

Краткое сообщение

УДК 621.396; 523.164

Приемное устройство на частоту 22 ГГц для международной РСДБ станции “Симеиз”

Н. С. Нестеров, А. Е. Вольвач, И. Д. Стрепка, В. М. Шульга¹,
В. И. Лебедь², А. М. Пилипенко²

*Крымская астрофизическая обсерватория,
98688, Украина, Крым, Кацивели, РТ-22*

¹*Радиоастрономический институт НАНУ,
61002, Украина, г. Харьков, ул. Краснознаменная, 4
e-mail: shulga@rian.kharkov.ua*

²*Открытое акционерное общество “НПП “Сатурн”,
03148, Украина, Киев*

Статья поступила в редакцию 19 сентября 2000 г.

Разработан и введен в действие криоэлектронный приемник на частоту 22 ГГц для наблюдений методом радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами на 22-м радиотелескопе КрАО (станция “Симеиз” Европейской сети РСДБ). Измеренный эквивалентный шумовой поток приемной системы составил 2300 Ян в зените.

Розроблено та введено в дію криоелектронний приймач на частоту 22 ГГц для спостережень методом радіоінтерферометрії з наддовгими базами на 22-м радіотелескопі КрАО (станція “Сімеїз” Європейської мережі РНДБ). Вимірний еквівалентний шумовий потік приймальної системи складає 2300 Ян в зеніті.

Радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами (РСДБ) является мощным средством для изучения тонкой структуры астрономических объектов [1]. РСДБ измерения структуры и динамики радиоисточников в настоящее время проводятся практически во всем диапазоне радиоволн. Большинство радиотелескопов Европы объединены в единую радиоинтерферометрическую сеть (EVN). Одним из элементов сети является 22-м радиотелескоп Крымской астрофизической обсерватории (РТ-22, КрАО), входящий в сеть под названием станция “Симеиз”.

Основными требованиями, предъявляемыми к радиотелескопам, входящим в РСДБ-сеть, являются высокая чувствительность, которая обеспечивается снижением шумов приемной системы, а также высокая стабильность гетеродинов.

В августе 1999 г. РТ-22 был дополнительно оснащен сверхмалозумящим приемным устройством с криогенным охлаждением на частоту 22 ГГц. Сверхмалозумящее приемное устройство с замкнутой криогенной системой водородного уровня охлаждения разработано в ОАО НПП “Сатурн” при содействии КрАО и РИ НАНУ. Криостат с охлаждаемым до 15 К высокочастотным усилителем на транзисторах типа НЕМТ, термостатированный преобразователь частоты и устройства фазовой и амплитудной калибровки расположены во вторичном фокусе антенны. Облучатель обеспечивает оптимальное облучение антенны. Излучение от радиоисточников может приниматься левой либо правой круговой поляризации. В таблице приведены основные параметры приемного устройства, а рисунок дает представление о его структурной схеме.

Опорный сигнал 5 МГц для гетеродина задается активным водородным стандартом частоты Ч1-70.

Для оценки качества системы радиотелескоп-приемник в данной работе использовался параметр SEFD (System Equivalent Flux Density), соответствующий плотности потока в Ян условного радиоисточника, мощность принимаемого сигнала от которого равна мощности шума, генерируемого самой приемной системой. Этот параметр не зависит от способа определения шумовой температуры системы и эффективной площади антенны.

Измерения величины SEFD проводились с помощью системы регистрации Марк-3А и программного обеспечения Field System 8.2. Эквивалентная плотность потока системы определялась по источникам с известными в данном диапазоне потоками: DR 21, Vir-A, Cyg-A, Tau-A. Учитывалась ширина главного лепестка диаграммы направленности и угловой размер источника. Перед каждым измерением SEFD сканированием определялось положение источника. Затем радиотелескоп устанавливался поочередно на радиоисточник и на точку, отстоящую от него на 5 ширин главного лепестка диаграммы направленности на уровне 0.5 (источ-

ник – фон). Цифровой выходной сигнал приемника интегрировался в течение 6 с в каждом положении радиотелескопа при помощи системы регистрации Марк-3А. По полученным в двух различных положениях антенны откликам радиометра, определялась эквивалентная плотность потока системы. В зависимости от интенсивности излучения источника проводилась серия из 6÷10 измерений параметра SEFD, после чего рассчитывалось его среднее значение и оценивалась среднеквадратичная ошибка среднего.

В результате проведенных измерений эквивалентный шумовой поток приемной системы составил 2300 Ян в зените. Это соответствует эффективной площади антенны 180 м² и шумовой температуре системы 150 К. При этом определено, что шумовая температура приемника, приведенная к входу усилителя высокой частоты, составляет около 45 К и не уступает по этому параметру лучшим мировым аналогам. Размер главного лепестка диаграммы направленности антенны на уровне 0.5 составлял 170".

Вводом нового сверхмалошумящего приемника на частоту 22 ГГц завершен первый этап по обновлению приемной базы РСДБ-станции "Си-

Таблица. Основные параметры сверхмалошумящего приемного устройства на частоту 22 ГГц

Диапазон рабочих (входных) частот, ГГц	22.0 ÷ 22.5
Эквивалентная шумовая температура входа в диапазоне рабочих частот, К	45
Диапазон выходных частот, МГц	100 ÷ 600
Коэффициент усиления по мощности в диапазоне рабочих частот, дБ	70
Неравномерность коэффициента усиления по мощности в диапазоне рабочих частот, дБ	2.7
Номинальное значение частоты гетеродина, ГГц	21.9
Спектральная плотность мощности фазовых шумов гетеродина в полосе 1 Гц при отстройке от несущей	
на 1 кГц, дБ/Гц	80
– на 10 кГц, дБ/Гц	95
Выходная мощность гетеродина, мВт	20
Опорная частота для формирования сигнала гетеродина, МГц	5
Стабильность опорной частоты	$5 \cdot 10^{-14}$

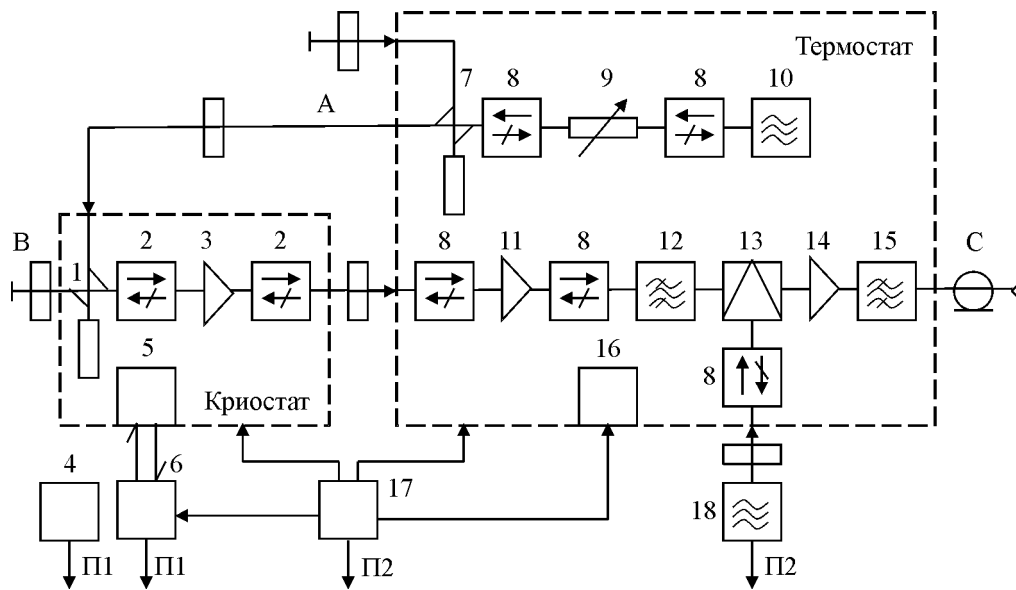


Рис. Структурная схема сверхмалошумящего приемного устройства на частоту 22 ГГц:

- | | |
|---|---|
| <p>1 – направленный ответвитель,
 2 – охлаждаемый ферритовый вентиль,
 3 – охлаждаемый усилитель ВЧ,
 4 – система вакуумирования,
 5 – охладитель,
 6 – компрессор,
 7 – направленный ответвитель,
 8 – ферритовый вентиль,
 9 – аттенюатор,
 10 – генератор шума,
 11 – усилитель ВЧ,
 12 – полосно-пропускающий фильтр,</p> | <p>13 – балансный смеситель,
 14 – усилитель промежуточной частоты,
 15 – полосно-пропускающий фильтр,
 16 – система термостатирования,
 17 – блок питания и управления,
 18 – гетеродин,
 А – вход фазовой калибровки,
 В – вход (22.0 ÷ 22.5 ГГц),
 С – выход (100 ÷ 600 МГц),
 П1 – питание (380 В, 50 Гц, 3 фазы),
 П2 – питание (220 В, 50 Гц)</p> |
|---|---|

меиз”. Это дает возможность продолжать наблюдения, как в режиме одиночной антенны, так и в составе РСДБ-сети.

Литература

1. Р. Томпсон, Дж. Моран, Дж. Свенсон. Интерферометрия и синтез в радиоастрономии. Москва, Мир, 1989, 568 с.

22 GHz Radiometer for International VLBI Station “Symeiz”

N. S. Nesterov, A. Ye. Volvatch, I. D. Strepka, V. M. Shul’ga, V. I. Lebed’, A. M. Pilipenko

The 22 GHz cryoelectronic receiver is developed and installed for very long base interferometric observations on 22-m radiotelescope of Crimean astrophysical observatory (“Symeiz” station of the European VLBI net). The measured receiving system equivalent flux density consists 2300 Jy in zenith.