

# Рекомендации по измерению основных параметров радиостанций с частотной модуляцией «Сигнал-201Б» и «Айком IC-F110» при помощи радиокommunikационного тестера РСТ– 430

## 1. Краткая информация:

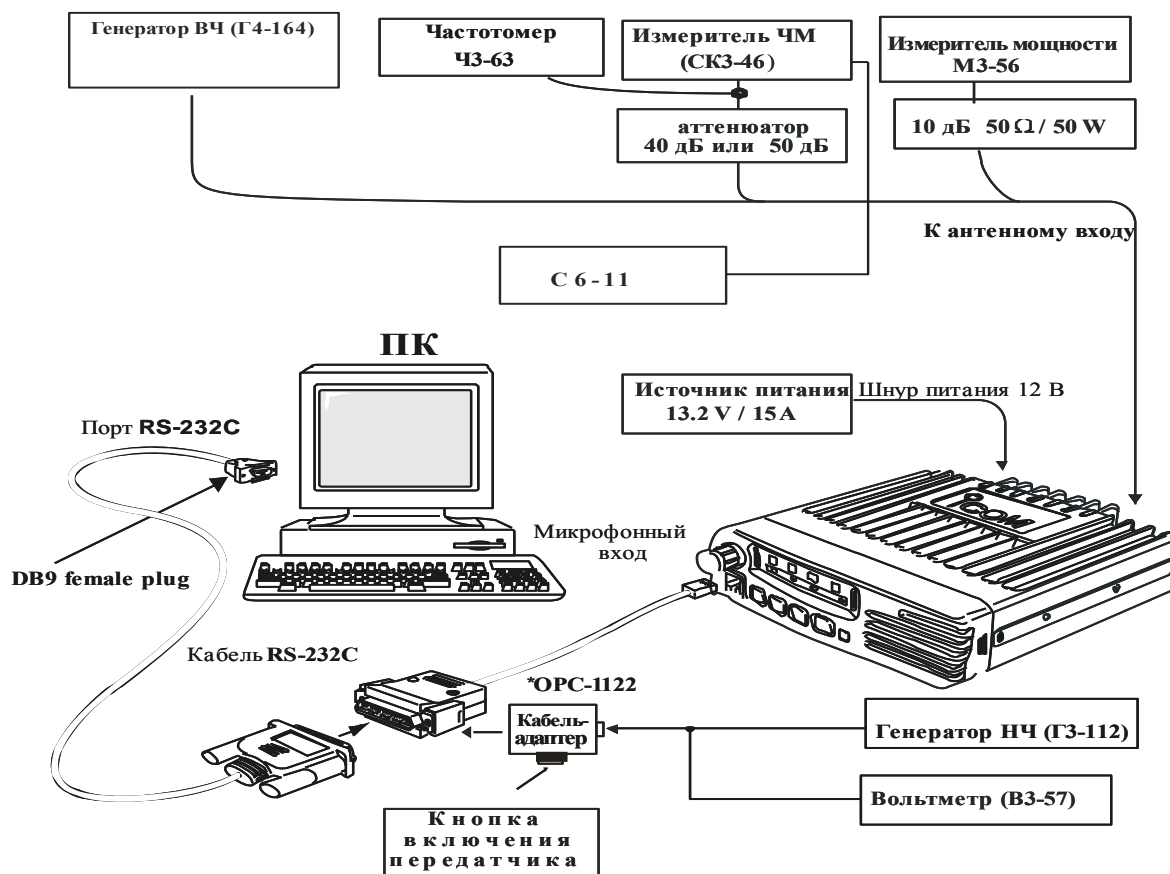
Радиокommunikационный тестер РСТ–430 позволяет произвести все необходимые измерения основных параметров радиостанций с частотной модуляцией в соответствии с требованиями следующих НД:

- ГОСТ 12252-86 (СТ СЭВ 4280-83) «Радиостанции с угловой модуляцией сухопутной подвижной службы» с изменениями от 21.04.88;
- ИЖ1. 101.066 ИО Радиостанция «Сигнал-201». Регламент технического обслуживания.
- Айком IC- F110. Служебное руководство. (Icom IC-F110. Service manual).

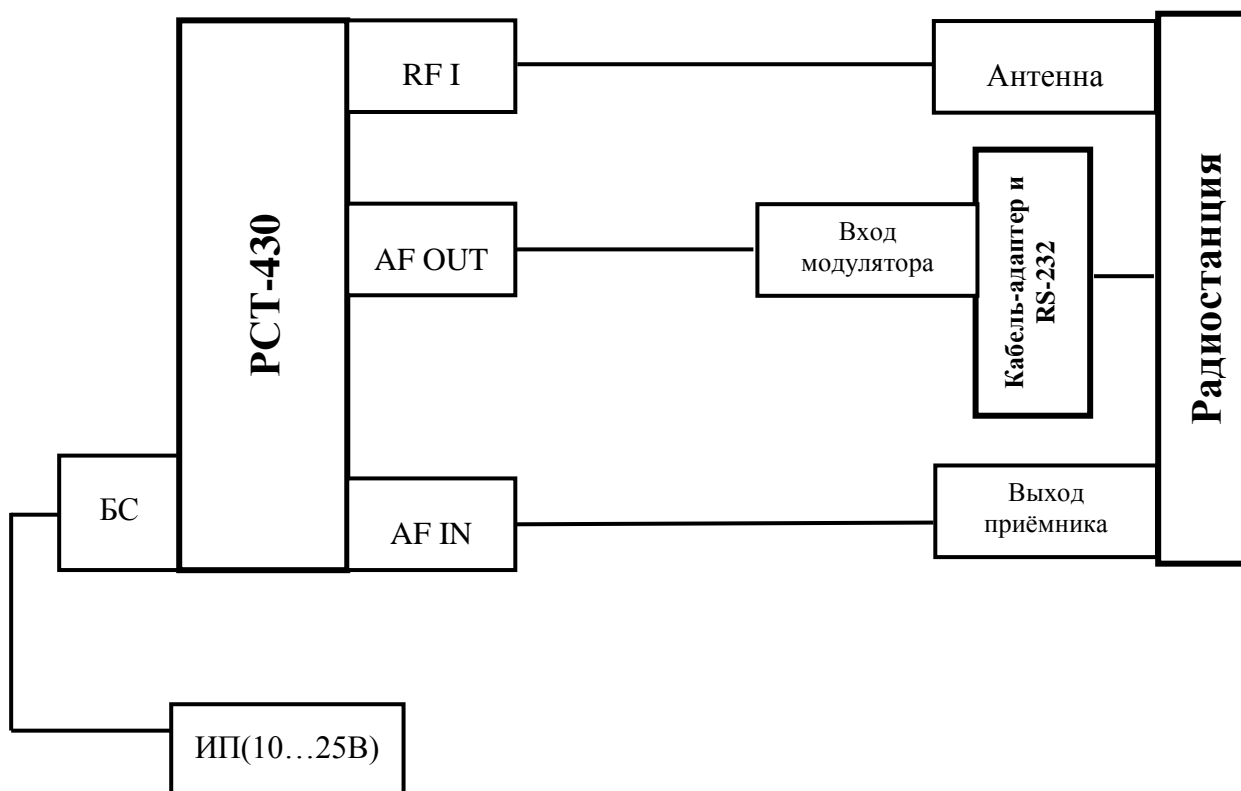
Он является универсальным комплексным средством измерений и один заменяет следующий парк СИ, применяемых при измерении параметров радиостанций:

- генератор сигналов ВЧ;
- генератор сигналов НЧ;
- измеритель модуляции;
- измеритель нелинейных искажений;
- частотомер электронносчетный;
- милливольтметр переменного тока;
- ваттметр поглощаемой мощности;
- аттенуаторы 10 дБ, 50 Вт, 50 Ом и 40 дБ, 50 Вт, 50 Ом.

Ниже приведена схема подключений средств измерений для измерения параметров радиостанции Айком IC-F110 без применения РСТ-430:



и с применением РСТ-430:



## 2. Порядок проведения измерений основных параметров радиостанции «Сигнал-201» с применением РСТ-430.

2.1. В соответствии с регламентом технического обслуживания ИЖ1.101.065 ИО, ИЖ1.101.066 ИО и паспортом ИЖ1.101.065-01.01.ПС, измерению подлежат следующие основные параметры радиостанции:

- Выходная мощность передатчика;
- Отклонение частоты передатчика от номинального значения;
- Чувствительность модуляционного входа передатчика;
- Максимальная девиация частоты передатчика;
- Чувствительность приёмника при соотношении сигнал/шум 12дБ (СИНАД);
- Чувствительность приёмника по каналу вызова;
- Выходное напряжение приемника.

2.2. Подготовить радиостанцию к проведению измерений в соответствии с п. 5.1 регламента технического обслуживания ИЖ1.101.065 ИО, ИЖ1.101.066 ИО.

2.3. Подготовить РСТ-430 к работе в соответствии с требованиями раздела 5 руководства по эксплуатации ИТЦК468166.002РЭ на радиотестер.

2.4. Подключить радиостанцию через *кабель измерительный ИЖ 6.644.207*, поставляемый по отдельному заказу, к РСТ-430 в соответствии со схемой подключения, приведенной на рис.1,

проверить правильность и надёжность соединений, подать питание на радиостанцию.

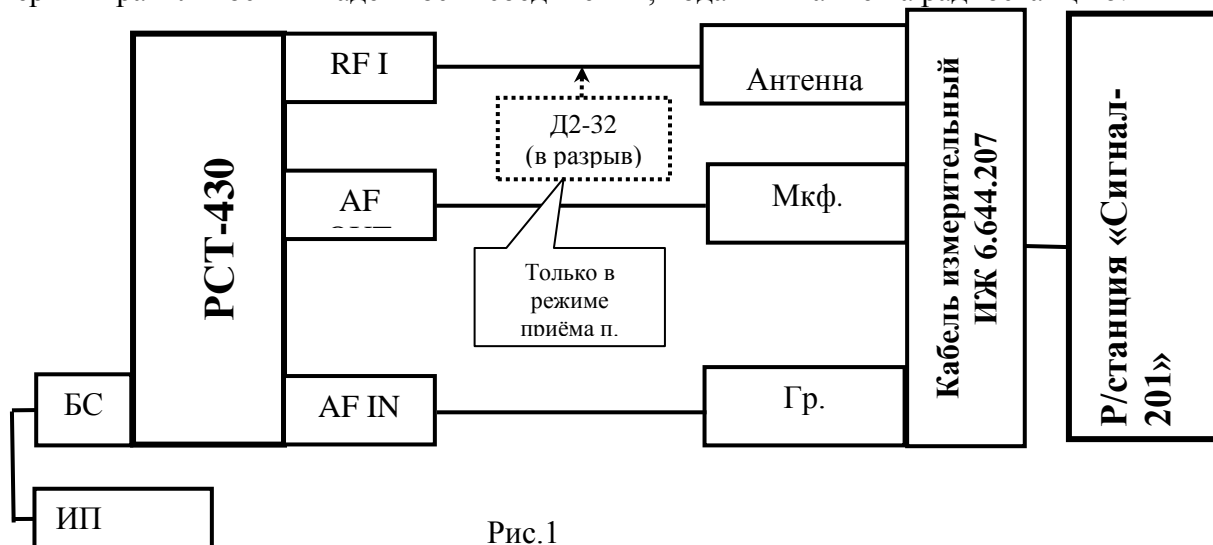


Рис.1

**2.5. Измерение параметров передатчика.** После выполнения п.7 РЭ на PCT-430 и прохождения самотестирования PCT-430 на экране тестера появится **меню измерения** параметров передатчика. Назначение основных кнопок управления на 25-кнопочной клавиатуре PCT - 430, используемых при выполнении измерений:

- **TAB** – для перехода между **меню передатчика** и **меню приёмника**;
- **ESC** – для входа в **меню установок** параметров настройки выходных сигналов ВЧ и НЧ генераторов радиотестера и выхода в **меню измерения** параметров радиостанции;
- **ENTER** – для фиксации установленных значений параметров выходных сигналов и отображения их на экране.

ПРИЕМНИК ◀ TAB	ПЕРЕДАТЧИК
F1	ЧАСТОТА
F2	МОЩНОСТЬ
F3	ДЕВИАЦИЯ
F4	КНИ
F5	ЧАСТОТА НЧ
F6	АМ МОДУЛЯЦ

Для изменения параметров выходного сигнала PCT-430, подаваемого на вход модуляционного входа передатчика радиостанции, нажать кнопку «ESC», после чего на экране появится следующее меню:

ПРИЕМНИК ◀ ТАБ		ПЕРЕДАТЧИК
F1	напряжение модуляции:	0.25 В
—		
F2	частота модуляции:	1.00 КГц
—		
F3	выход модуляции:	AFOUT
—		
ESC/ N — ВЫЙТИ		

Измерение частоты установленного канала передатчика и выходной мощности передатчика производится при отключенной модуляции. Модуляцию передатчика можно отключить, отсоединив кабель от вх. **AF OUT**.

Собранная схема готова к выполнению измерений частоты и выходной мощности передатчика радиостанции.

#### 2.5.1 Измерение выходной мощности передатчика.

Активизировать сигнал «передача» нажатием тангенты на рабочем канале радиостанции. Нажать кнопку F2 тастатуры. На экране увидим следующее:

ПРИЕМНИК ◀ ТАБ		ПЕРЕДАТЧИК
F1	ЧАСТОТА	
F2	МОЩНОСТЬ	
F3	ДЕВИАЦИЯ	
F4	КНИ	
F5	ЧАСТОТА НЧ	
F6	АМ МОДУЛ	
<b>09.98</b>		<b>Вт</b>

где «**09.98 Вт**» — значение измеренной мощности. Модуляция при этом должна быть отключена. Снимать показания следует через 10 – 15 сек. после нажатия кнопки F2 (до установления стабильных показаний ваттметра). Отпустить тангенту. В соответствии с ГОСТ 12252-86 измерения необходимо повторить на верхней и нижней частотах диапазона. Измеренное значение выходной мощности передатчика должно быть **не менее 10, 00 Вт** при напряжении источника питания радиостанции 12 В.

#### 2.5.2 Измерение отклонения частоты передатчика от номинального значения.

Передатчик не модулируют. Активизировать сигнал «передача» нажатием тангенты на рабочем канале радиостанции. Нажав на F1, измеряют частоту несущей передатчика. Снимать показания следует через 1 мин. после нажатия тангенты. Отпустить тангенту. Определяют наибольшее отклонение частоты передатчика от номинального значения в миллионных долях по формуле:

$$\Delta F = \frac{F_{\text{изм.}} - F_{\text{н}}}{F_{\text{н}}}$$

где  $F_{\text{изм}}$  – считанное с экрана значение частоты передатчика, в кГц;

$F_{\text{н}}$  – номинальное значение частоты канала радиостанции, в кГц.

Отклонение частоты передатчика от номинального значения частоты установленного канала должно быть не более, чем  $\pm 10 \cdot 10^{-6}$ . Повторить измерения на верхней и нижней частоте диапазона.

### 2.5.3 Измерение чувствительности модуляционного входа передатчика.

В меню установок, нажав кнопку F1, установить напряжение модуляции 0,04 В, нажать кнопку «ENTER» для фиксации установленных значений и отображения их на экране. Аналогично, нажав кнопку F2, установить частоту модулирующего сигнала 1,00 кГц, нажать «ENTER», и нажатием «ESC» выйти в меню измерения параметров передатчика. Подать модулирующий сигнал на вход передатчика, для чего подключить кабель между входом «МКФ» кабеля измерительного и выходом радиотестера AF OUT.

Активизировать сигнал «передача» нажатием тангенты.

Нажать кнопку F3 (измерение девиации), через 10 – 15 сек., после установления показаний на экране РСТ–430, произвести отсчет показаний на экране радиотестера. Отпустить тангенту. Величина напряжения модуляции передатчика при девиации частоты передатчика, равной 3 кГц, соответствует чувствительности модуляционного входа передатчика, и должна быть в пределах 30 – 50 мВ.

### 2.5.4 Измерение максимальной девиации частоты передатчика.

Установить напряжение модуляции, на 10 дБ (в 3 раза) больше значения, при котором девиация частоты передатчика соответствует 3,00 кГц. Изменяя частоту модулирующего сигнала от 300 Гц до 3400 Гц, определить максимальное значение девиации частоты передатчика. Измеренное максимальное значение девиации частоты передатчика в данном диапазоне звуковых частот должно быть не более 5,0 кГц.

### 2.6 Измерение параметров приёмника.

Перейти в режим измерения параметров приёмника, нажав на кнопку TAB клавиатуры. На экране увидим следующее:

ПРИЕМНИК	ТАБ ▶	ПЕРЕДАТЧИК
F1		СИНАД
F2		НАПРЯЖЕНИЕ
F3		ВХОД ИЗМЕРЕНИЯ
F4		ОТКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯЦИИ
F5		ЧАСТОТА НЧ
ESC		УСТАНОВКИ



### 2.6.1 Измерение чувствительности приемника, выходного напряжения на клеммах громкоговорителя и работы подавителя шумов.

Аппаратура остаётся подключенной, как указано на рис.1. Ручку регулятора громкости **РРГ** радиостанции установить в среднее положение. Отключить подавитель шума. Нажатием кнопки **ESC** на РСТ-430 перейти в меню установок параметров сигнала ВЧ генератора. На экране увидим следующее:

ПРИЕМНИК	ТАБ ▶	ПЕРЕДАТЧИК
F1	ЧАСТОТА	2000 кГц
F2	ВЫХОД	80 дБм
F3	ДЕВИАЦИЯ:	20.0 кГц
F4	ЧАСТОТА НЧ	1.000 кГц
МОДУЛЯЦИЯ ВКЛ		
ВХ. ИЗМЕРЕНИЙ AF IN		
ESC - ВЫЙТИ		

Нажимая на кнопки клавиатуры (F1, F2, F3, F4), установить следующие значения параметров выходного сигнала генератора ВЧ, зафиксировав их каждый раз после набора нажатием кнопки **ENTER**:

- F1 – (частота) – набрать значение частоты установленного канала радиостанции;
- F2 – (выход) – набрать значение уровня выходного сигнала **113 дБм** (примерно 0,5 мкВ);
- F3 – (девиация) – набрать значение девиации частоты выходного сигнала **3,00 кГц**;
- F4 – (частота НЧ) – набрать значение частоты модуляции выходного сигнала **1,000 кГц**;

Перейти в режим измерений параметров приёмника нажатием кнопки **ESC**. После появления на экране **меню измерений** параметров приёмника нажать на кнопку F1 (СИНАД), через 10 – 15 сек. измерить отношение сигнал/шум (в %) по показаниям в нижней строке экрана.

Изменением уровня выходного сигнала генератора ВЧ добиться соотношения сигнал/шум **25%**.

В случае, если ослабления сигнала с генератора ВЧ (120 дБ) недостаточно, следует к выходу генератора ВЧ подключить аттенюатор с фиксированным ослаблением (например, Д2-32, 20дБ), а к нему – кабель с антенного выхода радиостанции. Тогда при обработке результата измерений значение ослабления, считанного с экрана тестера, складывается с ослаблением аттенюатора (например: 106 дБ + 20 дБ =126дБ).

Чувствительность приёмника определяется, как уровень сигнала, при котором отношение сигнал/шум равно 12дБ, или 25%.

Зафиксировать значение выходного уровня сигнала РСТ-430, при котором на экране установится значение **25%** (показания могут плавно меняться в пределах 3-5% от отметки 25%). Перевести по прилагаемой таблице значение уровня сигнала из значений в **дБм** в значения в **мкВ**.

Измеренное значение величины чувствительности приёмника должно быть **не более 0,5 мкВ**.

Подать на вход приёмника стандартный испытательный сигнал на частоте установленного канала, набрав в **меню установок** выходной уровень сигнала 53 дБм, что примерно соответствует напряжению **500 мкВ**, и перейти в **меню измерений**.

Нажав кнопку F2 (НАПРЯЖЕНИЕ) в **меню измерений**, измерить выходное напряжение приёмника на гнезде Гр., которое должно быть **не менее 2,85 В**. Ручка РРГ радиостанции должна быть повернута вправо до упора.

Установить уровень выходного сигнала генератора ВЧ **124 дБм** (примерно 0,1 мкВ). Перевести переключатель ПШ на передней панели приёмопередатчика во включенное положение, при этом приёмник должен закрыться. Постепенно повышая уровень выходного сигнала генератора ВЧ, добиться момента, когда приёмник откроется и на передней панели приёмопередатчика загорится индикатор КАНАЛ ЗАНЯТ.

Уровень, при котором открывается приёмник, соответствует напряжению отпирания подавителя шума, и должен быть **не более, чем 0,5мкВ**.

Аналогично измерить чувствительность приёмника и напряжение отпирания подавителя шума на каналах, соответствующих нижней и верхней рабочей частоте. После окончания измерений параметров приёмника вернуть органы регулировки приёмопередатчика в первоначальное положение.

2.7. Оформить результаты измерений записью в формуляре в соответствии с ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин.

### **3. Порядок проведения измерений основных параметров радиостанции «Айком IC-F110» с применением РСТ-430.**

3.1. Измерению подлежат следующие основные параметры радиостанции:

- Выходная мощность передатчика;
- Отклонение частоты передатчика от номинального значения;
- Максимальная девиация частоты передатчика;
- Чувствительность приёмника при соотношении сигнал/шум 12дБ (СИНАД);
- Выходное напряжение приемника.

3.2. Подготовить радиостанцию к проведению измерений в соответствии с требованиями ЭД на радиостанцию.

3.3. Подготовить РСТ-430 к работе в соответствии с требованиями раздела 5 руководства по эксплуатации ИТЦК468166.002РЭ на радиотестер.

3.4. Подключить радиостанцию через *кабель-адаптер и интерфейс RS-232*, поставляемый по отдельному заказу, к РСТ-430 в соответствии со схемой подключения, приведенной на рис.2, проверить правильность и надёжность соединений, подать питание на радиостанцию.

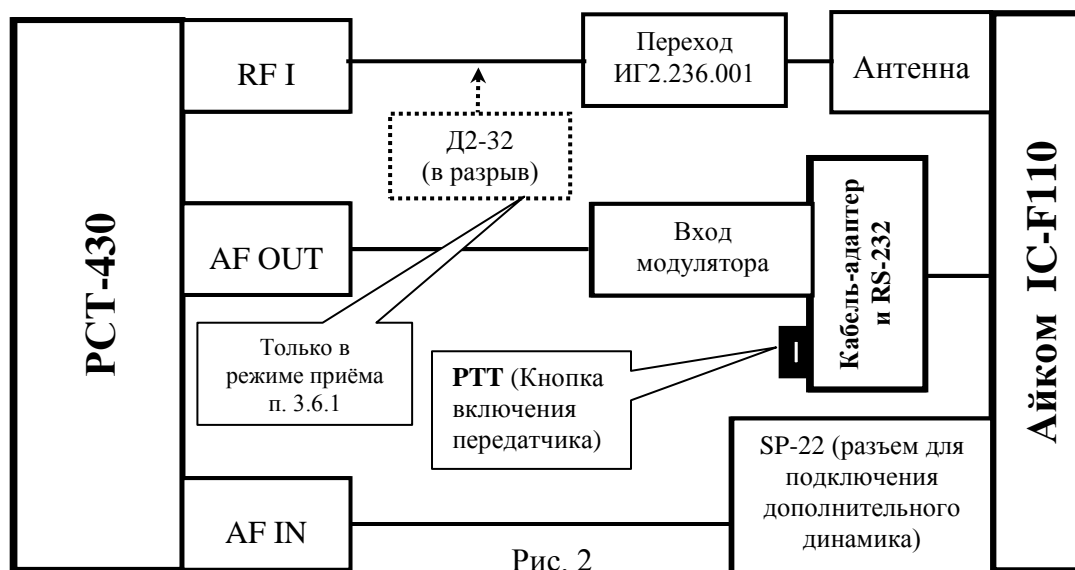


Рис. 2

3.5. *Измерение параметров передатчика.* Перед началом измерений по ЭД на радиостанцию убедитесь, что уровень мощности на выходе приёмопередатчика **не превышает** максимально допустимый уровень входной мощности ваттметра, указанный в ЭД на РСТ-430. После выполнения п.7 РЭ на РСТ-430 и прохождения самотестирования РСТ-430 на экране тестера появится **меню измерения** параметров передатчика.

3.5.1. *Измерение выходной мощности передатчика.* Отключить модуляцию передатчика радиостанции, отсоединив кабель от входа модулятора приёмопередатчика. Активизировать сигнал «передача» нажатием кнопки **РТТ** кабеля-адаптера на рабочем канале радиостанции. Нажать кнопку F2 клавиатуры РСТ-430. На экране увидим следующее:

ПРИЕМНИК ◀ ТАБ		ПЕРЕДАТЧИК
F1	ЧАСТОТА	
F2	МОЩНОСТЬ	
F3	ДЕВИАЦИЯ	
F4	КНИ	
F5	ЧАСТОТА НЧ	
F6	АМ МОДУЛ	
<b>09.99</b>		<b>Вт</b>

где «**09.99 Вт**» — значение измеренной мощности. Отпустить кнопку **РТТ** кабеля-адаптера. В соответствии с ГОСТ 12252-86 измерения необходимо повторить на верхней и нижней частотах диапазона. Измеренное значение выходной мощности передатчика должно



соответствовать указанному в ЭД на радиостанцию при напряжении источника питания радиостанции (13,6±0,1) В.

### 3.5.2. Измерение отклонения частоты передатчика от номинального значения.

Передатчик не модулируют. Активизировать сигнал «передача» нажатием кнопки **РТТ** кабеля-адаптера на рабочем канале радиостанции. Нажав на F1, измеряют частоту несущей передатчика. Отпустить кнопку **РТТ** кабеля-адаптера. Определяют наибольшее отклонение частоты передатчика от номинального значения в миллионных долях по формуле:

$$\Delta F = \frac{F_{\text{изм.}} - F_{\text{н}}}{F_{\text{н}}}$$

где  $F_{\text{изм}}$  – считанное с экрана значение частоты передатчика, в кГц;

$F_{\text{н}}$  – номинальное значение частоты канала радиостанции, в кГц.

Отклонение частоты передатчика от номинального значения частоты установленного канала должно быть не более, чем на  $\pm 2,5 \cdot 10^{-6}$ . Повторить измерения на верхней и нижней частоте диапазона, а также на тех частотах, на которых предполагается работа радиостанции.

### 3.5.3. Измерение максимальной девиации частоты передатчика.

Установить ЧМ модуляцию в положение «широкая полоса» (25 кГц) запрограммированной кнопкой на приёмопередатчике. На РСТ-430: Нажав кнопку F1, установить напряжение модуляции 0,04В, нажать кнопку «ENTER» для фиксации установленных значений и отображения их на экране. Аналогично, нажав кнопку F2, установить частоту модулирующего сигнала 3,00 кГц, нажать «ENTER», и нажатием «ESC» выйти в **меню измерения** параметров передатчика.

Подать модулирующий сигнал на вход передатчика, для чего подключить кабель между входом «ВХОД МОДУЛЯТОРА» кабеля-адаптера и выходом радиотестера **AF OUT**.

Активизировать сигнал «передача» нажатием кнопки **РТТ** кабеля-адаптера. Нажать кнопку F3 клавиатуры (измерение девиации), произвести отсчет показаний на экране радиотестера. Отпустить тангенту.

Значение девиации частоты, измеренное радиотестером, в режиме «полоса широкая» (25 кГц) должно быть не более  $\pm 4,1$  кГц, а в режиме «полоса узкая» (12,5 кГц) –  $\pm 2,1$  кГц. При превышении указанных значений необходимо произвести коррекцию передатчика. Установить величину напряжения модуляции передатчика равным значению, при котором девиация частоты передатчика будет равна **3 кГц** (в режиме «полоса узкая» - **1,5 кГц**).

Увеличить напряжение модуляции, при котором девиация частоты передатчика равна 3 кГц (в режиме «полоса узкая» - **1,5 кГц**), на **10 дБ (в 3 раза)** и, набирая ряд значений частоты модуляции от 300 Гц до 3000 Гц, произвести измерение девиации. Максимальное измеренное значение девиации частоты передатчика в данном диапазоне звуковых частот должно быть не более **5,0 кГц** в режиме «полоса широкая» и **3,3 кГц** – в режиме «полоса узкая».

**3.6 Измерение параметров приёмника.** Аппаратура остаётся подключенной, как указано на рис. 2. Ручку регулятора громкости РРГ радиостанции установить в среднее положение.

**3.6.1. Измерение чувствительности приемника.** Отключить подавитель шума (установить запрограммированной кнопкой режим **SQL** на дисплее приёмопередатчика, кнопками  $\blacktriangledown$ ;  $\blacktriangle$  уменьшить SQL до значений 15–20 единиц). Нажатием кнопки **ESC** клавиатуры РСТ-430 перейти в **меню установок** параметров сигнала ВЧ генератора.

Нажимая на кнопки клавиатуры (F1, F2, F3, F4), установить значения параметров выходного сигнала генератора ВЧ, зафиксировав их каждый раз после набора нажатием кнопки **ENTER**:

- F1 – (частота) – набрать значение частоты установленного канала радиостанции;
- F2 – (выход) – набрать значение уровня выходного сигнала **110 дБм** (примерно 0,5 мкВ);
- F3 – (девиация) – набрать значение девиации частоты выходного сигнала **3,00 кГц**;
- F4 – (частота НЧ) – набрать значение частоты модуляции выходного сигнала **1,000 кГц**;

Перейти в режим измерений параметров приёмника нажатием кнопки **ESC**. После появления на экране **меню измерений** параметров приёмника нажать на кнопку F1 клавиатуры (СИНАД) и измерить отношение сигнал/шум (в %) по показаниям в нижней строке экрана.

Изменением уровня выходного сигнала генератора ВЧ добиться соотношения сигнал/шум **25%**. Чувствительность приёмника определяется, как уровень сигнала, при котором отношение сигнал/шум равно 12 дБ, или 25%.

В случае, если ослабления сигнала с генератора ВЧ (120 дБ) недостаточно, следует к выходу генератора ВЧ подключить аттенюатор с фиксированным ослаблением (например, Д2-32, 20дБ), а к нему – кабель с антенного выхода радиостанции. Тогда при обработке результата измерений значение ослабления, считанного с экрана тестера, складывается с ослаблением аттенюатора (например: 106 дБ + 20 дБ =126дБ).

Перевести по прилагаемой таблице значение уровня сигнала из значений дБм в значения в мкВ.

Измеренное значение величины чувствительности приёмника должно быть **не более 0,25 мкВ**.

**3.6.2. Измерение выходного напряжения приемника.** Отключить подавитель шума. Ручку регулятора громкости **РРГ** приёмопередатчика установить в крайнее правое положение.

Подать на вход приёмника стандартный испытательный сигнал на частоте установленного канала, установив в **меню установок** выходной уровень сигнала 113 дБм, что примерно соответствует напряжению 500 мкВ и перейти в меню измерений.

Нажав кнопку F2 клавиатуры (**НАПРЯЖЕНИЕ**) в **меню измерений**, измерить выходное напряжение приёмника, которое должно быть **не менее 4,0 В**.

Аналогично измерить чувствительность и выходное напряжение приёмника на каналах, соответствующих нижней и верхней рабочей частоте.

После окончания измерений параметров приёмника вернуть органы регулировки приёмопередатчика в первоначальное положение, установить уровень **SQL**, соответствующий первоначальному значению (при отсутствии помех радиоприёму он составляет 100–150 единиц).

Оформить результаты измерений записью в формуляре в соответствии с ГОСТ 8.417-2002. Единицы величин.

Примечание 1: Радиокommunikационный тестер РСТ-430 позволяет проводить при необходимости и многие другие измерения параметров радиостанций с частотной модуляцией, изложенные в рамках требований ГОСТ 12252-86.

Примечание 2: Применение РСТ-430 значительно упрощает весь процесс измерения параметров радиостанций, в несколько раз уменьшает трудозатраты на их проведение, даёт возможность проводить измерения в местах установки радиостанций без их демонтажа (например, в автомашине), освобождает от необходимости подключения более десятка проводов и шнуров. Очень удобен для ремонта радиостанций. Самотестирование освобождает от необходимости проведения калибровки и взаимной настройки целого комплекса СИ, применяемых при измерениях без РСТ-430.

**Таблица переводов  
измеренных величин напряжения на выходе генератора ВЧ РСТ-430 в  
уровни мощности (напряжения) и мощность на нагрузке 50 Ом**

<b>dBm</b>	<b>dBV</b>	<b>V вольт</b>	<b>W Вт</b>	<b>dBm</b>	<b>dBV</b>	<b>V вольт</b>	<b>W Вт</b>
40	26,99	22,36068	10	-94	-107	4.46E-06	4E-13
35	21,99	12,57433	3,16228	-96	-109	3.54E-06	2.5E-13
30	16,99	7,071068	1	-98	-111	2.82E-06	1.6E-13
25	11,99	3,976354	0,31623	-100	-113	2.24E-06	1E-13
20	6,9897	2,236068	0,1	-102	-115	1.78E-06	6.3E-14
13	-0,01	0,998815	0,01995	-104	-117	1.41E-06	4E-14
10	-3,01	0,707107	0,01	-106	-119	1.12E-06	2.5E-14
5,	-8,01	0,397635	0,00316	-108	-121	8.9E-07	1.6E-14
0	-13,01	0,223607	0,001	-110	-123	7.07E-07	1E-14
-10	-23,01	0,070711	0,0001	-112	-125	5.62E-07	6.3E-15
-20	-33,01	0,022361	0,00001	-114	-127	4.46E-07	4E-15
-30	-43,01	0,007071	1E-06	-116	-129	3.54E-07	2.5E-15
-40	-53,01	0,002236	1E-07	-118	-131	2.82E-07	1.6E-15
-50	-63,01	0,000707	1E-08	-120	-133	2.24E-07	1E-15
-60	-73,01	0,000224	1E-09	-122	-135	1.78E-07	6.3E-16
-70	-83,01	7.07E-05	1E-10	-124	-137	1.41E-07	4E-16
-80	-93,01	2.24E-05	1E-11	-126	-139	1.12E-07	2.5E-16
-90	-103	7.07E-06	1E-12	-128	-141	8.9E-08	1.6E-16
-92	-105	5.62E-06	6.3E-13	-130	-143	7.07E-08	1E-16