

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»

Е.В. Морин

«26» августа 2015 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы вертикального радиозондирования ионосферы  
«CADI»

Методика поверки  
РТ-МП-2241-441-2015

и.р. 62264-15

г. Москва  
2015

Настоящая методика распространяется на операции поверки комплексов вертикального радиозондирования ионосферы «CADI» с серийными номерами: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (далее – комплексы «CADI»).

## 1. Общие требования

Требования к организации, порядку проведения поверки и форма представления результатов поверки определяются ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения».

Комплекс поверяется комплектно.

Поэлементная поверка составных частей комплекса производится при отрицательных результатах поверки для выявления источника погрешности.

После устранения неисправности комплекс возвращается на комплектную поверку.

Интервал между поверками составляет 3 года

## 2. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений времени задержки зондирующего импульса	7.3	Да	Да
Определение диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения частоты	7.4	Да	Да

## 3. Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2.

Наименование рабочих эталонов и вспомогательных средств измерений	Основные технические характеристики	
	Пределы измерения	Пределы допускаемой погрешности, разрядность, класс точности
Частотомер универсальный CNT-90 XL	0,001 Гц ... 40 ГГц	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$
Генератор сигналов измерительный E4438C	250 кГц ... 1 ГГц	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
Осциллограф цифровой Agilent MSO6104A	Коэффициент отклонения от 1 мВ/дел до 5 В/дел (1 МОм) Коэффициент развертки от 0,5 нс/дел. до 50 с/дел. Минимальная длительность импульса 5 нс.	Погрешность коэффициента отклонения по вертикали $\pm 0,2 \%$ ; погрешность коэффициента развертки $\pm 0,0015 \%$

3.2. Допускается применять другие вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик комплекса с требуемой точностью.

#### 4. Требования безопасности

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.2.007.3-75, ГОСТ 12.3.019-80, "Правил эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", утвержденных Главгосэнергонадзором. Должны также быть обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

#### 5. Условия поверки

5.1. Поверка комплекса производится на месте эксплуатации

5.2. При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

- |  |            |
|--|------------|
| - температура окружающей среды, °С             | 20 ± 5;    |
| - относительная влажность воздуха, %           | 45...80;   |
| - напряжение питающей сети постоянного тока, В | 220 ± 4,4  |
| - атмосферное давление, кПа                    | 86...106,7 |

#### 6. Подготовка к поверке

6.1. Подключить составные части комплекса в соответствии со схемой соединения руководства по эксплуатации.

6.2. Выдержать комплекс в рабочем помещении не менее 30 минут.

6.3. Надежно заземлить все блоки комплекса, а также измерительные приборы.

#### 7. Порядок проведения поверки

7.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверить:

- комплектность комплекса на соответствие требованиям соответствующего раздела Руководства по эксплуатации
- отсутствие видимых механических повреждений;
- наличие и прочность крепления органов коммутации;
- чистоту разъёмов и клемм;
- целостность соединительных кабелей;
- наличие свидетельства последней поверки

7.2. Опробование

При опробовании комплекса определяют работоспособность измерительных каналов комплекса.

При опробовании необходимо:

- 1) Убедиться, что все блоки комплекса надежно заземлены.
- 2) Подключить комплекс к сети переменного тока.
- 3) Включить комплекс в соответствии с РЭ.
- 4) Дождаться загрузки программного обеспечения.
- 5) Провести контроль показаний светодиодных индикаторов на лицевых панелях приемо-передающего устройства комплекса и вывод информации на монитор компьютера. Блок светодиодной индикации предоставляет различную информацию о состоянии системы и типе операции. Рисунок 1 показывает расположение светодиодов, а таблица 3 даёт их краткое описание.

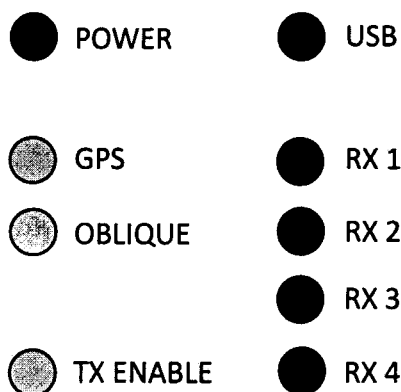


Рисунок 1. Расположение светодиодов на блоке светодиодной индикации.

Таблица 3. Описание светодиодной индикации.

Светодиод	Цвет	Описание
POWER	Красный	Горит: Питание включено
USB	Зеленый	Горит: USB соединение установлено Мерцает: Соединение в процессе работы
TX ENABLE	Желтый	Горит: Выполняется передача
GPS	Желтый	Мерцает: Получение ежесекундных импульсов от GPS
OBLIQUE	Желтый	Горит: запущен режим наклонного зондирования
RX 1	Красный	Горит: RCVR-блок в 2-ом слоте (JR2 на соединительной плате)
RX 2	Красный	Горит: RCVR-блок в 3-ем слоте (JR3 на соединительной плате)
RX 3	Красный	Горит: RCVR-блок в 4-ом слоте (JR4 на соединительной плате)
RX 4	Красный	Горит: RCVR-блок в 5-ом слоте (JR5 на соединительной плате)

Результаты опробования считать положительными, если светодиодные индикаторы отображают режим работы комплекса, а на монитор компьютера после проведения сеанса зондирования выведена ионограмма.

### 7.3 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений времени задержки радиоимпульса в рабочем диапазоне температур

Проверку проводить следующим образом:

- 1) Отключить антенно-фидерную систему от контроллера/приемника XR-30.
- 2) Отключить от питания импульсный передатчик TX-30.
- 3) Подключить к разъему «RF» контроллера/приемника XR-30 аттенюатор 50 Ом.
- 4) Подключить к разъему антенны приемника генератор сигналов Agilent E4438C согласно схеме, представленной на рисунке 2. Подключение необходимо осуществить через элемент грозозащиты, который идет в комплекте с комплексом CADI.

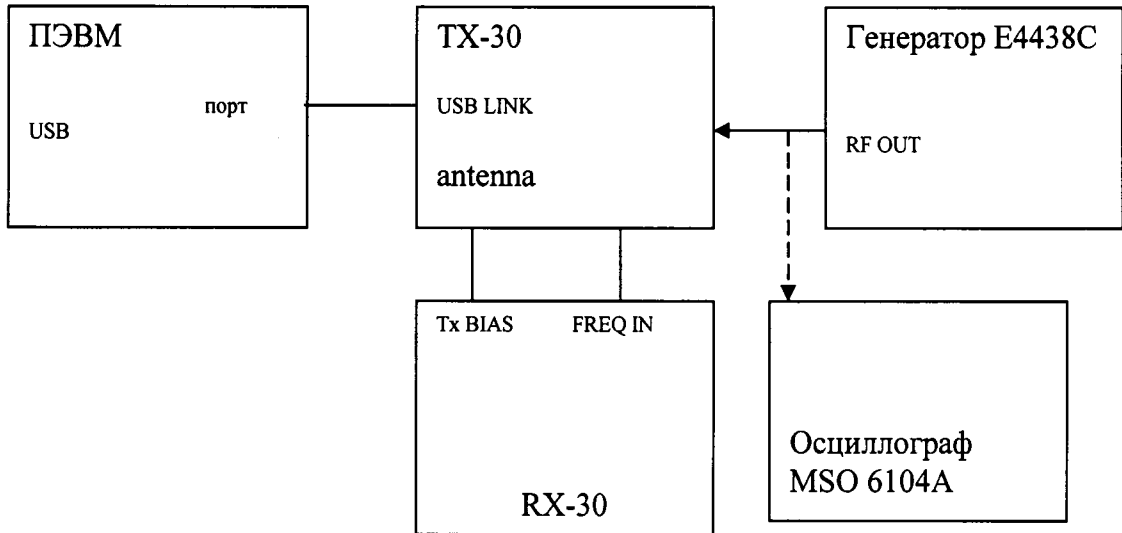


Рисунок 2 – схема подключения

5) Включить компьютер комплекса.

6) Настроить ионозонд для работы в тестовом режиме. Для этого в текстовом файле `cadischd.ule` исправить выражение «`abr_regular`» на «`test`», где `abr` – аббревиатура станции. Также необходимо убедиться, что файл `test.def` находится в корневой директории программного обеспечения комплекса.

7) Включить генератор сигналов Agilent E4438C.

8) Включить контроллер/приемник XR-30.

9) На генераторе сигналов выставить задержку между импульсами 600 мкс и частоту модуляции сигнала 2 МГц.

10) Запустить сеанс зондирования командой «`cadirunL`» в командной строке операционной системы, дождаться окончания сеанса.

11) С помощью программы `cadIPulsePeriod` по результатам зондирования определить значение времени задержки. Для этого в левой части программы необходимо выбрать директорию (`/home/cadi/CADIDATA/yymmddAA`, где `yy` – последние две цифры текущего года, `mm` – две цифры месяца, `dd` – две цифры дня, `AA` – первые две буквы аббревиатуры станции в верхнем регистре) и файл текущего сеанса зондирования (файл последнего сеанса должен находиться внизу списка). Формат имени файла `Ymddhhmm.md4`, где `Y` – последняя цифра года, `M` – буква латинского алфавита, номер которой соответствует номеру месяца, `dd` – номер дня месяца, `hhmm` – значения часов и минут.

Значение задержки отображается в верхней части окна программы.

Внешний вид программы `cadIPulsePeriod` представлен на рисунке 3.

Программа `cadIPulsePeriod` определяет из файла `.md4` расстояние между имитированными ионосферными слоями, после чего рассчитывает время задержки следующим образом:

$$t_3 = 2H/c,$$

где  $c$  – скорость света (299 792 458 м/с),

$H$  – расстояние между имитированными ионосферными слоями измеряемыми ионозондом.

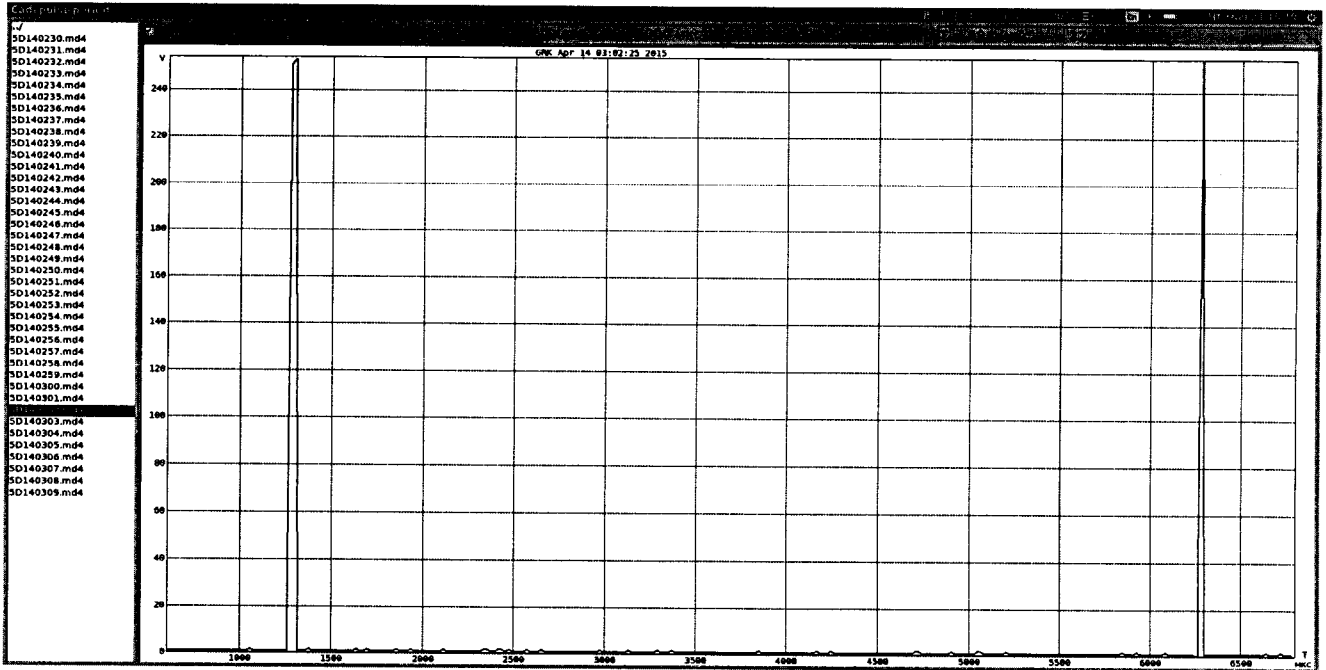


Рисунок 3 - Окно программы cadIPulsePeriod.

12) Повторить операции для задержек, составляющих: 680, 708, 964, 1000, 1390, 1610, 1810, 1808, 1806, 2000, 2312, 2510, 2690, 3390, 3610, 3890, 4300, 4590, 5000 мкс.

13) Вычислить разность между заданными и рассчитанными значениями.

14) Результаты занести в таблицу 6.

Таблица 6.

№	Заданное время задержки, мкс	Измеренное время задержки, мкс	Разность между заданными и измеренными значениями

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерений времени задержки радиоимпульса не превышает  $\pm 20$  мкс.

#### 7.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности воспроизведения частоты

Проверку проводить следующим образом:

- 1) Отключить от питания импульсный передатчик ТХ-30.
- 2) Подключить к разъему RF контроллера-приемника XR-30 микроволновый частотомер CNT-90XL согласно схеме, представленной на рисунке 4. Подключение необходимо осуществить последовательно через аттенюатор 50 Ом.

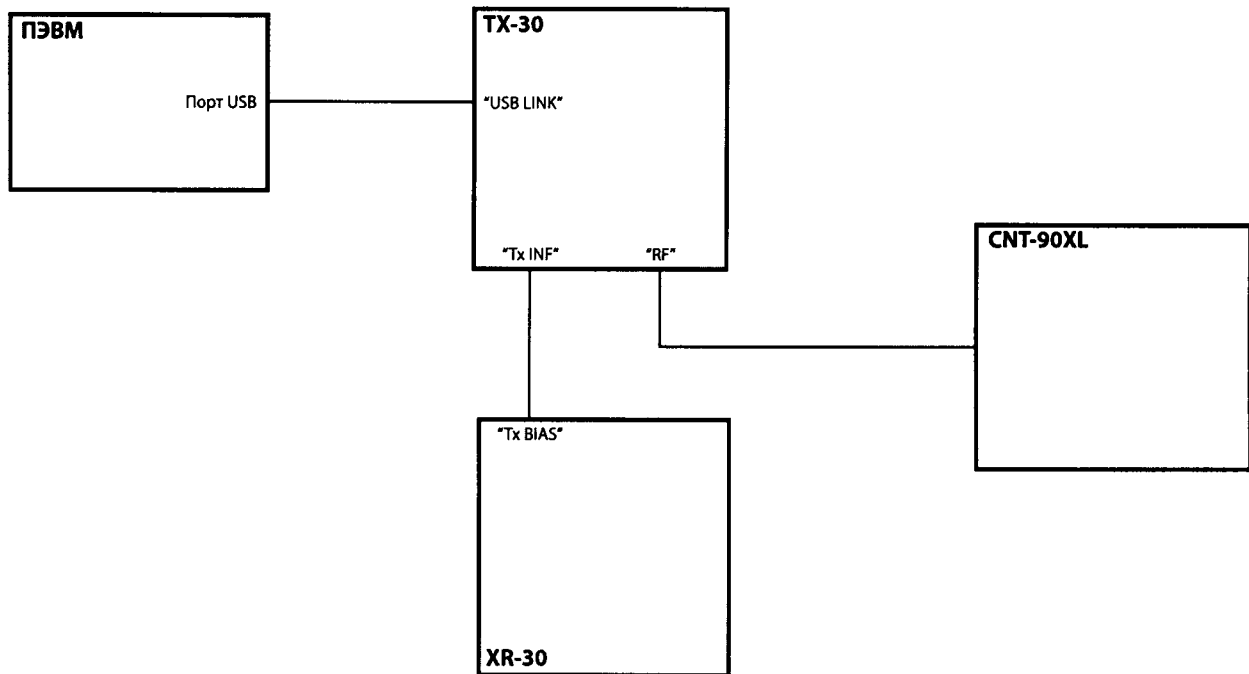


Рисунок 4 - Блок-схема соединений для проверки на соответствие требованиям диапазона частот работы ионозонда

- 3) Включить ионозонд и частотомер CNT-90XL.
- 4) С помощью ПЭВМ задать значение частоты излучаемой передатчиком. Для этого необходимо:
  - запустить тестовую утилиту **caditestL**;
  - в окне программы, изображенном на рисунке 5, во вкладке «Configure Fixed Frequency» задать значение частоты 1 МГц и режим «Diagnosis»;
  - нажать кнопку «runfixed».

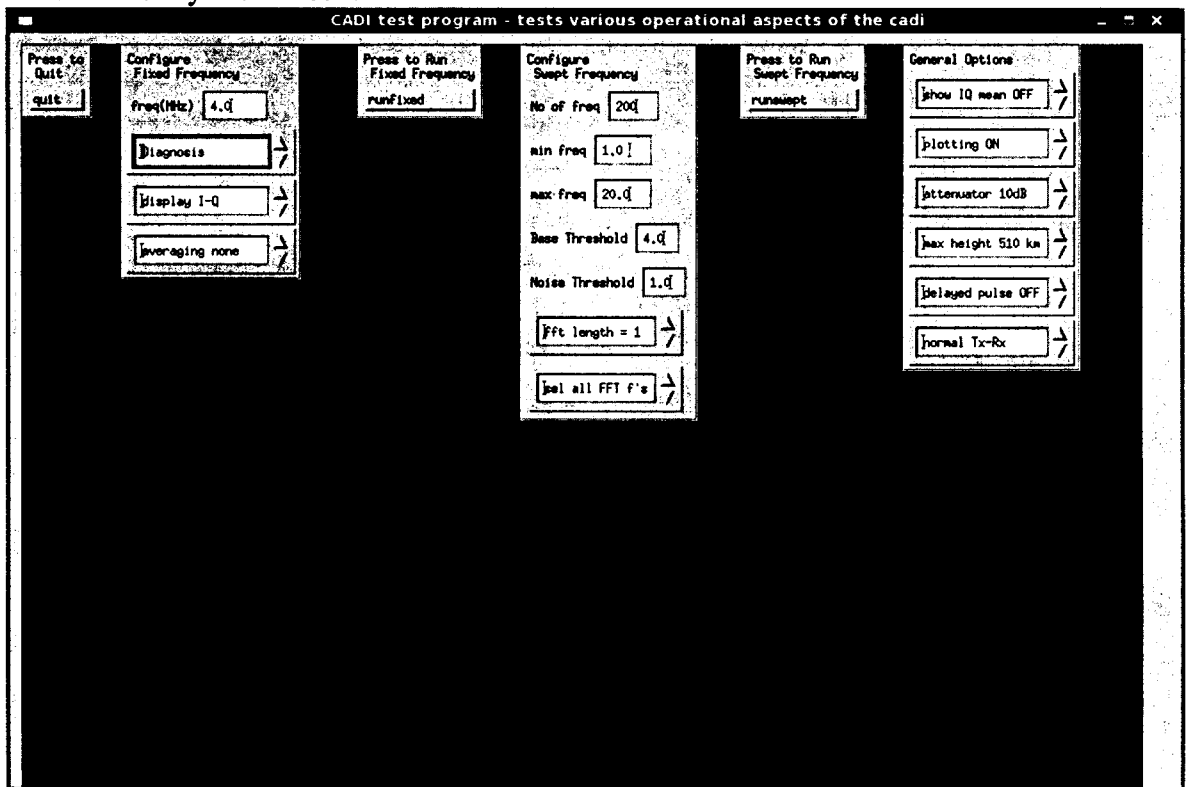


Рисунок 5. Окно тестовой утилиты **caditestL**.

- 5) На частотомере зафиксировать результат измерений.
- 6) Повторить операции для частот: 3, 5, 7, 10, 12, 15 и 16-20 МГц.
- 7) Результаты занести в таблицу 5.

Таблица 5.

№	Заданные значения частоты, МГц	Измеренные значения частоты, МГц	Разность между заданными и измеренными значениями

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если абсолютная погрешность воспроизведения частоты в диапазоне от 1 до 20 МГц не превышает  $\pm 200$  Гц.

### 8. Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке установленной формы.

При отрицательных результатах поверки (погрешность измерений превышает допустимые значения) применение комплекса запрещается. Комплекс бракуется и направляется в ремонт. Выписывается свидетельство о непригодности с указанием причины.

Начальник лаборатории № 441  
ФБУ "Ростест-Москва"



С.Э. Баринов