

## ІНФОРМАЦІЯ ПРО ЗАКІНЧЕНІ РОЗРОБКИ

УДК 621.317.7.023

## ШЕСТИКАНАЛЬНИЙ РАДІОМЕТР ММ-ДІАПАЗОНУ

*Воропаєв П.В., Митрофанов А.Б., Біденко В.А.,  
Березюк Ф.Б., Маруненко Ю.В., Зоренко О.В.*

В ДП НДІ «Оріон» було розроблено шестиканальний приймач, призначений для вимірювання випромінювання плазми методом циклотронної НВЧ-діагностики [1]. Цей приймач дозволяє вимірювати потужність шуму плазми в діапазоні частот 54 – 74 ГГц.

З метою досягнення високої чутливості було вибрано компенсаційний тип приймача, що побудований за супергетеродинною схемою з подвійним перетворенням частоти [2, 3]. Така побудова приймача дозволяє досягти високої ідентичності смуги пропускання та коефіцієнта шуму в кожному з каналів. Разом з тим забезпечується значна розв'язка між каналами, що дає змогу збільшувати їх кількість.

Конструктивно радіометр складається з трьох блоків: конвертера, блока проміжної частоти (блок ПЧ) і блока живлення (БП), з'єднаних між собою сигнальними кабелями та кабелями живлення. Для перевірки та настройки радіометра передбачено генератор шуму.

## Опис конвертерного блоку

Конвертер призначений для супергетеродинного переносу спектра сигналу (шуму) з НВЧ діапазону (54 – 74 ГГц) на проміжну частоту 0 – 20 ГГц та його масштабування по НВЧ за допомогою рін-атенюатора.

Блок-схему конвертера наведено на рис.1. Він складається з: фільтра верхніх частот (ФВЧ), зібраного на замежовому хвилеводі, електрично керованого рін-атенюатора, широкосмугового змішувача та гетеродина на

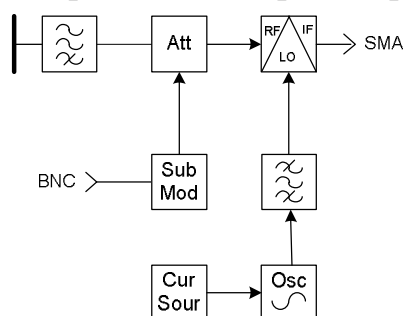


Рис. 1. Функціональна схема конвертера

ЛПД, який підключено через смуговий фільтр. Рін-атенюатори та гетеродина мають відповідно плату управління та плату живлення ЛПД, які зібрані в окремих корпусах. Управління рін-атенюатором виведено на задню панель конвертера (роз'єм BNC). Напряга керування знаходиться в межах 0 – 5 В. Вхідний опір не менше 1 кОм.

За відсутності зовнішньої напруги на вході керування, загасання рін-атенюатора рівне мінімальному. Живлення конвертера здійснюється від блоку ПЧ за допомогою кабелю живлення (8 контактів). Сигнал ПЧ зніма-

ється з роз'єму SMA.

Було проведено вимірювання характеристики *pin*-атенюатора і частотної залежності коефіцієнта перетворення конвертера (рис.2, рис.3 відповідно).

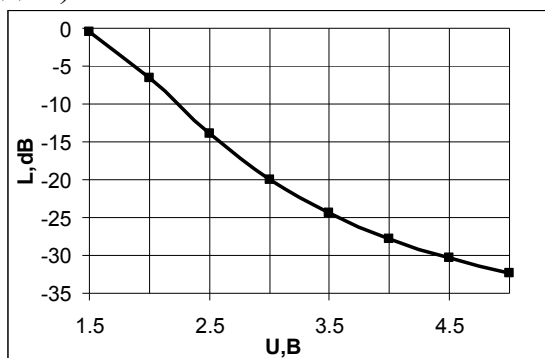


Рис. 2. Характеристика *pin*-атенюатора

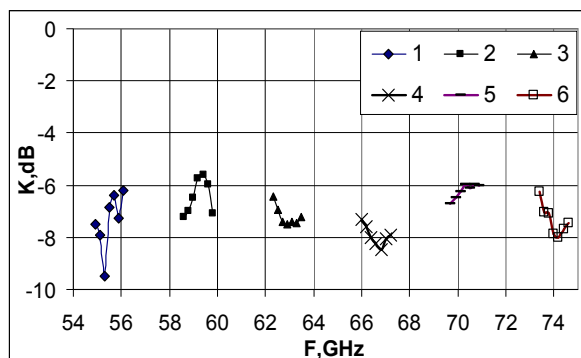


Рис. 3. Частотна залежність коефіцієнта перетворення конвертера

### Опис блоку ПЧ

Блок ПЧ призначений для підсилення ПЧ сигналу, що надходить від конвертера, частотної селекції, масштабування та амплітудного детектування потужності.

Структурна схема блоку ПЧ зображена на рис.4.

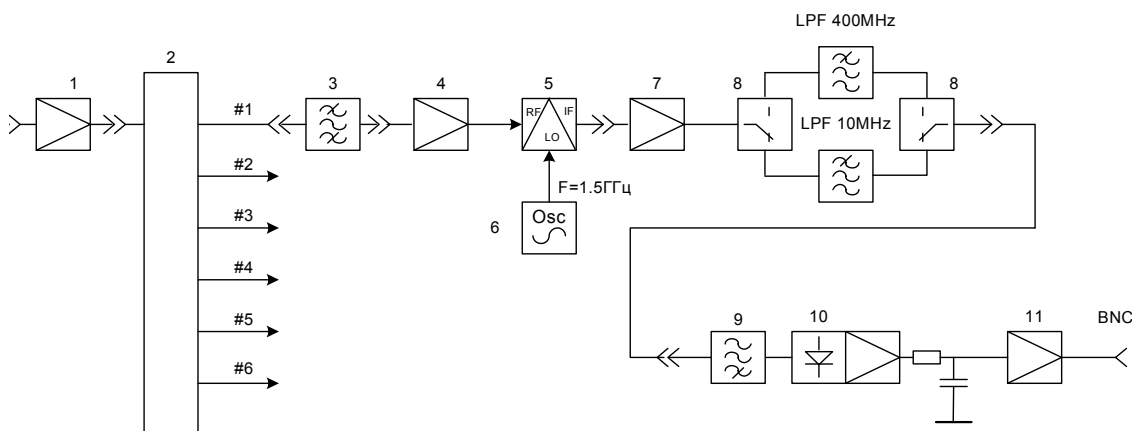


Рис. 4. Структурна схема блоку ПЧ

Згідно зі схемою на вході блоку ПЧ стоїть широкосмуговий підсилювач 1, з виходу якого сигнал подається на відгалужувач 2, де здійснюється частотна селекція потужності на шість каналів. Відгалужена потужність надходить на смуговий фільтр 3 і ВЧ підсилювач 4. Зі змішувача 5 сигнал подається на підсилювач 7 зі змінним коефіцієнтом підсилення, що змінюється дискретно за допомогою перемикача на передній панелі і плавно за допомогою потенціометра.

Далі сигнал проходить через електрично керований ФНЧ 8, який складається з двох електронних перемикачів (вхідний і вихідний) та двох ФНЧ з частотами зрізу 10 МГц і 400 МГц. Переключення фільтрів проводиться

за допомогою перемикача на передній панелі блоку ПЧ. Далі сигнал подається через ФВЧ 1 МГц на амплітудний детектор 10. Огинаюча сигналу через RC-фільтр проходить на підсилювач 11.

**Результати вимірювання параметрів радіометра**

Отримані характеристики шестиканального радіометра, що задовольняють вимогам ТЗ, наведено в табл.1 та табл.2.

Таблиця 1

Параметр	Отриманий результат
Кількість каналів	6
Центральні частоти каналів, ГГц	57
	60,6
	64,2
	67,8
	71,4
	75
Смуга пропускання ПЧ, МГц	800±40; 20±2
Смуга пропускання відеопідсилювача, кГц	100±10
Максимальна вихідна напруга відеопідсилювача, В	1±0,05

На рис.5 представлено зовнішній вигляд радіометра. До його складу входять (у порядку зменшення габаритного розміру): блок проміжної частоти, блок живлення, конвертер, генератор шуму.

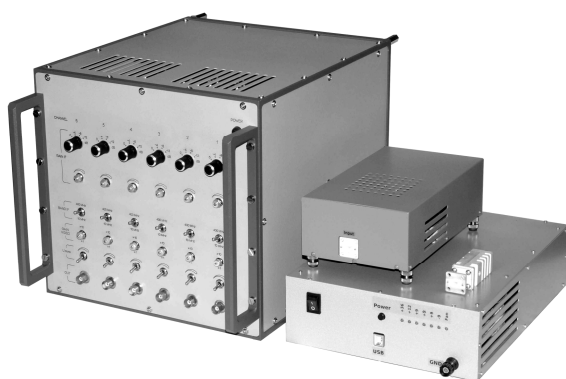


Рис. 5. Зовнішній вигляд радіометра

Таблиця 2

№ канала	Кш, дБ	СЦПШ, Вт·10 <sup>-20</sup> /Гц
1	13,1	8,2
2	14	10
3	12,5	7,1
4	14,6	11,5
5	15,3	13,6
6	12,8	7,6

**Висновки**

Розроблено шестиканальний радіометр в діапазоні частот 54 – 74 ГГц. Власні шуми радіометра лежать в межах 12,5 – 15,5 дБ, а СЦПШ, при подачі якої на вхід приймача вихідна напруга збільшується в два рази –  $(0,7-1,4) \times 10^{-19}$ , Вт/Гц. При конструюванні передбачено модульне виконання приймача, що дозволяє використовувати конвертери на різні діапазони частот для одного блоку ПЧ. За допомогою відносно потужного генератора шуму можна калібрувати не лише сам приймач, а й вимірювальний тракт в установках ТОКАМАК та Стеларатор.

**Література**

1. Кузнецов Э.И., Щеглов Д.А. Методы диагностики высокотемпературной плаз-

мы, изд. 2-е, перераб и доп. — М.:Атомиздат. — 1980. — с. 200.

2. Есепкина Н.А., Корольков Д.В., Парийский Ю.Н., Радиотелескопы и радиометры, — М. — 1973.

3. Джон Д. Краус. Радиоастрономия. — М.: Сов. радио. — 1973.

*Воропаєв П.В., Митрофанов А.Б., Біденко В.А., Березюк Ф.Б., Маруненко Ю.В., Зоренко О.В. Шестиканальний радіометр мм-діапазону. Представлено результати проектування шестиканального радіометра та приведено його основні технічні характеристики.*

**Ключові слова:** радіометр, генератор шуму, СЩПШ.

*Воропаєв П.В., Митрофанов А.Б., Біденко В.А., Березюк Ф.Б., Маруненко Ю.В., Зоренко А.В. Шестиканальный радиометр мм-диапазона. Представлены результаты проектирования шестиканального радиометра и приведены его основные технические характеристики.*

**Ключевые слова:** радиометр, генератор шума, СПМШ.

*Voropaiev P.V., Mytrofanov A.B., Bidenko V.A., Bereziuk F.B., Marunenko Y., Zorenko A.V. UHF six-channel radiometer. Reviewed the results of designing of six-channel radiometer and its main technical parameters.*

**Keywords:** radiometer, noise generator, PSD.