

УДК 523.98

Л. И. Цветков, Ю. Ф. Юровский

Науково-дослідний інститут «Кримська астрофізична обсерваторія», Кацивелі

Диагностический комплекс солнечной активности на базе радиотелескопа РТ-22 НИИ КраО и малых радиотелескопов

Подано ряд результатів наукової розробки і технічного проектування створюваного у Кримській астрофізичній обсерваторії локального радіоастрономічного центру Служби Сонця в Україні.

ВВЕДЕНИЕ

РТ-22 НИИ КраО является единственным на Украине радиотелескопом, на котором проводятся наблюдения источников космического излучения в диапазоне 2-35 мм. Солнечный радиометрический комплекс РТ-22 содержит приемники на волны 8 и 13 мм и поляриметры на волны 2.0, 2.3, 2.8 и 3.5 см. Уже много лет функционирует Служба Солнца на базе радиотелескопа РТ-3, оснащенного радиометрами на волны 10.5 и 12.5 см, проводятся наблюдения на метровом радиотелескопе РТМ.

В течение последних 20 лет получены ряд новых результатов по изучению глобальных осцилляций Солнца, диагностике солнечных вспышек, определению физических условий в активных областях на Солнце. Однако для продолжения исследований микроволновой активности Солнца требуется радиометрическая аппаратура нового поколения, создание системы мониторинга солнечной активности, первый вариант которой опубликован в работе [3]. Ниже рассмотрен второй вариант — ныне реализуемый радиоастрономический комплекс. Перспективным направлением в развитии наблюдательной базы лаборатории радиоастрономии КраО, предназначенной для солнечных исследований, может быть расширение диапазона спектрально-поляризационного комплекса РТ-22 и РТ-3, завершение строительства радиотелескопа сантиметровых волн РТ-2, разработка и создание миллиметрового радиотелескопа РТ-1.

РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Система мониторинга микроволновой активности Солнца состоит из следующих инструментов (рис. 1).

1. Радиотелескоп РТ-22 НИИ КраО, оборудованный приемными модулями на частоты 17.0, 15.4, 13.3, 8.6 и 6.7 ГГц.

2. Дециметровый радиотелескоп РТ-3, функционирующий на частотах 2.85 и 2.5 ГГц, дополняется радиометром на частоту 3.8 ГГц.

3. Сантиметровый радиотелескоп РТ-2, оборудованный приемными модулями на частоты 5.8, 10.6 и 15.0 ГГц.

4. Миллиметровый радиотелескоп РТ-1, оснащенный приемными модулями на частоты 45, 36 и 22 ГГц.

Выбор частот приема солнечного радиоизлучения определялся, в первую очередь, характером спектра излучения радиовсплесков, и во вторую очередь — наличием антенн и измерительной аппаратуры, которыми располагает ЛРА КраО.

СПЕКТРАЛЬНО-ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС САНТИМЕТРОВЫХ ВОЛН

Поляриметрический комплекс сантиметровых волн РТ-22 КраО собран на твердотельных СВЧ-компонентах третьего поколения [2]. Комплекс позволяет регистрировать полную интенсивность и поляри-

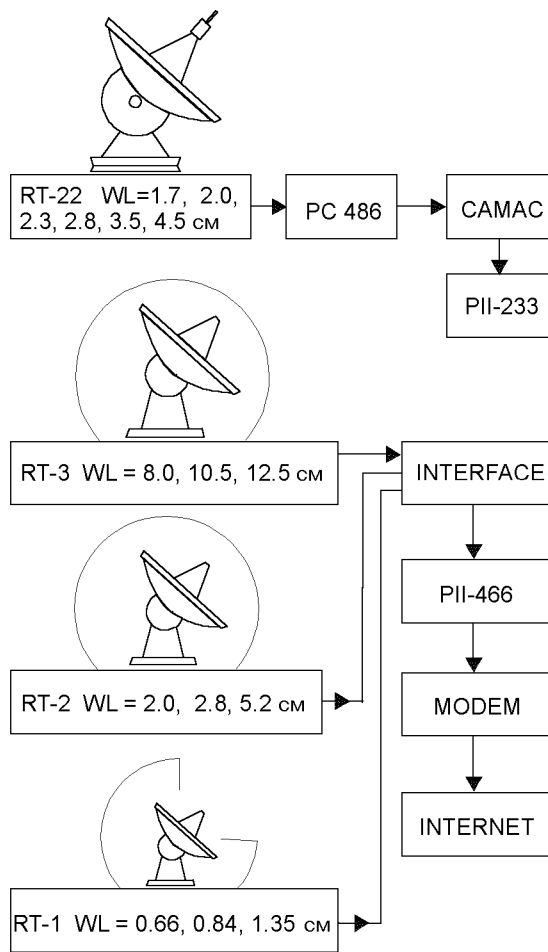


Рис. 1. Состав технических средств и инструментов

зованную составляющую радиоизлучения одновременно на четырех волнах с угловым разрешением 4—6' и временным разрешением 0.1 с.

В настоящее время возникла необходимость модернизации существующего четырехволнового поляриметра на базе современных высоконадежных твердотельных элементов и расширения диапазона приема солнечного радиоизлучения.

На рис. 2 показана структурная схема комплекса. СВЧ-блок комплекса содержит широкополосный скалярный рупор (СР), селекторы поляризации (СП), фазовые модуляторы (ФМ) и приемные модули на шесть длин волн. Скалярный рупор обеспечит оптимальное облучение антенны радиотелескопа РТ-22 КраО. Этот комплекс повысит точность измерений при исследовании физических условий в переходном слое атмосферы Солнца. Есть

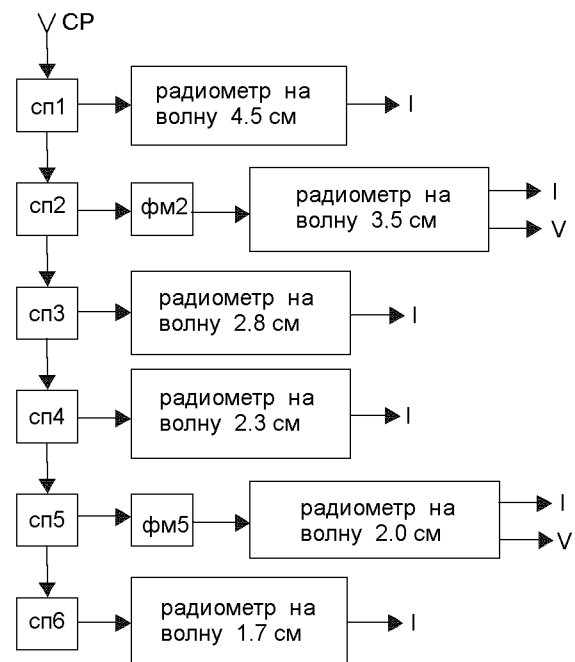


Рис. 2. Структурная схема спектрально-поляриметрического комплекса

реальная возможность обеспечить чувствительность радиотелескопа порядка 2-3 Ян с помощью малошумящих транзисторных усилителей на входе приемных модулей (см. [3]).

Указанный диапазон характеризуется сменой знака поляризации радиоизлучения и изломом спектра мощных радиовсплесков, сопровождающих протонные вспышки на Солнце. Регистрации полной интенсивности I на шести волнах и поляризованного компонента V радиоизлучения только на двух волнах диапазона достаточно для определения интегрального магнитного поля в локальных источниках солнечного микроволнового излучения.

ДЕЦИМЕТРОВЫЙ РАДИОТЕЛЕСКОП РТ-3

Радиотелескоп создан на основе параболического зеркала диаметром 3 м. В качестве облучателя используются два синфазных диполя с круглым отражателем. СВЧ-блоки приемников располагаются за зеркалом. Система регистрации сигналов полностью автоматизирована [4]. Дополнение системы облучения аналогичными по конструкции диполями на волну 8 см не потребует существенных затрат.

САНТИМЕТРОВЫЙ РАДИОТЕЛЕСКОП РТ-2

Сооружаемый в настоящее время радиотелескоп сантиметровых волн создается на основе параболического зеркала диаметром 2.5 м, опорно-поворотного устройства из комплекта Сибирского солнечного радиотелескопа и размещается под радиопрозрачным куполом.

В первичном фокусе зеркала монтируется изготовленный в ЛРА КраО совмещенный облучатель на три длины волны типа «штаники». В центре фокальной плоскости располагается открытый конец прямоугольного волновода (8×17), затем разрезанный по широкой стенке волновод (10×23) и снаружи так же разрезанный волновод (15×35). Аналогичный по конструкции боковой облучатель предназначен для реализации метода диаграммной модуляции, позволяющий скомпенсировать потери в атмосфере и обшивке купола. Диаграммная модуляция осуществляется методом переключения приема сигналов, принятых основной и боковой диаграммами направленности антенны радиотелескопа.

На рис. 3 представлена структурная схема радиометров сантиметрового диапазона, которыми предполагается оснастить радиотелескоп. Входные цепи модулей радиометров состоят из двух волноводно-полосковых переходов (ВПП), расположенный в Е-плоскости на расстоянии 60—70 мм. Структурная схема приемного модуля содержит также модулятор (МОД), на сигнальный вход которого подается мощность от генератора шума (ГШП) через

направленный ответвитель (НО) и управляемый аттенюатор (УА1). Опорный вход подключен к модулятору через управляемый аттенюатор (УА2). Далее следуют стандартные элементы схемы: вентиль (ВЕН), малошумящий усилитель (МШУ), фильтр (Ф), смеситель (СМ), гетеродин (ГЕТ), усилитель промежуточной частоты (УПЧ), квадратичный детектор (КД), предварительный усилитель (ПУНЧ).

МИЛЛИМЕТРОВЫЙ РАДИОТЕЛЕСКОП РТ-1

Трехволновой радиотелескоп миллиметрового диапазона находится в стадии эскизного проектирования. Основные элементы конструкции: параболическое зеркало диаметром 90 см и опорно-поворотное устройство от оптического телескопа имеются в наличии. В первичном фокусе располагаются два совмещенных облучателя на три длины волны. Для реализации диаграммной модуляции предполагается использовать модулятор обтюраторного типа.

Частоты приема: 22, 36, 45 ГГц или 30, 45, 90 ГГц.

Рассматриваются варианты размещения СВЧ-устройств как вблизи первичного фокуса, так и в зазеркальном пространстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одновременные наблюдения на РТ-22 НИИ КраО и трех малых радиотелескопах РТ-3, РТ-2 и РТ-1, перекрывающие диапазон от 0.66 до 12.5 см, позволят получать информацию для анализа процессов энерговыделения в атмосфере Солнца, диагностики эруптивной солнечной плазмы и краткосрочного прогноза солнечной активности. Реализация этого радиоастрономического проекта позволят Украине достойно войти в международную сеть Службы Солнца.

1. Ракитин С. П., Карушкин Н. Ф., Цвирко Ю. А. и др. Твердотельные компоненты для перспективной радиоэлектронной аппаратуры мм- и суб-мм-диапазонов длин волн (2.6...300 ГГц) // Матер. 10-й Междунар. Крым. микроволновой конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», Севастополь 11—15 сентября 2000 г. — Севастополь: Вебер, 2000.—С. 33—36.
2. Цветков Л. И., Миронов М. А., Поздняков М. М. и др. Поляриметрический комплекс диапазона сантиметровых волн // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1993.—88.—С. 146—152.
3. Цветков Л. И., Поздняков М. М., Миронов М. А. и др. Радиоастрономический комплекс для мониторинга солнечной активности // 4-я Крым. конф. и выставка «СВЧ-техника и спутниковый прием»: Материалы конф., Севастополь, 2000.—С. 146—152.

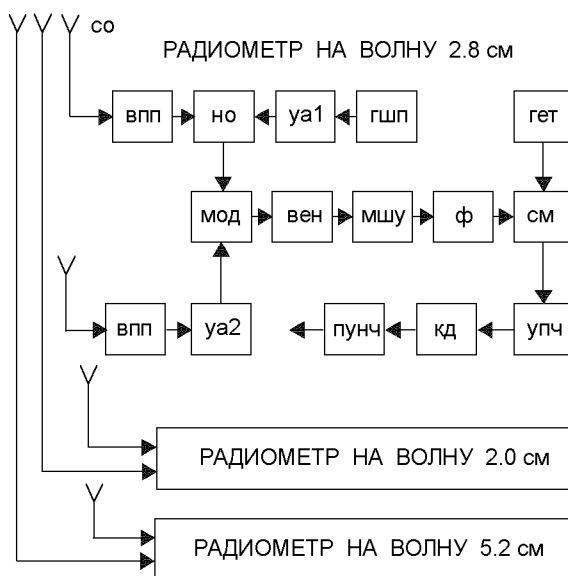


Рис. 3. Структурная схема радиометров

поль 26—28 сентября 1994 г. — Севастополь: Вебер, 1994.—Т. 2.—С. 231—232.

4. Шипунова Н. В., Тарасов В. Н., Кручинин И. В. и др. Трехканальные приемо-преобразовательные модули. // Матер. 10-й Междунар. Крым. микроволновой конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», Севастополь 11—15 сентября 2000 г. — Севастополь: Вебер, 2000.—С. 111—112.
5. Юровский Ю. Ф. Аппаратура и методика наблюдений миллисекундных пульсаций радиоизлучения Солнца // Изв. Крым. астрофиз. обсерватории.—1992.—84.—С. 182—186.

**DIAGNOSTIC COMPLEX OF MONITORING
OF SOLAR ACTIVITY ON THE BASIS
OF THE RADIO TELESCOPE RT-22 OF THE SRI CRAO
AND SMALL RADIO TELESCOPES**

L. I. Tsvetkov, Yu. F. Yurovskii

We present some results of scientific elaboration and technical design of a local radio astronomical centre of Solar Service in Ukraine. The centre is created at the Crimean Astrophysical Observatory on the basis of the radio telescope RT-22 and three small radio telescopes.