

Министерство высшего и среднего специального образования
РСФСР

Ордена Трудового Красного Знамени
Научно-исследовательский радиопизический институт

Препринт № 49

СУПЕРГЕТЕРОДИННЫЕ РАДИОМЕТРЫ
МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН

Ю.М.Забывтов,
В.Н.Калиниченко,
Ю.В.Лебский



Горький - 1974 г.

Разработаны и изготовлены два радиометра на диапазон $3,7 + 2,7$ мм и $1,7 + 1,1$ мм из проектируемого комплекта радиометров с общим диапазоном $3,7 + 0,5$ мм. Радиометры представляют собой двухканальные супергетеродинные модуляционные приемники со сверхвысокой промежуточной частотой и предназначены для радиоастрономических исследований внеземных источников со сплошным спектром.

На рис. 1 приведена функциональная схема радиометра $1,7 + 1,1$ мм диапазона. Радиометр диапазона $3,7 + 2,7$ мм выполнен по той же схеме и имеет лишь конструктивные особенности.

С целью уменьшения потерь в радиочастотном тракте последний в радиометре $1,7 + 1,1$ мм диапазона построен на сверхразмерных волноводах сечением $11 \times 5,5$ мм. Для осуществления диаграммой модуляции на входе радиометра установлен квазиоптический модулятор-переключатель.

Калибровка радиометра осуществляется с помощью встроенного генератора шума (ГШ), подключаемого к одному из входов при помощи квазиоптического коммутатора. В качестве генератора шума используется серийный газоразрядный ГШ $1,5$ см диапазона, обеспечивающий на волне $1,4$ мм сигнал с эффективной шумовой температурой около 500°K .

Колебания сигнала и гетеродина подводятся к смесителю посредством интерферометра Цандера-Маха, позволяющего подавить шумы гетеродина и наиболее полно использовать его мощность, а также существенно ослабить "паразитный" сигнал [1,2]. В качестве гетеродина используется лампа обратной волны ОВ - 24 [3].

Сочленение сверхразмерных элементов с узлами стандартного сечения (облучателями, смесителем, ЛОВ) осуществляется с помощью пирамидальных переходов оптималь-

ной длины, что обеспечивает возможность работы всех узлов на основной моде TE_{10} [4]. В радиометре используется специально разработанный смесительный диод с барьером Шоттки, обеспечивающий выход на сверхвысокую промежуточную частоту и по своему устройству аналогичный описанному в [5].

Диод устанавливается в коаксиальной арматуре, представляющей собой 3-х ступенчатый чебышевский трансформатор, предназначенный для согласования относительно высокого выходного сопротивления диода ($150 + 200$ см) со входом УПЧ (50 см). В радиометре используется термостабилизированный твердотельный УПЧ 10 см диапазона с эффективной шумовой полосой 300 Мгц, шумфактором $3 + 3,5$ ед. и общим усилением $45 + 48$ дБ. На входе его подключены квадратичный детектор (коаксиальная детекторная камера) и предварительный усилитель низкой частоты.

Радиометр на диапазон $3,7 + 2,7$ мм, в отличие от описанного выше, имеет на входе модулятор - выключатель на волноводе стандартного сечения $2,4 \times 1,2$ мм. Калибровка производится подключением встроенного генератора шума через 15 дБ направленный ответвитель. Радиочастотный тракт радиометра 3 мм диапазона выполнен на сверхразмерных волноводах сечением 23×10 мм.

Смесительные диоды, используемые в этом радиометре, описаны в [5]. Конструктивно высокочастотная часть радиометров выполнена в виде отдельных блоков, которые устанавливаются на одной антенне. Остальные блоки радиометров устанавливаются в 2 стойки, соединенные с антенной частью кабелями длиной до 50 м. Блок индикатора выполнен по типовым схемам на транзисторах. Он состоит из входного усилителя; аттенюаторов, ступенчатого и главного; избирательного усилителя на частоту модуляции 360 гц с полосой пропускания 15 гц и задающего камертонного генератора. Датчиком опорного напряжения является фотодиод, расположенный на модуляторе в блоке ВЧ.

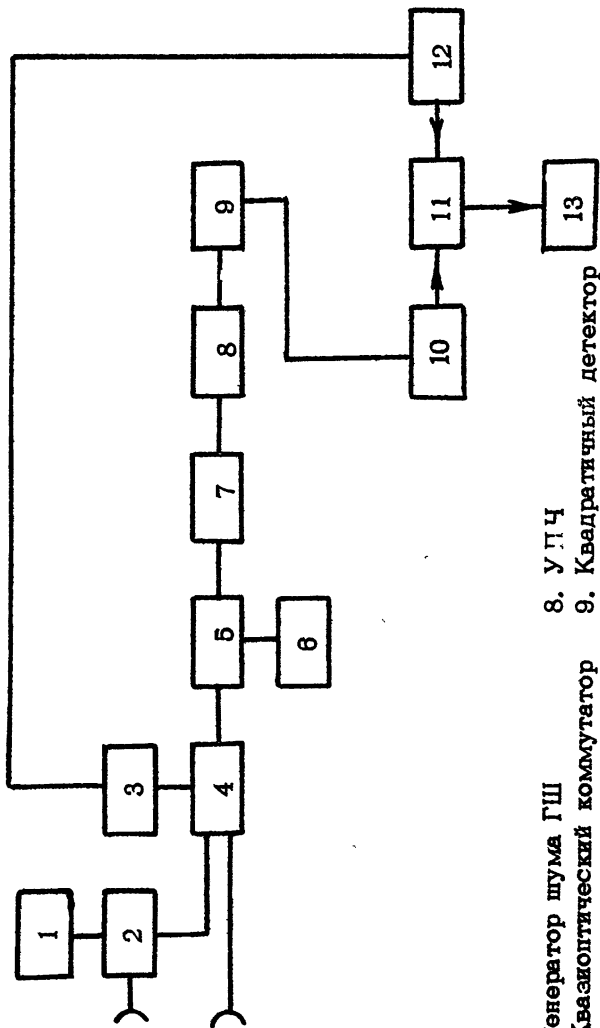
Блок АПЧ в радиометре $1,7 + 1,1$ мм диапазона обеспечивает автоматическое удержание частоты гетеродина в точке, где паразитный сигнал минимален [6].

Блок управления предназначен для дистанционного управления работой ВЧ-блока радиометра: регулировки смещения на смесительном диоде, включения и выключения ГШ, перестройки интерферометра на калибровку.

Блок питания ЛОВ выдает на коллектор ЛОВ плавно регулируемое напряжение, что обеспечивает перестройку гетеродина по диапазону.

В качестве эталона для калибровки радиометров используется согласованная нагрузка, охлажденная жидким азотом.

Пороговая чувствительность радиометров при постоянной времени 1 сек. составляет для 1,5 мм и 3 мм диапазонов $2 + 3^{\circ}\text{K}$ и 1°K соответственно.



- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1. Генератор шума ГШ | 8. У ПЧ |
| 2. Квазиоптический коммутатор | 9. Квадратичный детектор |
| 3. Датчик опорного сигнала | 10. Узкополосный усилитель |
| 4. Модулятор | 11. Синхронный детектор |
| 5. Интерферометр | 12. Фазовращатель |
| 6. Гетеродин | 13. Самописец |
| 7. Смеситель | |

Рис. 1.

Функциональная схема радиометра 1,7-1,1 мм диапазона

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.И.Федосеев, Ю.Ю.Киликов, Радиотехника и электроника, 18, 4, (1971).
2. Ю.А.Дрягин, Л.М.Кукин, Л.В.Лубяко, Радиотехника и электроника (направлено в печать).
3. М.Б.Голант, З.Т.Алексеенко, З.С.Короткова, М.А.Лункина, А.А.Негирев, А.П.Петрова, Т.Б.Реброва, В.С.Савельев, ПТЭ № 3, 1969.
4. J. Bled, A. Bresson, K. Papaular, I. G. Wegrowe "L'Onde électrique", 44, 442, 80 (1964).
5. О.Ф.Гришин, Ю.В.Лебсугий, В.А.Мальцев, В.П.Мезенцев, А.П.Шкаев, В.Т.Божков, В.М.Тевелевич, Вопросы радиоэлектроники, сер. Измерительная техника (направлено в печать).
6. Л.И.Герштейн, Известия высш.уч. зев, Радиофизика, 8, 4, 77 (1965).