, в приборе поддерживается два списка. В одном списке записаны частоты или диапазоны частот, которые следует игнорировать при поиске радиозакладок (в дальнейшем будем называть его список режектированных частот), а в другом - список частот, обнаруженных в процессе поиска, организованный в виде списка частот или диапазонов частот. В первом случае начальная и конечная частота совпадают (в дальнейшем будем называть его списком обнаруженных частот). Любая частота может присутствовать только в одном из этих списков. Например, если в списке обнаруженных была частота 105.7-105.7 МГц, то, после ввода в список режектированных частот диапазона 105.0-106 МГц, частота 105.7-105.7 МГц из списка обнаруженных будет автоматически удалена.

Списки частот хранятся в, так называемой, ФЛЭШ памяти прибора и не пропадают после отключения питания. Запись в эту память длится порядка 2 сек., в течение которых ввод новых команд оператором приостанавливается. Запись производится после прекращения процесса поиска командой оператора или нажатия кнопки «ВВОД» (ENTER) в режиме ввода параметров поиска (MODE).

Следует отметить, что в режиме TUNER или SPECTRUN Вы можете нажатием одной кнопки перестраиваться на обнаруженные частоты в порядке возрастания или убывания их величины. Для этого надо нажать на кнопку «ЧАСТОТА» (FREQ), чтобы назначить кнопкам навигации функцию управления центральной частотой (надпись CENTR в правом верхнем углу дисплея). В этом случае нажатие на кнопку “стрелка вверх” приведет к записи в качестве центральной частоты значения обнаруженной частоты, величина которой больше текущей центральной частоты, а нажатие на кнопку “стрелка вниз”, соответственно, приведет к записи в качестве центральной частоты значения обнаруженной частоты, величина которой меньше текущей центральной частоты. Если выше или, соответственно, ниже центральной частоты нет обнаруженных частот, изменения центральной частоты не происходит.

Рассмотрим назначение подрежимов режима поиска SEARCHER:

1. Режим MODE используется для ввода параметров поиска: начальной и конечной частоты диапазона поиска, уровня порога обнаружения для этого диапазона и т.п.
2. Режим SKIPPED используется для просмотра и изменения списка режектированных частот. Так же в этом режиме вы можете очистить оба списка (режектированных и обнаруженных) частот.
3. Режим FOUND используется для просмотра и изменения списка обнаруженных частот. В этом же режиме Вы можете перенести любую частоту из списка обнаруженных в список режектированных или очистить список обнаруженных частот.
4. Режим START включает процесс поиска радиосигналов.

Для поиска радиозакладок в помещении можно предложить следующую последовательность действий:

1. В режиме SPECTRUM оценить уровень шумов в различных диапазонах. В режиме MODE можно установить до восьми диапазонов поиска со своим порогом определения. Уровень шума потребуется для установки точного порога определения в каждом диапазоне.

2. В режиме SKIPPED ввести диапазоны легальных радиосигналов. Как уже упоминалось, каждый диапазон описывается начальной и конечной частотой.
3. В режиме MODE ввести описание диапазонов поиска с порогом обнаружения, на 5-6 dB превышающим уровень шумов в соответствующем диапазоне. Параметр ALARM режима поиска установить в значение N, чтобы предварительный просмотр диапазонов не прерывался. Количество просмотров диапазонов "COUNT" установить большой величины, например, 100.
4. Перейти в режим START и дождаться окончания процесса предварительного поиска. В случае однократного просмотра диапазона шириной 2 ГГц прибору требуется менее 1 сек., в случае стократного просмотра диапазона такой ширины потребуется время менее двух минут. По окончании просмотра прибор перейдет в режим SPECTRUM.
5. Проанализировать полученные в процессе предварительного поиска частоты на предмет принадлежности к радиозакладкам. Для этого можно в режиме SPECTRUM просмотреть спектры этих сигналов, а в режиме TUNER или в режиме SPECTRUM со знаком равным „0“, прослушать передаваемую на этих частотах информацию. Частоты, принадлежащие легальным станциям, перенести из списка обнаруженных в список режектированных с помощью режима FOUND. Оставшиеся частоты принадлежат закладным устройствам. Локализовать эти устройства можно с помощью узконаправленной антенны на соответствующий диапазон по максимуму сигнала, принимаемого в режиме SPECTRUM. Внутри помещения следует учитывать возможную интерференцию сигналов и "стоячие" волны.
6. В режиме MODE параметр ALARM режима поиска установить в значение Y, а количество просмотров диапазонов COUNT установить в 0 для непрерывного сканирования. Перейти в режим START. После этого прибор будет непрерывно сканировать исследуемые диапазоны и немедленно после обнаружения неизвестной станции настроится на ее частоту и перейдет в режим SPECTRUM. Чтобы привлечь внимание оператора, прибор подаст непрерывный звуковой сигнал, который прекратится после нажатия любой кнопки на лицевой панели.
7. Для облегчения идентификации станций пункт 4 настоящих рекомендаций можно выполнить в помещении, находящемся достаточно далеко от исследуемого помещения (1-2 км), заведомо свободного от радиозакладок, но имеющего сходные условия приема радиосигналов (высота над поверхностью земли, материал стен, размеры помещения, окон и дверных проемов, ориентация окон по сторонам света, высотность и расположение соседних строений).

9.3.1. Работа анализатора в режиме MODE

Режим MODE используется для ввода следующих параметров поиска:

1. Начальной и конечной частоты диапазона поиска (до восьми диапазонов);
2. Уровня порога обнаружения для разных диапазонов частот при поиске;
3. Уровня ослабления входного сигнала и уровня ослабления сигнала на ПЧ для разных диапазонов частот;
4. Количества циклов сканирования диапазонов;
5. Включение или отключение режима прерывания поиска после обнаружения незарегистрированного радиосигнала.

После перехода в этот режим на дисплей выводится таблица диапазонов поиска, а курсор устанавливается на параметр COUNT. В качестве этого параметра Вы можете ввести количество циклов сканирования (любое число от 1 до 255). Значение 0 означает, что необходимо сканировать непрерывно.

Следующий параметр на этой строке - ALARM. Этот параметр может принимать одно из двух значений Y или N. Для переключения этого параметра следует использовать кнопку «ЧМ/АМ» (FM/AM). Значение Y в этом параметре означает, что надо прервать сканирование при обнаружении первого незарегистрированного сигнала. Значение N означает, что прерывать сканирование не надо, а следует записать частоту обнаруженной станции в список обнаруженных.

Ниже на дисплее располагается таблица с описанием сканируемых поддиапазонов. Каждая строка таблицы соответствует одному из сканируемых поддиапазонов. Перемещая курсор по таблице, с помощью кнопок навигации, Вы можете последовательно ввести следующие параметры поддиапазона сканирования:

1. В колонке BEGIN FREQ и END FREQ - значения начальной и конечной частоты диапазона поиска ;
2. В колонке CUT - уровень порога обнаружения для диапазона поиска, выраженный в dBm;
3. В колонке ATT и REF – опорный уровень входного сигнала, который соответствует уровню сигнала при определении порога обнаружения;
4. В колонке RBW - ширину используемого в процессе сканирования фильтра ПЧ (чем шире фильтр - тем более слабые сигналы фиксируются);
5. В колонке IN USE - признак использования данной строки диапазона в процессе сканирования, с помощью кнопки «ЧМ/АМ» (FM/AM). Значение Y означает, что данный диапазон будет сканироваться.

Обращаем Ваше внимание, что, по крайней мере, в одной из строк в колонке IN USE должно стоять значение Y.

Чтобы назначить уровни аттенюации и признак использования диапазона, курсор должен быть установлен в колонке IN USE на соответствующей строке, а для установки начальной и конечной частоты и уровня обнаружения надо установить курсор в соответствующую колонку и на соответствующую строку.

Начальная частота диапазона должна быть меньше конечной частоты, иначе сканирование такого диапазона производиться не будет.

Команда START начинает сканирование диапазонов частот, описание которых находится в таблице режима поиска MODE. Диапазоны будут сканироваться столько раз, сколько указано в строке COUNT режима MODE. Если в этой строке указан 0, то сканирование будет производиться в режиме бесконечного цикла. Обращаем Ваше внимание, что хотя бы один диапазон в режиме MODE должен иметь установленный признак Y в колонке IN USE, иначе сканирование производиться не будет.

После перехода в режим сканирования на экран выводится панорама сканируемого диапазона. В строке SWEEP TIME выводится время, затраченное на сканирование диапазона. В любой момент Вы можете включить или выключить режим отображения сканируемой панорамы (правда этот режим существенно увеличит время сканирования). Для включения или выключения режима отображения сканируемой панорамы надо нажать кнопку «ЧМ/АМ» (FM/AM). В режиме отображения сканируемой панорамы на экран выводится значение сканируемой в текущий момент частоты.

В любой момент Вы можете прервать режим сканирования. Для этого достаточно с помощью клавиш навигации переместить курсор на название нового режима в верхней строке экрана и нажать кнопку «ВВОД» (ENTER).

Сканирование диапазонов может прекратиться в трех случаях:

1. Диапазоны просканированы требуемое число раз;
2. Оператор установил признак Y в строке ALARM режима MODE и в процессе сканирования обнаружен сигнал, превышающий пороговое значение, и частота такого сигнала не принадлежит ни одному режектированному диапазону или частоте из списка обнаруженных;
3. Оператор прервал сканирование нажатием кнопки «ВВОД» (ENTER) (при этом будет произведено переключение прибора в режим, на название которого указывает курсор).

Во втором случае прибор подает звуковой сигнал для привлечения внимания оператора. Звуковой сигнал прекратится после нажатия на кнопку «ВВОД» (ENTER), а прибор будет переключен в режим SPECTRUM с центральной частотой, равной обнаруженной и „спаном“ 5 МГц.

9.3.2. Работа анализатора в режиме SKIPED.

Режим SKIPED предназначен для просмотра и управления списком режектированных частот. После перевода прибора в этот режим работы на дисплей прибора будет выведена таблица, содержащая границы режектируемых диапазонов. На третьей сверху строке дисплея будут выведены названия команд CLEAR ALL и NEXT. Для выполнения этих команд Вы должны переместить курсор с помощью кнопок навигации на название соответствующей команды и нажать кнопку «ВВОД» (ENTER).

Команда NEXT предназначена для листания списка режектированных диапазонов. После перевода прибора в режим SKIPED на экран выводится таблица с первыми восемью режектированными диапазонами. Выполнение команды NEXT приводит к выводу следующих восьми режектированных диапазонов и так далее, пока все диапазоны не будут выведены на экран. После этого вместо параметров диапазонов на экран будут выведены нулевые значения.

Команда CLEAR ALL предназначена для очистки списка режектированных и обнаруженных частот. Эта команда стирает все частоты из памяти прибора, так как при этом происходит обновление ФЛЭШ памяти, и прибор примерно на две секунды перестает реагировать на кнопки управления.

Режектированные диапазоны выводятся в виде таблицы из трех колонок. В колонку BEGIN FREQ записывается частота, начинающая режектированный диапазон. В колонку END FREQ – частота, заканчивающая режектированный диапазон. Колонка IN USE предназначена для ввода команды на исключение диапазона из списка режектированных. Чтобы исключить такой диапазон из списка режектированных, Вы должны вывести строку с описанием этого диапазона на экран (возможно потребует использовать команду NEXT для листания диапазонов), переместить курсор с помощью клавиш навигации в соответствующую строку таблицы в колонку IN USE, нажать кнопку «ЧМ/АМ» (FM/AM) прибора (это изменит букву Y на N в этой колонке) и нажать кнопку «ВВОД» (ENTER). Примерно через 2 сек. указанная Вами частота будет исключена из списка режектированных.

Вы можете удалить одновременно несколько режектированных диапазонов. Для этого надо ввести в качестве границ диапазона частоты, которые охватывают (возможно даже

с некоторым запасом) исключаемые режектированные диапазоны, выставить в колонке IN USE букву N и нажать «ВВОД» (ENTER).

Для ввода новой частоты в список режектированных Вы должны в любой строке таблицы ввести начальную и конечную частоту режектируемого диапазона в соответствующей колонке и нажать кнопку «ВВОД» (ENTER).

Если Вы удаляете диапазон, верхняя или нижняя граница которого лежит внутри режектированного диапазона, но не перекрывает его, то такой диапазон не будет удален.

Обращаем Ваше внимание, что при вводе нового диапазона начальная частота вводимого диапазона не должна превышать конечной частоты, но может быть ей равна. Если при этом возникает пересечение с уже введенными диапазонами, то диапазоны сливаются или, если требуется, происходит поглощение меньшего диапазона большим. Если новый диапазон “накрывает” частоту из списка обнаруженных, то “накрытая” частота будет удалена из списка обнаруженных.

9.3.3. Работа анализатора в режиме FOUND.

Режим FOUND предназначен для просмотра и управления списком обнаруженных частот. После перевода прибора в этот режим работы на дисплей прибора будет выведена таблица, содержащая список частот, уровень сигналов на которых превышает пороговый. На третьей сверху строке дисплея будут выведены названия команд CLEAR ALL, NEXT и SKIP ALL. Для выполнения этих команд Вы должны переместить курсор с помощью кнопок навигации на название соответствующей команды и нажать кнопку «ВВОД» (ENTER).

Команда NEXT предназначена для листания списка обнаруженных частот. После перевода прибора в режим FOUND на экран выводится таблица с первыми восемью обнаруженными частотами. Выполнение команды NEXT приводит к выводу следующих восьми обнаруженных частот и так далее, пока все частоты не будут выведены на экран. После достижения конца списка на экран будут выведены нулевые значения.

Команда CLEAR ALL предназначена для очистки списка обнаруженных частот. Эта команда стирает такие частоты из памяти прибора, но оставляет неизменным список режектированных диапазонов, так как при этом происходит обновление ФЛЭШ памяти и прибор при этом на несколько секунд перестает реагировать на кнопки управления. Обращаем Ваше внимание на то, что эта команда может выполняться довольно длительное время в случае большого количества удаляемых из списка частот. Например, несколько сотен частот удаляется примерно за 10 минут. Временные затраты на удаление - плата за высокую скорость сканирования. Гораздо быстрее выполняется команда CLEAR ALL в режиме SKIPPED. Правда, в режиме SKIPPED эта команда удаляет кроме обнаруженных частот еще и режектированные диапазоны.

Команда SKIP ALL предназначена для переноса всех частот из списка обнаруженных в список режектированных диапазонов. Эта команда позволяет легко организовать сравнение загрузки радиодиапазонов при поиске радиозакладок. Например: Вы можете выполнить несколько циклов сканирования в помещении заведомо свободном от закладных устройств, но имеющего сходные условия приема радиосигналов с исследуемым (высота над поверхностью земли, материал стен, размеры помещения, окон и дверных проемов, ориентация окон по сторонам света, высотность и расположение соседних строений). Затем, выполните команду SKIP ALL, чтобы перенести описания всех обнаруженных легальных радиосигналов в список режектированных частот. После этого прибор можно включить на сканирование в исследуемом помещении.

Большинство легальных станций будет режектировано и это резко сократит число сигналов, которые необходимо проверить на принадлежность к закладным устройствам.

Обнаруженные частоты выводятся в виде таблицы из трех колонок. Числа в колонке BEGIN FREQ и END FREQ совпадают и являются значением обнаруженной частоты. Колонка SKIP предназначена для ввода команды на перенос соответствующей обнаруженной частоты в список режектированных частот. Это может понадобиться, например, если при поиске закладных устройств обнаружена частота, принадлежащая легальной радиостанции. Чтобы внести такую частоту в список режектированных и автоматически исключить ее из списка обнаруженных, Вы должны вывести строку с этой частотой на экран (возможно потребуется использовать команду NEXT для листания диапазонов), переместить курсор с помощью клавиш навигации в соответствующую строку таблицы в колонку SKIP, нажать кнопку «ЧМ/АМ» (FM/AM) прибора. Это изменит букву Y на N в колонке SKIP. Если после этого нажать кнопку «ВВОД» (ENTER), то примерно через 2 сек. указанная Вами частота будет исключена из списка обнаруженных и внесена в список режектированных.

9.4. Управление от ЭВМ

Управления прибором от ЭВМ осуществляется по стандартному интерфейсу RS-232 (последовательный порт). Разъем для подключения прибора к ЭВМ находится на задней панели прибора. В соединяющем прибор и ЭВМ шлейфе должны быть соединены:

- контакт 2 разъема с сигналом TXD (передаваемые данные) последовательного порта ЭВМ;
- контакт 3 разъема с сигналом RXD (принимаемые данные) последовательного порта ЭВМ;
- контакт 7 разъема с сигналом SG (информационная земля) последовательного порта ЭВМ;

Обращаем Ваше внимание на то, что в разьеме управления прибором контакты 4 и 5 соединены, на контакт 11 и 13 выведен звуковой сигнал, контакт 12 соединен с землей прибора.

Последовательный порт ЭВМ настраивается на работу в следующем режиме: скорость передачи - 19200 бит/с, один стартовый бит, два стоповых бита, без контроля четности.

Сеанс управления прибором «Белан» по последовательному порту должен начинаться посылкой команды включения удаленного доступа (код- 0x30), а завершаться – командой отключения удаленного доступа (код - 0x31).

Для управления прибором предназначены две основные команды:

1. Команда настройки прибора на требуемую частоту и измерение амплитуды сигнала на этой частоте;
2. Команда включения требуемых уровней аттенюации, ослабления по ПЧ, ширины фильтра ПЧ и видеофильтра с измерением амплитуды принимаемого прибором сигнала.

Длина этих команд 4 байта, первым передается всегда старший байт. По окончании выполнения команды прибор передает в ЭВМ ответ длиной 1 байт. Ответ содержит измеренную амплитуду сигнала, выраженную в dBm, умноженную на минус 1, упакованную в число длиной 1 байт.

Команда настройки прибора на требуемую частоту должна содержать требуемую частоту настройки прибора в двоичном виде с точностью до 10 Гц. В двух старших битах команды должен быть установлен префикс 10.

Например, для настройки на частоту 105.7 МГц надо послать следующие 4 байта:

0x80,0xA1,0x49,0x10.

$105.7 \text{ МГц} = 10570000 * 10 \text{ Гц} = (0xA14910) * 10 \text{ Гц}$

Команда включения уровней аттенюации и т.п. должна содержать:

- в двух старших битах код 11;
- затем 2 бита - код уровня аттенюатора (0- 0дБ, 1 -10 дБ, 2 - 20 дБ, 3 - 30 дБ);
- затем 2 нулевых бита;
- затем 2 бита - код уровня аттенюатора ПЧ (0- 0дБ, 1 -10 дБ, 2 - 20 дБ, 3 - 30 дБ);
- затем бит демодулятора (0-АМ, 1-FM);
- затем 1 нулевой бит;
- затем 2 бита - код ширины видеофильтра (0 -100 Гц, 1 - 1 кГц, 2-100 кГц, 3 - 1МГц);
- затем 1 нулевой бит;
- затем 3 бита - код ширины фильтра ПЧ (0 - 1 кГц, 1 - 3 кГц, 2 - 10 кГц, 3 - 30 кГц, 4-100 кГц, 5 - 300 кГц, 6- 1 МГц);
- затем 16 нулевых бит;

Например для включения аттенюатора ВЧ 20 дБ, аттенюатора ПЧ 10 дБ, видеофильтра 1 МГц и фильтра ПЧ 300 кГц надо послать следующую команду:

0xE2, 0x36,0x00,0x00

или в двоичном виде

11100010,00110110,00000000,00000000.

Кроме этого для повышения скорости сканирования прибора под управлением персональной ЭВМ можно использовать следующие команды:

1. Команда включения шумоподавителя - код 0x32. Эта команда включает режим шумоподавления, она автоматически выполняется в режиме TUNER прибора или при спанах менее 20 МГц в режиме SPECTRUM. После выполнения этой команды несколько снижается скорость перестройки приемника, но при шаге сканирования не превышающем 300 кГц такое снижение скорости перестройки незаметно, а уровень шумов будет заметно снижен. Шумоподавитель отключается при выполнении команды смены фильтра или аттенюатора. Ответный байт (подтверждения приема) на эту команду «Белан» не выдает.
2. Команда измерения амплитуды текущей настройки - код 0x33. Прибор измеряет амплитуду принимаемого сигнала и передает ее величину.
3. Команда увеличения частоты настройки на шаг и измерения амплитуды сигнала 0x34. Прибор увеличивает на шаг перестройки текущую частоту, измеряет амплитуду сигнала и передает ее величину. Текущей частотой настройки становится увеличенная на шаг частота.

4. Команда загрузки шага перестройки частоты - код 0x35, затем 3 байта со значением шага перестройки, закодированного так же, как и частота настройки прибора. В ответ на эту команду прибор вышлет ответный байт. Шаг перестройки не может превышать величину 0xfffff, что примерно равно 167 МГц.
5. Команда выполнения цикла из 256 измерений - код 0x36. Прибор выполняет цикл из 256 увеличений частоты на шаг перестройки и измерения амплитуды сигнала. В ответ на эту команду будут выданы 256 байт со значениями амплитуд. Текущей частотой настройки становится последняя частота.
6. Команда загрузки задержки измерения сигнала - код 0x37, затем 1 байт с величиной задержки. Ответный байт на эту команду прибор не выдает. Задержка выполняется после перестройки частоты перед измерением значения амплитуды сигнала. Длительность задержки равна $K \cdot 61$ мкс где K – байт величины задержки. При $K = 0$ задержка отсутствует. Любая команда переключения фильтра или аттенюатора изменит величину задержки на значение, записанное в память прибора (т.е. отменит эту команду).
7. Команда проведения 256 измерений амплитуды сигнала на фиксированной частоте настройки - код 0x38. Прибор выполнит цикл из 256 измерений амплитуды сигнала, разнесенных во времени на величину задержки, устанавливаемую командой 0x37, увеличенную на 5 мкс, и передаст в ответ на эту команду 256 байт со значениями амплитуд.

9.5. Выключение прибора.

9.5.1. Выключение прибора осуществляется нажатием с некоторым интервалом времени (~ 1 сек.) сначала кнопки «+ 12В», а затем кнопки «СЕТЬ» (экран выключен).

9.6. Зарядка аккумуляторной батареи.

Зарядка аккумуляторной батареей происходит автоматически в течение примерно $(10 \div 12)$ часов при включении прибора кнопкой «СЕТЬ».

10. Поверка.

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки анализатора спектра «СК4- БЕЛАН» при его эксплуатации. Периодичность поверки - один раз в год.

10.1. Операции и средства поверки.

10.1.1. При проведении поверки должны выполняться операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 1.

10.1.2. Основные метрологические характеристики рабочих эталонов и вспомогательных средств поверки указаны в таблице 2.

10.2. Условия поверки и подготовка к ней.

10.2.1. При проведении операций поверки должны соблюдаться нормальные условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) ° С;
- относительная влажность воздуха (30 - 80) %;
- атмосферное давление 84 – 106 кПа [(630 - 795) мм.рт.ст.];
- напряжение питающей сети (220 ± 4.4) В с частотой ($50 \pm 0,5$) Гц и содержанием гармоник до 5 %.

Питающая сеть не должна иметь динамических изменений напряжения. Рядом с рабочим местом не должны находиться источники постоянных и переменных низкочастотных магнитных и электрических полей. Недопустима вибрация рабочего места.

Источники высокочастотных колебаний (ВЧ генераторы) с частотой более 100 кГц, кроме используемых в операциях поверки, не должны находиться ближе 2,5 м. Соединение приборов с разъемами типа Ш по ГОСТ 13317-89 должно производиться кабелями, с коаксиальными выводами, обеспечивающими отсутствие утечек СВЧ мощности до минус 100 дБ.

Определение метрологических характеристик производится после истечения времени установления рабочего режима.

10.2.2. Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в разделе "Подготовка к работе", а также:

- проверить комплектность прибора;
- установить прибор на рабочем месте, обеспечив удобство работы;
- расположить рабочие эталоны и вспомогательные СИ по табл. 2 на расстоянии 0,6 - 1,2 м от поверяемого СИ;
- соединить клеммы заземлений рабочих эталонов с зануленным зажимом питающей сети;
- подключить прибор к сети переменного тока 220 В.

Таблица 1

| Номер пункта раздела поверки | Наименование операций, производимых при поверке | Поверяемые значения величин | Допустимые значения погрешностей или предельные значения определяемых величин | Рекомендуемые средства поверки | |
|------------------------------|--|--|---|--------------------------------|---------------------------|
| | | | | Рабочие эталоны | Вспомогательные СИ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 10.5.1. | Внешний осмотр | | | | |
| 10.5.2. | Опробование | | | | |
| 10.5.2.1 | Определение диапазона частот | 0,01; 0,1; 1; 100; 2200 МГц | - | - | Г4-176 Г4-79 Г3-125 |
| 10.5.2.2. | Определение диапазона измеряемых значений уровней сигналов | $f=500$ МГц +20дБм 0 дБм -100 дБм | - | - | Г4-76А |

| Определение метрологических характеристик частотных параметров | | | | | |
|---|--|--|--|---------------------------------|-----------------------------------|
| 10.5.3. | Определение погрешности измерения частоты в режиме анализатора спектра | 0,1; 1 МГц 10 МГц 100 МГц 1000 МГц 2000 МГц | ± 10 Гц | Стандарт частоты СЧВ-74 | Г4-79 Г4-176 ЧЗ-63 ЧЗ-66 |
| 10.5.4. | Определение погрешности номинальных значений полос пропускания и коэффициента прямоугольности по уровням минус 60 дБ / минус 3 дБ. | 1; 3; 10; 30;100; 300; 1000 МГц | ± 15 %, для ПЧ 1 кГц ± 50 % | | Г4-176 |
| 10.5.5. | Определение погрешности установки полос обзора. | 0,025; 01;1; 10; 100; 1000;2200 МГц | ± 10 % | | Г4-176 Г4-79 |
| 10.5.6. | Определение паразитной девиации частоты гетеродинов | При полосе НЧ 20 – 200 кГц, несущей частоте 5 МГц | 100 Гц | | СКЗ-45 |
| Определение метрологических характеристик амплитудных параметров | | | | | |
| 10.5.7. | Определение погрешности аттенюатора ВЧ | 0, 10, 20, 30 дБ при $f = 1,5$ 1000, 2000 МГц | $\pm 1,5$ дБ | Рабочий эталон ослабления РЭО-1 | |
| 10.5.8. | Определение погрешности аттенюатора ПЧ | 0; 10; 20; 30; дБ при $f = 100$ МГц | $\pm 0,5$ дБ | Рабочий эталон ослабления РЭО-1 | |
| 10.5.9. | Определение погрешности установки опорного уровня | +30, + 20 ; +10, 0; -10; -20; -30 дБм при $f = 10$; 100; 500; 1000 ; 2000 МГц | ± 2 дБ | МЗ-93 МЗ-90 | Г4-76А |

| | | | | | |
|---------|---|--|--|--------|--------------------------------|
| 10.5.10 | Определение среднего уровня собственных шумов | $f=0,1; 1; 10; 100; 1000; 2000$ МГц. | - 105 дБм при полосе ПЧ 1 кГц, видео-фильтра 10кГц, полосе обзора 25 кГц | | Г4-176 Г4-79 Самоповерка |
| 10.5.11 | Определение собственных комбинационных помех | $0,1 \leq f \leq 2200$ МГц при полосе обзора 10 кГц | -100дБм допускается наличие одной помехи с уровнем не более минус 80 дБм | | Согласованная нагрузка Э9-140 |
| 10.5.12 | Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка | $f_1=999$ МГц $f_2=1001$ МГц при мощности -15 дБм | - 60 дБ | | Г4-176 2 шт. |
| 10.5.13 | Определение погрешности измерений уровней сигналов по маркеру | при уровнях +20; 0; -30; - 50; - 80; - 95 дБм | $\pm 2,5$ дБ в диапазоне частот 1,5 – 1500 МГц +1 ÷ - 5 дБ в диапазоне частот 1500 – 2200 МГц | Расчет | |

- Примечания: 1. Вместо указанных в таблице рабочих эталонов и вспомогательных средств поверки допускается применение средств измерений с метрологическими характеристиками, соответствующими требованиям таблицы
2. Рабочие эталоны должны быть поверены.
 3. Генераторы сигналов применяются при условии их поверки в качестве рабочих эталонов.
 4. Операции по пунктам 10.5.4; 10.5.5; 10.5.6; 10.5.12, 10.5.13 производятся только при первичной поверке.

Таблица 2.

| Наименование средства поверки | Основные технические и метрологические характеристики средств поверки | | Рекомендуемое средство поверки (тип) | Примечание |
|------------------------------------|--|---|--------------------------------------|--------------------|
| | пределы измерений | погрешность | | |
| Стандарт частоты | 5 МГц | $\pm 10^{-10}$ | СЧВ-74 | |
| Частотомер | 0,1 ÷ 2500 МГц | $< 10^{-8}$ | ЧЗ-66 | |
| Ваттметр | $10^{-6} - 10^{-2}$ Вт | $< 10\%$ | МЗ-90 | |
| Генератор сигналов | 0,02 – 200 кГц | $\pm 1,5\%$ | ГЗ - 125 | |
| Генератор сигналов высокочастотный | 0,1 - 2200 МГц Опорный уровень 10^{-2} Вт Диапазон значений мощности + 20 дБм ÷ - 100 дБм | $\leq 2 \cdot 10^{-7}$ $\leq 0,2$ дБ $\leq 0,2$ дБ $\pm 0,2$ дБ/10дБ | Г4-176 Г4-79 Г4-76А | 2 шт |
| Аттенюатор | 0 - 110 дБ | $\leq 0,1$ дБ/10дБ | РА-1 или НР8495 | Эталон ослаблений. |

10.3. Требования безопасности

10.3.1. Перед проведением операций поверки необходимо соблюдать меры безопасности, оговоренные в разделах 7 и 10.2.

10.3.2. При работе с генераторами СВЧ сигналов не оставлять выходы открытыми и не нагруженными на поглощающую нагрузку.

10.4. Требования к квалификации поверителей

10.4.1. К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее образование по специальности «Радиотехника», аттестат поверителя и практический опыт работы не менее одного года со средствами радиоэлектронных измерений в диапазоне частот до 3 ГГц.

10.4.2. Поверитель должен знать и понимать основные положения ГОСТ 22741-77, МИ 1201-86.

10.4.3. Поверитель должен знать и понимать термины, применяемые в англоязычной технической документации для обозначения основных параметров и режимов работы анализатора спектра.

10.5. Проведение поверки.

Внешний осмотр.

10.5.1. При проведении внешнего осмотра проверяется:

- целостность прибора и отсутствие видимых механических повреждений корпуса, органов регулировки и настройки, соединителей ВЧ;
- работоспособность дисплея и всех органов управления - кнопок и ручки настройки.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и до представления на повторную поверку подлежат ремонту.

Опробование.

10.5.2 Опробование работы прибора для оценки его исправности производить по схеме рис.1 в соответствии с разделом "Порядок работы". При этом проверяется:

- возможность установки значений центральных частот 0,01; 0,1; 1; 1000; 2200 МГц;
- возможность установления значений номинальных полос автоматической перестройки частоты (полос обзора) 10 кГц; 30 кГц; 300 кГц; 30 МГц; 300 МГц; 2200 МГц;
- возможность установления полос ПЧ 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1000 кГц.;
- возможность установки опорных уровней +30, +20, +10, 0, -10, -20, -30 дБм;
- возможность установки значений ослабления входного аттенюатора 0, 10, 20, 30 дБ;

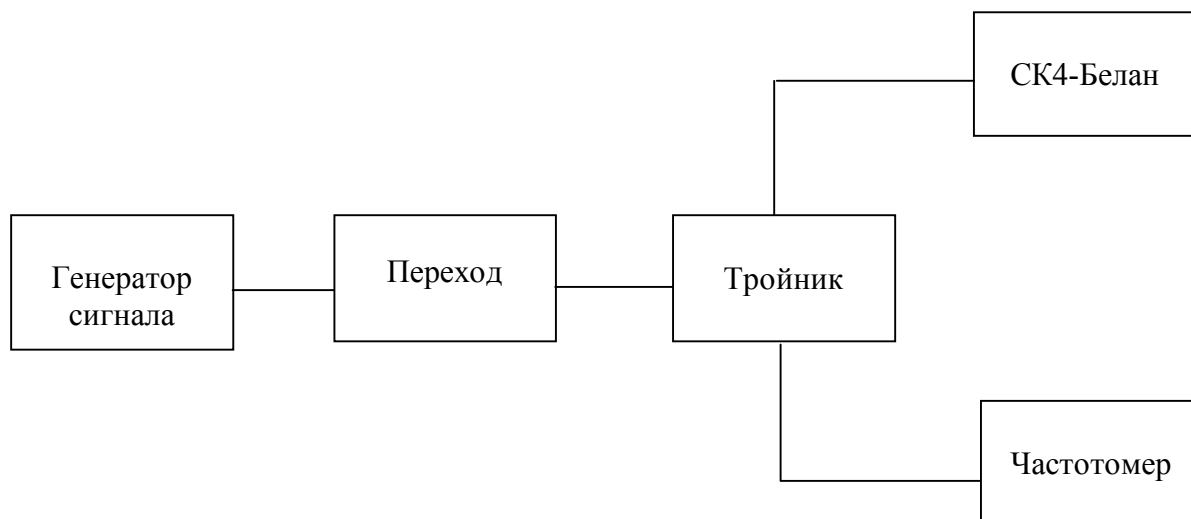
10.5.2.1. Определение диапазона частот анализатора. Установить значения центральных частот $f_{ц}$ 0,01; 0,1; 1; 100; 290; 2200 МГц при полосе обзора 10 кГц. Отсчитать значения частоты при совмещении маркера с крайними левыми и правыми вертикальными линиями координатной сетки дисплея. Минимальные и максимальные значения частот $10 \pm 0,1$ кГц; $100 \pm 0,1$ кГц., $1 \pm 0,0001$ МГц, $100 \pm 0,0001$ МГц, $2200 \pm 0,0001$ МГц должны индцироваться по показаниям маркера.

10.5.2.2. Определение диапазона измерений уровней синусоидальных сигналов осуществляется по схеме рис. 1.

Установить значение $f_{ц} = 500$ МГц, установить полосу обзора 3 МГц, полосу ПЧ 300 кГц, опорный уровень +30 дБм. Установить частоту генератора $f_{г} = 500$ МГц и мощность, равную приблизительно 20 мВт. Отсчитать уровень мощности по дисплею. Уменьшать мощность генератора его органами регулировки ступенями по 10 дБ до минус 100 дБм, устанавливая всякий раз маркер в центр линии и отсчитывать показания. Убедиться, что показания уровня по дисплею изменяются от плюс 20 до минус 100 дБм.

Определение метрологических характеристик частотных параметров

10.5.3. Погрешность измерения частоты определяется путем сличения показаний анализатора с показаниями рабочего эталона частоты - частотомера по схеме рис.1. Соединить приборы в соответствии со схемой рис 1.



Установить частоту генератора и $f_{ц}$ поверяемого анализатора спектра (АС) 0,1 МГц.

Установить опорный уровень АС + 10 дБм, уровень мощности сигнала на выходе генератора $(1 \pm 0,2)$ мВт [0 дБм].

Установить полосу обзора 10 кГц, а полосу ПЧ 1 кГц при измерениях на каждой частоте. Нажать кнопку «ИЗМЕРЕНИЕ» (PEAK SEARCH) на АС и отсчитать показания $f_{АС}$ в строке CENTR на дисплее АС. По частотомеру отсчитать показания $f_{эт}$. Определить в герцах погрешность $\Delta f = f_{АС} - f_{эт}$.

Повторить определение Δf при частотах 1 МГц, 100 МГц, 1000 МГц, 2000 МГц и заполнить таблицу 3

Таблица 3.

| f МГц | 0,1 | 1 | 10 | 100 | 1000 | 2000 |
|------------|-----|---|----|-----|------|------|
| Δf | | | | | | |

Прибор считается соответствующим требованиям пункта 2.2.2, если $\Delta f \leq 10$ Гц при всех значениях f .

10.5.4. Определение погрешности номинального значения полос пропускания и коэффициентов прямоугольности полос пропускания $K_{пр}$ по уровням минус 60 дБ/минус 3 дБ осуществляется по схеме рис.1.

Установить уровень мощности на входе анализатора $(1 \pm 0,2)$ мВт (0 дБм) при центральной частоте $f_{ц} = 100$ МГц. Полосу обзора $\Delta f_{об}$ и номинальное значение полосы пропускания $\Delta f_{пч}$ устанавливать в соответствии с табл. 4.

Таблица 4.

| | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|------|------|-----|-----|-----|------|
| $\Delta f_{пч}$ кГц номин. | 1 | 3 | 10 | 30 | 100 | 300 | 1000 |
| $\Delta f_{об}$ МГц | 0,003 | 0,02 | 0,06 | 0,2 | 0,6 | 2 | 6 |

Произвести по маркеру отсчет показаний мощности P_0 дБм в центре полосы пропускания. Изменяя плавно частоту генератора в сторону меньших частот установить на центральной вертикальной линии дисплея уровень сигнала ($P_0 - 3$) дБм и отсчитать по генератору значение частоты $f'_{(-3)}$. Продолжая плавно уменьшать частоту генератора в сторону меньших частот, добиться показаний мощности ($P_0 - 60$) дБм и отсчитать по генератору частоту $f'_{(-60)}$. Внести в таблицу 5 значение $f'_{(-3)}$ и $f'_{(-60)}$. Затем изменить частоту генератора в сторону частот больших чем $f_{ц}$ до тех пор, пока отсчеты мощности станут вновь равными ($P_0 - 3$) дБ и ($P_0 - 60$) дБ и отсчитать по генератору частоты $f''_{(-3)}$ и $f''_{(-60)}$. Занести в таблицу 5 значения $f''_{(-3)}$ и $f''_{(-60)}$.

Таблица 5

| $\Delta f_{пч}$ кГц НОМИН. | 1 | 3 | 10 | 30 | 100 | 300 | 1000 |
|-------------------------------|---|---|----|----|-----|-----|------|
| $f'_{(-3)}$ | | | | | | | |
| $f'_{(-60)}$ | | | | | | | |
| $f''_{(-3)}$ | | | | | | | |
| $f''_{(-60)}$ | | | | | | | |
| $\Delta f_{пч(-3)}$ Д | | | | | | | |
| $\Delta f_{пч(-60)}$ Д | | | | | | | |
| $\delta(\Delta f_{пч})$ | | | | | | | |
| $K_{пр}$ | | | | | | | |

Определить действительные значения полос пропускания $\Delta f_{пч(д)}$ по формулам

$$\Delta f_{пч(д)(-3)} = f''_{(-3)} - f'_{(-3)}$$

$$\Delta f_{пч(д)(-60)} = f''_{(-60)} - f'_{(-60)}$$

Определить погрешность $\delta(\Delta f_{пч})$ номинальных значений полос пропускания по формуле и внести их в таблицу 5

$$\delta(\Delta f_{пч}) = \left(\frac{\Delta f_{пч(н)}}{\Delta f_{пч(д)(-3)}} - 1 \right) \cdot 100\%$$

Прибор считается соответствующим требованиям пункта 2.2.6., если $|\delta(\Delta f_{пч})| \leq 15\%$ и $|\delta(\Delta f_{пч})_{кГц}| \leq 50\%$.

Определить коэффициенты прямоугольности по формуле

$$K_{пр} = \frac{\Delta f_{пч(д)(-60)}}{\Delta f_{пч(д)(-3)}}$$

и внести их в табл 5.

Прибор считается соответствующим требованиям пункта 2.1.3., если $K_{пр} \leq 6$ при всех значениях $\Delta f_{пч}$.

10.5.5. Определение погрешности установки номинальных значений полос автоматической перестройки частоты (полос обзора) осуществляется по схеме рис 2.

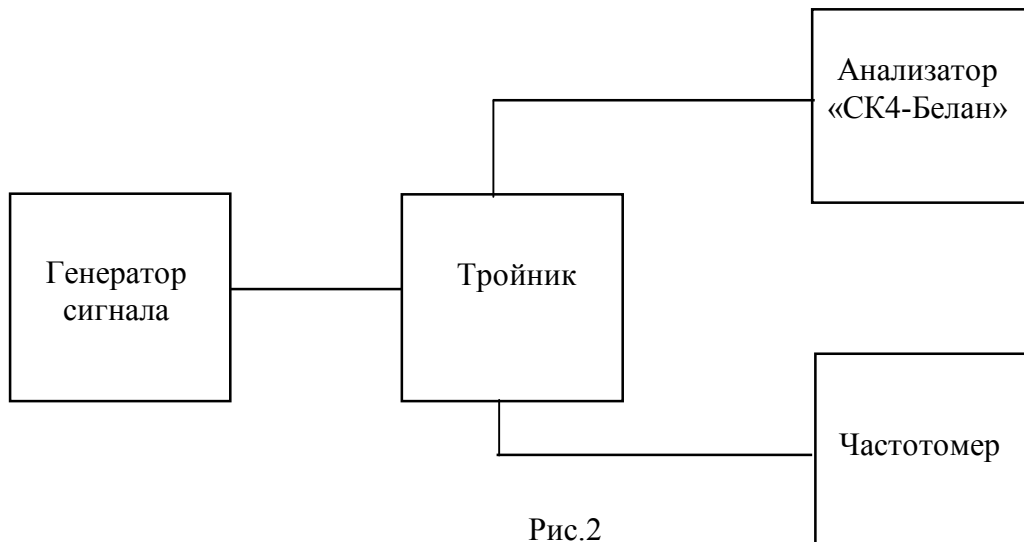


Рис.2

Установить значение $f_{ц} = 1100$ МГц при $\Delta f_{ПЧ} = 1$ МГц, уровне мощности генератора 0 дБм и опорном уровне анализатора спектра 0 дБм.

Установить максимальное значение полосы обзора. Установить частоту генератора 2100 МГц и изменяя ее в сторону больших частот совместить на дисплее центр спектральной линии с правой крайней вертикальной линией. Отсчитать по генератору максимальную частоту полосы обзора $f_{макс}$. Перестроить частоту генератора в сторону меньших частот и установить ее такой, чтобы центр спектральной линии совпал с левой крайней вертикальной линией. Отсчитать по генератору минимальную частоту полосы обзора $f_{мин}$. Рассчитать действительное значение полосы обзора $\Delta f_{об(д)}$

$$\Delta f_{об(д)} = f_{макс} - f_{мин}$$

и записать в таблицу 6. Провести измерения для всех значений $\Delta f_{об(н)}$ и $\Delta f_{ПЧ}$, указанных в таблице

Таблица 6

| | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|-----|-----|------|-------|-------|
| $\Delta f_{об\ ном}$ (МГц) | 2200 | 1000 | 100 | 10 | 1 | 0,1 | 0,025 |
| $\Delta f_{ПЧ}$ МГц | 1 | 1 | 1 | 0,1 | 0,01 | 0,003 | 0,001 |
| $\Delta f_{об(д)}$ | | | | | | | |
| $\delta (\Delta f_{об})$ | | | | | | | |

Определить погрешность установки значений полос обзора $\delta (\Delta f_{об})$ по формуле

$$\delta (\Delta f_{об}) = \frac{\Delta f_{об\ ном} - \Delta f_{об(д)}}{\Delta f_{об(д)}} \cdot 100 \%$$

Прибор считается соответствующим требованиям пункта 2.2.3., если $\delta (\Delta f_{об}) \leq 10$ %

10.5.6. Паразитная девиация частоты гетеродинов определяться прямым измерением девиации ПЧ при помощи измерителя модуляции по схеме рис. 3. Измеритель модуляции подключается к выходу ПЧ анализатора.

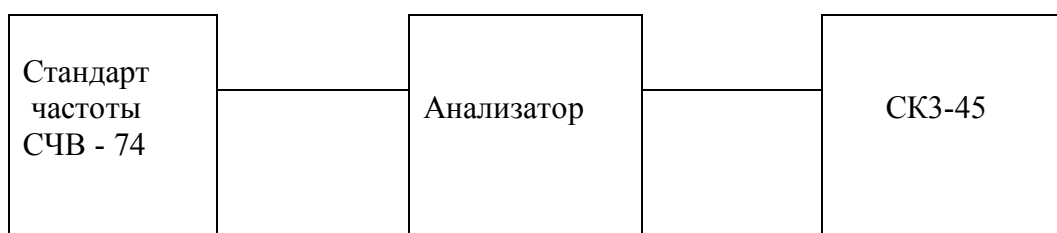


Рис.3

Подключить анализатор к выходу стандарта частоты, получить изображение на дисплее линии 5 МГц и отсчитать показания $\Delta f_{изм}$ измерителя модуляции. Прибор считается соответствующим требованиям пункта 2.2.4., если $\Delta f_{изм} \leq 100$ Гц.

Определение метрологических характеристик амплитудных параметров

10.5.7. Определение основной погрешности значений ослабления аттенюатора ВЧ - $\delta A_{ас(вч)}$ осуществляется сравнением результатов измерений анализатором отношения мощностей с отношением мощностей (ослаблением), создаваемым рабочим эталоном ослабления (РЭО-1) - ступенчатым аттенюатором по схеме рис. 5 при частотах 1,5; 100; 2200 МГц., полосе обзора 1 МГц, полосе ПЧ - 300 кГц.

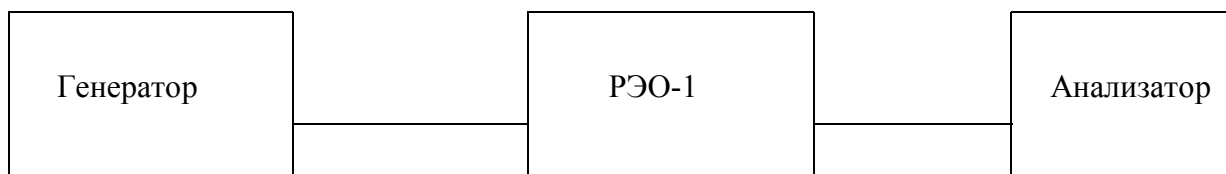


Рис. 6

Установить значение мощности на выходе генератора равное - 2 дБм ± 1 дБм, начальное ослабление РЭО-1 $A_A = 0$ дБ, произвести отсчет показаний мощности $P_{ас(0)}$ [дБм] по маркеру анализатора, например -1 дБм и внести его в табл. 7.1. Ввести ступень ослабления РЭО-1 с номинальным значением $A_{ном} = 10$ дБ и действительным значением $A_{A(д)}$ в соответствии с градуировочной таблицей РЭО-1, например $A_{A(д)} = 10,4$ дБ, внести значение $A_{A(д)}$ в табл. 7.1. Произвести отсчет конечного показания мощности $P_{ас(к)}$ по анализатору, например $P_{ас(к)} = -11,5$ дБм и внести его значение в табл. 7.1. Определить погрешность отсчетного устройства анализатора по формуле:

$$\delta AC_{(отсч)} = (P_{ас(к)} - P_{ас(0)} - A_{A(д)}) \text{ дБ}$$

где $P_{ас(к)}$, $P_{ас(0)}$ - в дБм, $A_{A(д)}$ - в дБ.

Для нашего примера $\delta AC_{(отсч)} = -0,1$ дБ

Установить начальное ослабление РЭО – 1 $A_A = 0$ дБ и ввести ступень ослабления аттенюатора ВЧ с номинальным значением $A_{ном} = 10$ дБ. Произвести отсчет конечного показания мощности $P^1_{ac(к)}$ по анализатору, например $P^1_{ac(к)} = -11,6$ дБм. Определить действительное значение ослабления входного аттенюатора по формуле:

$$A_{вч(д)} = (P^1_{ac(к)} - P_{ac(0)} - \delta AC_{(отсч)}) \text{ дБ}$$

Для нашего примера $A_{вч(д)} = -10,5$ дБ

Определить погрешность значений ослаблений аттенюатора ВЧ по формуле:

$$\delta A_{ac(вч)} = (A_{вч(д)} - A_{ном}) \text{ дБ}$$

Для нашего примера $\delta A_{ac(вч)} = -0,5$ дБ

Определить $\delta AC_{(отсч)}$ для $A_{ном} = 10, 20, 30$ дБ. при частотах 1,5; 100; 2200 мГц и внести все результаты в табл. 7.1, 7.2., 7.3.

Анализатор соответствует требованиям п. 2.4.2., если ни одно из значений $\delta A_{ac(вч)}$ не превышает по абсолютной величине 1,5 дБ.

Таблица 7.1.

| Частота | 1,5 МГц. | | |
|----------------------------|----------|----|----|
| $A_{ном}$ [дБ] | 10 | 20 | 30 |
| $A_{A(д)}$ * | | | |
| $P_{ac(0)}$ [дБм] | | | |
| $P_{ac(к)}$ [дБм] | | | |
| $\delta AC_{(отсч)}$ [дБ] | | | |
| $P^1_{ac(к)}$ [дБм] | | | |
| $A_{вч(д)}$ [дБ] | | | |
| $\delta A_{ac(вч)}$ [дБ] | | | |

Таблица 7.2.

| Частота | 100 МГц. | | |
|----------------------------|----------|----|----|
| $A_{ном}$ [дБ] | 10 | 20 | 30 |
| $A_{A(д)}$ * | | | |
| $P_{ac(0)}$ [дБм] | | | |
| $P_{ac(к)}$ [дБм] | | | |
| $\delta AC_{(отсч)}$ [дБ] | | | |
| $P^1_{ac(к)}$ [дБм] | | | |
| $A_{вч(д)}$ [дБ] | | | |
| $\delta A_{ac(вч)}$ [дБ] | | | |

Таблица 7.3.

| Частота | 2200 МГц. | | |
|----------------------------|-----------|----|----|
| $A_{\text{ном}}$ [дБ] | 10 | 20 | 30 |
| $A_{A(d)}$ * | | | |
| $P_{ac(0)}$ [дБм] | | | |
| $P_{ac(k)}$ [дБм] | | | |
| $\delta AC_{(отсч)}$ [дБ] | | | |
| $P^1_{ac(k)}$ [дБм] | | | |
| $A_{вч(d)}$ [дБ] | | | |
| $\delta A_{ac(вч)}$ [дБ] | | | |

* Значения $A_{A(d)}$ вносятся из градуировочных таблиц РЭО-1.

10.5.8. Определение основной погрешности значений ослабления аттенюатора ПЧ - $\delta A_{ac(ПЧ)}$ осуществляется сравнением результатов измерений анализатором отношения мощностей с отношением мощностей на входе анализатора (ослаблением), создаваемым рабочим эталоном ослабления (РЭО-1) - ступенчатым аттенюатором по схеме рис.5 при частоте 100 МГц, полосе обзора 1МГц, полосе ПЧ 100 кГц.

Установить значение мощности на выходе генератора равное - 2 дБм \pm 1 дБм, опорный уровень анализатора 0дБм, начальное ослабление РЭО-1 0 дБ. Произвести отсчет показаний мощности $P_{ac(0)}$ дБм по маркеру анализатора, внести значение $P_{ac(0)}$ в табл. 8. Ввести ступень ослабления РЭО-1 с номинальным значением $A_{\text{ном}} = 10$ дБ и действительным значением $A_{A(d)}$ в соответствии с градуировочной таблицей РЭО-1, внести значение $A_{A(d)}$ в табл. 8. Произвести отсчет конечного показания мощности $P_{ac(k)}$ по анализатору и внести значение $P_{ac(k)}$ в табл.8. Определить погрешность отсчетного устройства анализатора по формуле:

$$\delta AC_{(отсч)} = (P_{ac(k)} - P_{ac(0)} - A_{A(d)}) \text{ дБ},$$

где $P_{ac(k)}$, $P_{ac(0)}$ в дБм, $A_{A(d)}$ - в дБ.

Установить начальное ослабление РЭО – 1 $A_A = 0$ дБ и ввести ступень ослабления аттенюатора ПЧ с номинальным значением $A_{\text{ном}} = 10$ дБ.

Произвести отсчет конечного показания мощности $P^1_{ac(k)}$ по анализатору. Определить действительное значение ослабления аттенюатора ПЧ по формуле:

$$A_{пч(d)} = (P^1_{ac(k)} - P_{ac(k)} - \delta AC_{(отсч)}) \text{ дБ}$$

Определить погрешность значений ослабления аттенюатора ПЧ по формуле:

$$\delta A_{ac(ПЧ)} = (A_{пч(d)} - A_{\text{ном}}) \text{ дБ}$$

Повторить все операции для $A_{ном} = 20$ дБ, 30 дБ. Внести результаты в табл. 19. Рассчитать значения $\delta A_{ac(ПЧ)}$ и внести их в табл. 8. Анализатор соответствует требованию п. 2.4.3., если $\delta A_{ac(ПЧ)}$ по абсолютной величине $\leq 0,5$ дБ

Таблица 8.

| $A_{ном(ПЧ)}$ [дБ] | 10 | 20 | 30 |
|----------------------------|----|----|----|
| $A_{A(д)}$ * | | | |
| $P_{ac(0)}$ [дБм] | | | |
| $P_{ac(к)}$ [дБм] | | | |
| $\delta AC_{(отсч)}$ [дБ] | | | |
| $P^1_{ac(к)}$ [дБм] | | | |
| $A_{ПЧ(д)}$ [дБ] | | | |
| $\delta A_{ac(ПЧ)}$ | | | |

* Значения $A_{A(д)}$ вносятся из градуировочных таблиц РЭО-1.

10.5.9. Определение погрешности установки опорного уровня сигнала от минус 30 дБм до плюс 30 дБм осуществляется сравнением результатов измерений мощности анализатором P_{ac} с действительными значениями мощности P_g на выходе генератора сигналов, используемого в качестве рабочего эталона мощности. Измерения проводятся при частотах 10, 100, 500, 1000, 2000 МГц, полосе обзора 30 МГц, полосе ПЧ 1 МГц по схеме рис. 6.

Установить опорный уровень анализатора + 30 дБм. Плавно увеличивая мощность на выходе генератора добиться касания максимума изображения спектральной линии с верхней горизонтальной линией координатной сетки дисплея, соответствующей номинальному опорному уровню $P_{оп(н)} = + 30$ дБм. Произвести отсчет уровня мощности по встроенному измерителю мощности генератора P_g . Определить погрешность установки опорного уровня $\delta P_{оп} = P_{оп(н)} - P_g$ и внести в таблицу 9. Повторить операцию для уровней (+ 20\+10\ 0 \-10\ -20\ -30)дБм. Внести результаты в таблицу 9.

Прибор считается соответствующим требованиям пункта 2.4.4., если $\delta P_{оп} \leq |2 \text{ дБм}|$

Таблица 9.

| P _{оп(н)} дБм | | Частота МГц | | | | |
|------------------------|------------------|-------------|-----|-----|------|------|
| | | 10 | 100 | 500 | 1000 | 2000 |
| + 30 | P _Г | | | | | |
| | δP _{оп} | | | | | |
| + 20 | P _Г | | | | | |
| | δP _{оп} | | | | | |
| +10 | P _Г | | | | | |
| | δP _{оп} | | | | | |
| 0 | P _Г | | | | | |
| | δP _{оп} | | | | | |
| - 10 | P _Г | | | | | |
| | δP _{оп} | | | | | |
| -20 | P _Г | | | | | |
| | δP _{оп} | | | | | |
| -30 | P _Г | | | | | |
| | δP _{оп} | | | | | |

10.5.10. Определение среднего уровня собственных шумов осуществляется измерением их уровня при помощи дисплея в логарифмическом масштабе в отсутствии входной мощности.

Подсоединить ко входу анализатора согласованную нагрузку. Установить полосу обзора 10 кГц при полосе ПЧ 1 кГц. Устанавливая центральные частоты 0,1; 1; 10; 100; 1000; 2000 МГц произвести отсчеты уровня мощности при центральных частотах $f_{ц}$. Внести результаты в таблицу 10.

Таблица 10.

| $f_{ц}$ [МГц] | 0,1 | 1 | 10 | 100 | 1000 | 2000 |
|--------------------|-----|---|----|-----|------|------|
| P _ш дБм | | | | | | |

Прибор считается соответствующим требованиям пункта 2.4.5., если уровень мощности не превышает -105 дБм.

10.5.11. Определение уровня собственных комбинационных помех анализатора осуществляется измерением их амплитуд при помощи дисплея. Подсоединить ко входу анализатора согласованную нагрузку 50 Ом. Установить полосу ПЧ 1 кГц, полосу видеофильтра 100 Гц, полосу обзора 10 кГц. Установить центральные частоты в соответствии со значениями таблицы 11.

Таблица 11

| | | | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|---------|---------|--------|
| $f_{ц}$ [МГц] | 538,6 | 706,2 | 816,9 | 1003,95 | 1114,65 | 1538,6 |
| P_{max} | | | | | | |

Определить при помощи маркера максимальную мощность паразитных откликов P_{max} и внести значения в табл.11.

Прибор считается соответствующим требованиям пункта 2.4.6., если P_{max} в табл. 11 не превышает минус 105 дБм.

10.5.12. Определение относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, осуществляется по схеме рис. 7 измерением относительной мощности помех на частотах $2f_1 - f_2$, $2f_2 - f_1$, когда на вход анализатора поступают сигналы от двух генераторов приблизительно равные по мощности с частотой f_1 и f_2 .

Установить центральную частоту $f_{ц} = 1000$ МГц, опорный уровень - 15 дБм, полосу обзора 30 МГц, полосу ПЧ - 300 кГц. Подключить ко входу анализатора тройник BNC. Установить частоту генератора I $f_1 = 999$ МГц, частоту генератора II

$f_2 = 1001$ МГц. Установить по маркеру дисплея органами регулировки генератора I уровень мощности на входе анализатора приблизительно - 16 дБм, а затем закрыть выход генератора I его встроенным аттенуатором не менее чем на 70 дБ, наблюдая за выполнением этого требования по дисплею. Выполнить эти же операции для генератора II. Затем включить оба генератора, получить по маркеру результаты измерений по мощности при частотах f_1 и f_2 равные приблизительно от - 16 дБм до -18 дБм.

Определить значения мощности $P_{помех}$ спектральных линий (помех), соответствующих частотам 997 МГц и 1003 МГц.

Прибор считается соответствующим требованиям пункта 2.4.7., если $P_{помех} < - 60$ дБм.

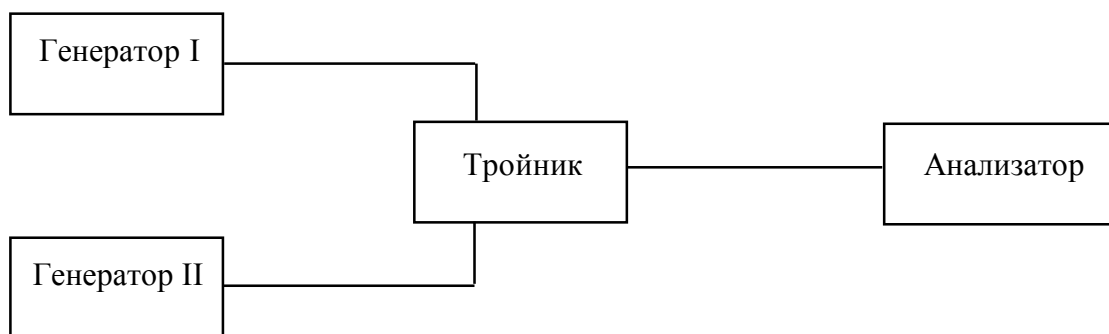


Рис. 7

10.5.13. Определить погрешность δP измерений мощности в диапазоне частот $1,5 \leq f_{ц} \leq 2200$ МГц, в диапазоне мощностей от +20 дБм до -95 дБм расчетом по формуле:

$$\delta P = \sqrt{\delta A_{вч}^2 + \delta A_{пч}^2 + \delta P_{0дБм}^2}$$

Численное значение погрешности определить для поддиапазонов в соответствии с графой таблицы 13. Численные значения погрешностей $\delta A_{вч}$, $\delta A_{пч}$ внести в табл. 13 из табл. 7, табл. 8 соответственно. Для каждого из поддиапазонов вносить в табл. 13 значения, полученные для частоты, располагающейся внутри или вблизи поддиапазона.

Погрешность измерения мощности 0 дБм определить по схеме рис. 8 путем сравнения на дисплее амплитуды спектральной составляющей при мощности $P_{г} \cong 1$ мВт, падающей на вход анализатора от генератора сигнала, с установленным опорным уровнем анализатора +10 дБм - в положении входного ВЧ аттенюатора 10 дБ.

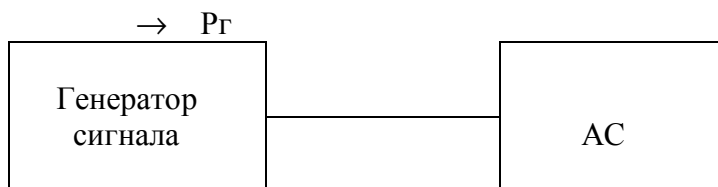


Рис.8

Установить мощность на выходе генератора сигнала 1 мВт (0 дБм) при частоте 1,5 МГц. Значение мощности $P_{г}$ на выходе генератора грубо с погрешностью ± 1 дБ определить по измерителю мощности генератора. Точно, с погрешностью $\pm 0,2$ дБ, значение мощности на входе анализатора определить по градуировочному графику опорного уровня мощности генератора, используемого в качестве рабочего эталона мощности.

Включить мощность (открыть аттенюатор генератора сигнала). На дисплее в центре располагается спектральная линия 1,5 МГц. Отсчитать по дисплею в режиме «PEAK SEARCH» мощность и подсчитать погрешность измерения мощности δP_0 по формуле:

$$\delta P_0 = (P_{АС} - P_{г}) \text{ дБм}$$

Внести результат измерения в графу δP_0 таблицы 13. Повторить все операции для центральных частот, располагающихся внутри остальных поддиапазонов. Результаты занести в таблицу 13.

Таблица 13.

| f МГц | 1,5÷300 | 300÷600 | 600÷900 | 900÷1200 | 1200÷1500 | 1500÷1800 | 1800÷2100 | 2200 |
|-----------------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|------|
| δP_o | | | | | | | | |
| $\delta A_{Вч}$ | | | | | | | | |
| $\delta A_{Пч}$ | | | | | | | | |
| δP | | | | | | | | |

Прибор считается соответствующим требованиям пункта 2.4.1., если ни одно из значений δP не превышает 2,5 дБ в диапазоне частот 1,5 – 1500 МГц и + 1 ÷ – 5 дБ в диапазоне частот 1500 – 2200 МГц.

10.6. Обработка и оформление результатов поверки

10.6.1. Результаты измерений оформляются в виде таблиц 3 -13.

10.6.2. Обработку результатов измерений производить в соответствии с указаниями пунктов 10.5.3 -10.5.13.

10.6.3. Положительные результаты поверки по пунктам 10.5.1-10.5.13 оформляются свидетельством о поверке в соответствии с правилами по метрологии ПР 50.2.006-94.

10.6.4. Если анализатор спектра по результатам поверки не соответствует требованиям хотя бы одного из пунктов 10.5.1 – 10.5.13, то оформляется извещение о браковке в соответствии с требованиями по метрологии ПР 50.2.006-94

11. Транспортирование и хранение.

11.1. Допускается транспортирование анализатора всеми видами транспорта в упакованном виде при температуре окружающего воздуха от минус 25°С до плюс 55°С, относительной влажности воздуха до 95% при 25°С и атмосферном давлении 70 – 106,7 кПа (537 – 800 мм рт.ст).

11.2. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от атмосферных осадков. Не допускается кантование.

11.3. При транспортировании воздушным транспортом приборы в упаковке должны располагаться в герметизированных отапливаемых отсеках.

11.4. При длительном хранении на складах (более одного года) приборы должны находиться в упаковке и содержаться в капитальных отапливаемых помещениях. Температура от 0°С до плюс 40°С, относительная влажность до 80 % при температуре плюс 35°С.

11.5. В помещениях для хранения не должно быть паров кислот, щелочей и агрессивных газов, вызывающих коррозию.

12. Гарантии изготовителя

12.1. Изготовитель гарантирует соответствие анализатора требованиям раздела 2 настоящего руководства при соблюдении условий эксплуатации, хранения и транспортирования.

12.2. Гарантийный срок эксплуатации - не менее 18 месяцев со дня ввода анализатора в эксплуатацию.

12.3. Гарантийный срок хранения - 6 месяцев с момента изготовления.