

УДК 621.396.62

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИРКУТСКОГО РАДАРА НР

¹А.В. Заворин, ¹В.Е. Заруднев, ²В.Н. Кулагин, ¹Д.С. Кушнарев, ³В.В. Лепетаев

TECHNICAL MEANS OF VERIFICATION OF IRKUTSK IS RADAR METROLOGICAL CHARACTERISTICS

¹A.V. Zavorin, ¹V.E. Zarudnev, ²V.N. Kulagin, ¹D.S. Kushnarev, ³V.V. Lepetaev

Для решения задач калибровки предлагается использовать как детерминированные, так и шумоподобные сигналы. Детерминированные сигналы в виде моночастоты или радиопульсов с известными параметрами позволяют измерять амплитудные, амплитудно-частотные, фазовые и временные характеристики тракта, но не позволяют оценивать шумовые характеристики и их стабильность, что в данном случае является особо важным.

To solve problems of calibration, we propose to use deterministic or noise-like signals. Thus, deterministic signals in the form of monofrequency or radio pulses with known parameters allow us to measure amplitude, amplitude-frequency, phase and temporal characteristics of a tract, but not noise characteristics and their stability that in this case is of great importance.

Постановка задачи

Иркутский радар некогерентного рассеяния является уникальным инструментом для исследования ионосферы. Определение, контроль и улучшение метрологических характеристик инструмента является актуальной задачей, требующей поиска новых методик и способов их реализации.

Основой инструмента является рупорная антенна с диапазоном 2 м, состоящая из двух полурупоров с двухсторонней запиткой. Находясь под воздействием климатических факторов, антенна меняет свои механические и электрические характеристики, что, в свою очередь, влияет на стабильность оценок исследуемых параметров среды. Передающая система также нестабильна во времени (старение ламп, рассогласование нагрузки и т. п.). Приемный тракт подвержен импульсному воздействию сигналов передатчика при отказах системы защиты. Это приводит к потере чувствительности, а в случае замены блоков – к изменению параметров тракта с потерей их абсолютных значений.

Система контроля и самодиагностики должна отслеживать состояние основных параметров передающего и приемного трактов, как в активном режиме излучения, так и в пассивном режиме калибровки по источникам космических шумов.

Работа системы контроля должна неосозанно сопровождать работу радара, регистрируя вариации его параметров и сообщая об отклонениях параметров от устоявшейся нормы.

Текущие результаты самодиагностики должны формироваться в пакеты, встраиваемые в потоки данных рутинных наблюдений, и позволять восстанавливать вариации параметров радара для их учета при интерпретации геофизической информации.

Структура и принцип действия системы калибровки

Рупорная конструкция антенны радара и способ ее возбуждения определяют основные требования к структуре регистрирующей аппаратуры и аппаратуры контроля. Большие линейные размеры рупоров (длина 350 м) и совмещение в одной системе двух полурупоров определяют структуру приемного тракта и схему системы контроля. Общий масштаб приемной системы можно оценить по внешнему виду (рис. 1).

Компоненты приемного тракта сконцентрированы в пристройках на концах рупоров, что и определяет общую структуру системы контроля и калибровки (рис. 2). Каждый из четырех рупоров возбуждается передатчиками G1–G4. Развязка приемных трактов от «пролезания» импульсов передатчиков обеспечивается системой направленных ответвителей и газовых разрядников WE1–WE4. Приемные тракты каналов и элементы системы управления и контроля сосредоточены на платформах ВУП-1–ВУП-2 (выносное устройство приемника) [1]. Самостоятельными компонентами являются калибраторы, обеспечивающие подачу тестовых сигналов как в антенну, так и непосредственно в приемные тракты.

Платформы ВУП соединены с центроидом системы по промежуточной частоте информационных каналов и каналами управления. Калибраторы управляются центроидом: транзитно через платформы ВУП, либо непосредственно. Все информационные потоки в пределах системы синхронизируются с импульсами передатчиков, чем обеспечивается их помехозащищенность.

В силу функциональной идентичности всех четырех каналов можно проследить работу системы калибровки на примере одного из каналов (рис. 3). Ключ S1 соединяет вход приемника с антенной либо с генератором шума G2. Быстродействующий ключ S2



Рис. 1.

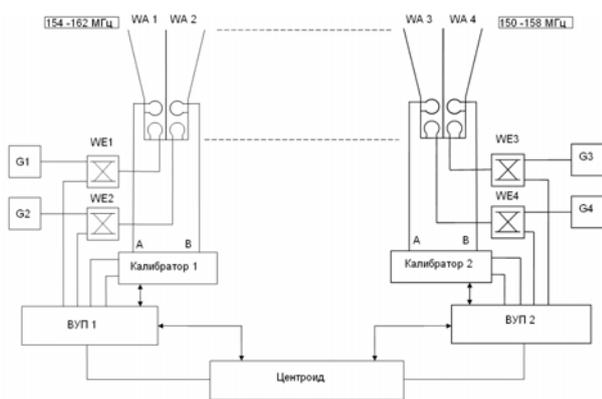


Рис. 2.

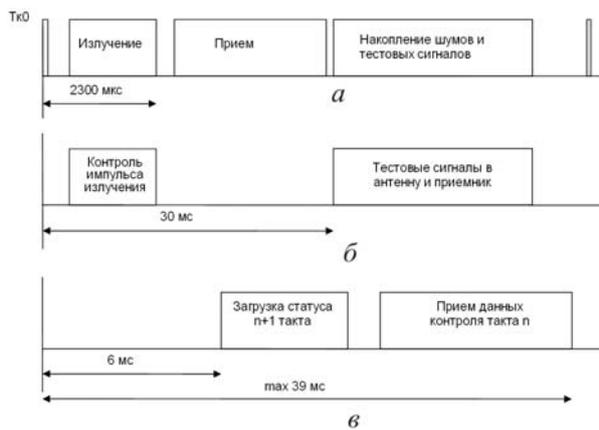


Рис. 4.

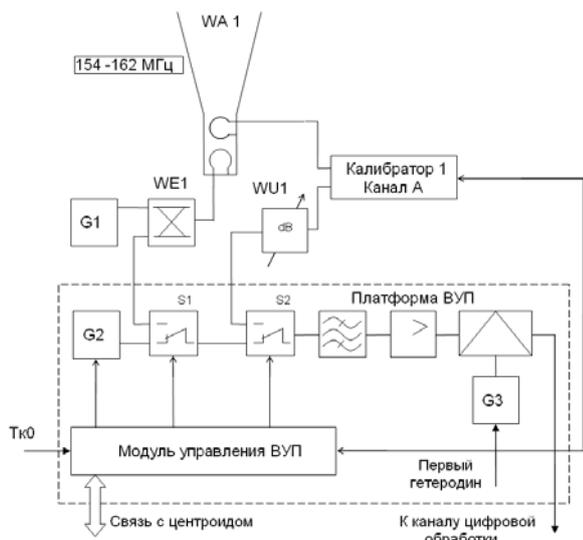


Рис. 3.

защищает приемник от поражения импульсами передатчика в момент излучения либо подключает приемник к выходу калибратора. Каждый канал калибратора имеет два выхода: один для подачи тестового сигнала в раскрыв приемной антенны, второй – непосредственно в приемный тракт. Каналы калибратора синхронизированы между собой с точностью до фазы, обеспечивая возможность измерений фазовых соотношений между каналами приемного тракта. Сигнал калибратора, подаваемый в раскрыв антенны, контролируется по уровню. При излучении на выходные цепи калибратора проникает наводка из антенны, которая также измеряется и используется для оценки мощности излучения радара.

Для контроля шумовых характеристик приемного тракта в состав системы калибровки введены эталонные генераторы шума, что позволяет непрерывно контролировать чувствительность приемных трактов и стабильность коэффициентов усиления. В этом случае можно осуществить абсолютную привязку параметров приемного тракта к уровню известных галактических радиоисточников. Управляемые генераторы шума выполнены на стабилитронах КС182, имеющих наилучшие характеристики управляемости по току для нашего диапазона частот и для значений коэффициента шума в диапазоне 0–10 Ф.

Генераторы шума управляются напряжением, преобразуемым в ток стабилитрона. Температурная стабильность обеспечивается контролем и внесением в управляющий сигнал корректирующей поправки. Таким способом удается компенсировать технологический разброс шумовых характеристик отдельных экземпляров стабилитронов. Генераторы шума откалиброваны с помощью генератора на вакуумном шумовом диоде 2Д2С, для которого известна аналитическая зависимость между спектральной плотностью мощности шума и током диода [2].

Система контроля сопровождает работу радара в процессе измерений с регистрацией основных параметров приемного тракта, характерных для данного вида измерений.

В периоде развертки радара можно определить время существования тестовых и калибровочных сигналов, не мешающих его работе (рис. 4, а, б). Информационный обмен между компонентами системы контроля синхронизирован с периодом развертки радара (рис. 4, в). Общий сценарий работы формируется в центриоде и загружается для исполнения потактово.

Таким образом, сочетание аппаратных и программных решений позволяет решить задачу метрологического обеспечения работы уникального геофизического инструмента, каковым является Иркутский радар некогерентного рассеяния. Комплексное применение шумоподобных и детерминированных тестовых сигналов дает возможность оценивать искажения реальных некогерентных и когерентных полезных сигналов при их прохождении через приемный тракт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гноевых (Лепетаев) В.В., Заворин А.В., Заруднев В.Е., Кулагин В.Н. Автоматизированное радиоприемное устройство для радара некогерентного рассеяния // Труды VII конференции молодых ученых «Взаимодействие полей и излучения с веществом». Иркутск, 2004. 254 с.
2. Тетерич Н.М. Генераторы шума и измерение шумовых характеристик. Изд. 2-е, переработ. и доп. М.: Энергия, 1968. 216 с.

¹Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск

²Омский государственный технический университет, Омск

³Инжиниринговая компания «Технопарк», Омск