

2083

СОГЛАСОВАНО
НАЧАЛЬНИК ГЦИ СИ «ВОЕНТЕСТ»
32 ГНИИ МО РФ



ИНСТРУКЦИЯ

**АНАЛИЗАТОРЫ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ
CABLE SHARK
ФИРМЫ «EXFO ELECTRO-OPTICAL ENGINEERING Inc.», КАНАДА
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

1 Общие сведения

1.1 Данная методика поверки распространяется на анализаторы кабельных линий Cable SHARK (далее - анализаторы) фирмы «EXFO Electro-Optical Engineering Inc.», Канада.

1.2 Межповерочный интервал - 2 года.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 Перед проведением поверки анализатор должен быть прогрет в течение не менее 30 минут. Время прогрева оборудования используемого при поверке установлено в технической документации.

2.2 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Операции поверки	Номер пункта методики	Обязательность поверки параметров	
		первичная поверка (при ввозе импорта)	периодическая поверка
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8.3	да	да
3.1 Определение погрешности установки мощности	8.3.1	да	да
3.2 Определение погрешности измерений мощности	8.3.2	да	да
3.3 Определение погрешности установки частоты	8.3.3	да	да
3.4 Определение погрешности измерений частоты	8.3.4	да	да
3.5 Определение относительной погрешности установки выходного сопротивления анализаторов	8.3.5	да	да
3.6 Определение относительной погрешности установки входного сопротивления приемника	8.3.6	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используются средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

3.2 Все средства измерений применяемые при поверке должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке или отпечаток поверительного клейма на приборе или эксплуатационной документации.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3.1, 8.3.2, 8.3.5, 8.3.6	Магазин сопротивлений Р4831: класс точности $0,02/2 \cdot 10^{-6}$, диапазон установки от 0,021 Ом до 111111,1 Ом, пределы допускаемой погрешности $\pm[0,02+2 \cdot 10^{-6}(R_x(R-1))]$, где R_x -наибольшее значение сопротивления, Ом, R -номинальное значение сопротивления, Ом.
8.3.1, 8.3.2, 8.3.5, 8.3.6	Вольтметр переменного тока ВЗ-71: диапазон частот от 10 Гц до 30 МГц; диапазон измерений от 0,1 мВ до 300 В; пределы допускаемой относительной погрешности при измерениях до 1 В от 0,04 до 200 кГц 1,5 %, от 0,2 до 1 МГц 2,5 %, от 1 до 3 МГц 4 %, при измерениях свыше 1 В от 0,04 до 200 кГц 2,5 %, от 0,2 до 1 МГц 2,5 %, от 1 до 3 МГц 6 %.
8.3.2, 8.3.4, 8.3.6	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122: диапазон частот от 0,001 Гц до 2 ГГц; выходное напряжение 5 В при $R_n=600$ Ом; пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-7}$.
8.3.2	Аттенюатор программируемый АП01: диапазон частот от 0 Гц до 17,85 ГГц; пределы измерений 0-110 дБ; пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 3,2$ при ослаблении от 0 до 50 дБ, $+(0,25+0,05A_x)$ при ослаблении от 60 до 100 дБ.
8.3.3, 8.3.4	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66: диапазон частот от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$.

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки анализатора допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с технической документацией фирмы-изготовителя и документацией по поверке и имеющий право на поверку.

5 Требования безопасности

5.1 К работе с анализатором допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.2 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры.

6 Условия поверки

6.1 Поверку проводить при следующих условиях.

температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5 ;
относительная влажность воздуха, %	65 ± 15 ;
атмосферное давление, кПа	100 ± 4 (750 ± 30 мм рт. ст.);
напряжение питания от сети переменного тока частотой ($50 \pm 0,5$) Гц, В	220 ± 5 .

7 Подготовка к поверке

7.1 Подготовить средства измерений и испытательное оборудование к работе в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя.

Поверитель должен изучить техническую документацию фирмы-изготовителя поверяемого анализатора и инструкции по эксплуатации используемых средств поверки.

Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого анализатора для проведения поверки (наличие шнуров питания, измерительных шнуров и пр.);
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии с временем установления рабочего режима, указанным в технической документации).

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

Внешним осмотром установить соответствие анализаторов требованиям эксплуатационной документации. Проверить отсутствие механических повреждений и ослабления элементов конструкции, сохранность механических органов управления и четкость фиксации их положения, четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов и гнезд, наличие предохранителей, наличие и целостность печатей и пломб.

Анализатор, имеющий дефекты (механические повреждения), дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

8.2 Опробование

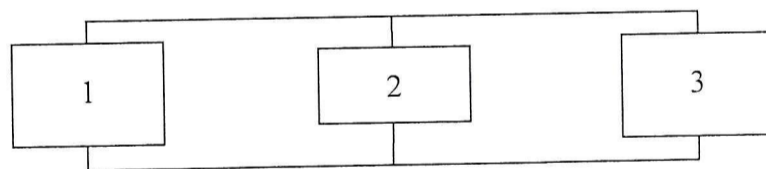
При проверке работоспособности убедиться в положительных результатах самоконтроля анализаторов при включении питания, возможности переключения режимов измерений, а также отображение на индикаторе прибора результатов измерений при подаче сигналов. Проверку работоспособности проводить на всех возможных пределах измерений.

Результаты поверки считать положительными, если проверка на работоспособность прошла успешно, в противном случае анализатор бракуется и отправляется в ремонт.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение погрешности установки мощности

Проверка погрешности установки мощности проводится по схеме, представленной на рисунке 1.



- 1 – испытываемый анализатор.
- 2 – магазин сопротивлений Р4831.
- 3 – вольтметр переменного тока ВЗ-71.

Рисунок 1

Измерения проводить на разъеме трехконтактного соединителя «TX/RX» анализатора. Установить режим подключения анализатора «VF TEST». Задать значение частоты выходного сигнала 300 Гц. Установить значение мощности выходного сигнала 10 дБм.

Рассчитать значения выходной мощности P_u , дБм, по формулам (1), (2):

$$P = \frac{U^2}{R_n}, \quad (1)$$

где P – значения выходной мощности сигнала на эталонной нагрузке магазина сопротивления равной $R_n=600$ Ом, Вт;

U – значения напряжения, измеренных с помощью вольтметра В3-71, В;

$$P_u = 10 \cdot \lg(P) + 30, \quad (2)$$

Определить погрешность установки мощности анализатора по формуле (3):

$$\Delta P_a = P_u - P_{a_ген}, \quad (3)$$

где P_u – значения выходной мощности сигнала, дБм;

$P_{a_ген}$ – установленное значение мощности анализатора, дБм.

Повторить измерения для частоты 1 кГц.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если значения абсолютной погрешности установки мощности анализаторов находятся в пределах:

в диапазоне от 300 Гц до 1 кГц - $\pm 0,5$ дБ;

в диапазоне от 1 до 200 кГц - $\pm 0,2$ дБ;

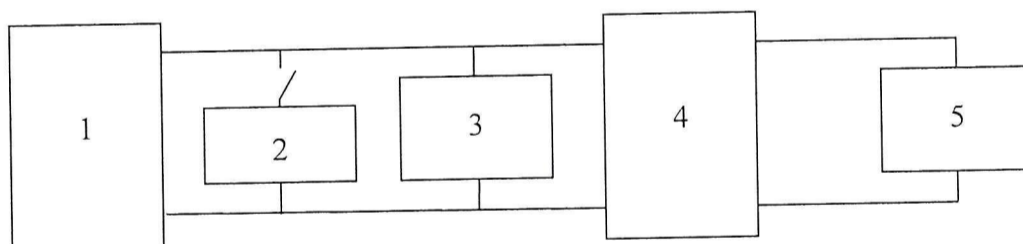
в диапазоне от 200 кГц до 1 МГц - $\pm 0,5$ дБ;

в диапазоне от 1 до 2,2 МГц - ± 1 дБ.

Примечание: При использовании эталонного измерителя выходной мощности с собственным входным сопротивлением равным 600 Ом сопротивление нагрузки R_n исключается из схемы.

8.3.2 Определение погрешности измерений мощности

Проверку погрешности измерений мощности проводить по схеме, представленной на рисунке 2.



1 – генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122.

2 – магазин сопротивлений Р4831.

3 – вольтметр переменного тока В3-71.

4 – аттенюатор программируемый АП01.

5 – испытываемый анализатор.

Рисунок 2

Установить режим подключения анализатора «Spectral Detective». Установить минимальное измеряемое соотношение Сигнал/Шум минус 10 дБ. Формируемый сигнал подать на вход «RX(AUX)» анализатора.

Необходимые значения мощности сигнала, подаваемого на вход анализатора, должны задаваться следующим образом:

на встроенном в генератор аттенуаторе установить нулевое затухание,
 задать значение частоты 300 Гц,
 аттенуатор АП01 исключить из схемы,
 анализатор отключить от схемы, к выходу генератора подключить нагрузку $R_n=600$ Ом, создаваемую магазином сопротивлений,
 ручкой плавной регулировки выходного напряжения генератора, на нагрузке $R_n=600$ Ом установить по вольтметру величина напряжения $U_{+10\text{дБм}}$ равную 2,449 В с допустимым отклонением в пределах $\pm 0,005$ В, соответствующую мощности $P_{+10\text{дБм}}$.
 Значения мощности $P_{+10\text{дБм}}$ вычислить по формулам (1) и (2).

Ряд необходимых значений мощности формируется посредством встроенного в генератор аттенуатора (затухание до 60 дБ, шаг 10 дБ) и аттенуатора АП 01, создающего дополнительное ослабление.

Значения мощности $P_{-10\text{дБм}}$ и $P_{-40\text{дБм}}$, соответствующие номинальным значениям минус 10 и минус 40 дБм (напряжения 244,9 и 7,746 мВ), формируются при помощи встроенного в генератор аттенуатора. При этом значения мощности $P_{-10\text{дБм}}$ и $P_{-40\text{дБм}}$ вычислить по величинам измеренного вольтметром напряжения $U_{-10\text{дБм}}$ и $U_{-40\text{дБм}}$ [мВ] с использованием формул (1) и (2).

Эталонные значения мощности $P_{-70\text{дБм}}$ и $P_{-90\text{дБм}}$, соответствующие номинальным значениям минус 70 и минус 90 дБм, формируются из ранее полученной мощности $P_{-40\text{дБм}}$ путем включения ослабления 30 и 50 дБ, обеспечиваемого аттенуатором АП 01. Значения мощности $P_{-70\text{дБм}}$ и $P_{-90\text{дБм}}$ вычислить по формулам (4) и (5):

$$P_{-70\text{дБм}} = P_{-40\text{дБм}} - A_{\text{мз}(30\text{дБ})}, \quad (4)$$

$$P_{-90\text{дБм}} = P_{-40\text{дБм}} - A_{\text{мз}(50\text{дБ})}, \quad (5)$$

где $A_{\text{мз}(30\text{дБ})}$ и $A_{\text{мз}(50\text{дБ})}$ – величины затухания, установленные на аттенуаторе АП 01 и соответствующие номинальным значениям 30 и 50 дБ.

Абсолютную погрешность измерений мощности вычислить по формуле (6):

$$\Delta P_a = P_u - P_{a_{\text{прм}}}, \quad (6)$$

где P_u – значения выходной мощности сигнала, дБм;
 $P_{a_{\text{прм}}}$ – измеренное значение мощности анализатора, дБм.

Повторить измерения для частоты 1 кГц.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если значения абсолютной погрешности измерений мощности анализатора находятся в пределах:

в диапазоне от 300 Гц до 1 кГц - $\pm 0,5$ дБ;

в диапазоне от 1 до 200 кГц - $\pm 0,2$ дБ;

в диапазоне от 200 кГц до 1 МГц - $\pm 0,5$ дБ;

в диапазоне от 1 до 2,2 МГц - ± 1 дБ.

8.3.3 Определение погрешности установки частоты

Проверку погрешности установки частоты проводить по схеме, представленной на рисунке 3.



- 1 - испытываемый анализатор.
2 – частотомер электронно-счетный ЧЗ – 66.

Рисунок 3

Измерения проводить на разъеме трехконтактного соединителя «TX/RX» анализатора. Установить режим подключения анализатора «VF TEST». Установить мощность выходного сигнала анализатора равны 10 дБм. Задать значение частоты 300 Гц.

Измерить значения частоты выходного сигнала анализатора при помощи частотомера ЧЗ-66 в соответствии с Руководством по эксплуатации на него.

Рассчитать абсолютную погрешность установки частоты по формуле (7):

$$\Delta F_a = F_{\text{част}} - F_{a_нрм}, \quad (7)$$

где $F_{\text{част}}$ – измеренное частотомером значение частоты, Гц;

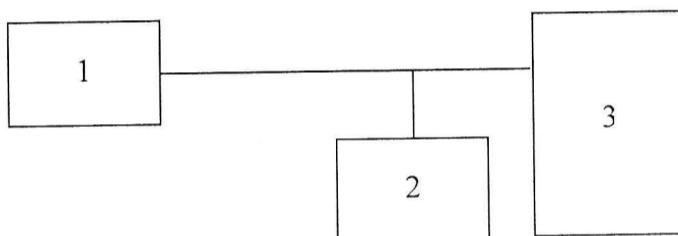
$F_{a_нрм}$ – установленное значение частоты выходного сигнала анализатора, Гц.

Повторить измерения для частот 1,1; 2,2 МГц.

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если значения абсолютной погрешности установки частоты выходного сигнала находятся в пределах $\pm 0,3$ Гц.

8.3.4 Определение погрешности измерений частоты

Проверку погрешности измерений частоты проводить по схеме, представленной на рисунке 4.



- 1 – испытываемый анализатор.
2 – частотомер электронно-счетный ЧЗ – 66.
3 – генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122.

Рисунок 4

Измерения проводить на разъеме трехконтактного соединителя «RX(AUX)» анализатора.

Установить мощность выходного сигнала генератора в диапазоне от минус 10 до 10 дБм.

Установить по частотомеру значение частоты генератора равным 4,3125 кГц с допуском отклонением не более $\pm 5 \cdot 10^{-7}$, зафиксировать фактическое значение установленной частоты $F_{\text{ген}}$.

Установить режим работы анализатора «Spectral Detective». Зафиксировать показания частоты $F_{a_ген}$, измеренной анализатором.

Вычислить фактическое значение абсолютной погрешности измерений частоты анализатора по формуле (8):

$$\Delta F_a = F_{\text{ген}} - F_{a_ген}, \quad (8)$$

Результаты испытаний считать удовлетворительными, если значения абсолютной погрешности измерений частоты выходного сигнала находятся в пределах ± 2 Гц.

8.3.5 Определение относительной погрешности установки выходного сопротивления анализаторов

Проверку относительной погрешности установки выходного сопротивления анализаторов проводить по схеме, представленной на рисунке 1 в следующей последовательности:

Установить режим подключения анализатора «VF TEST». Установить мощность выходного сигнала анализатора равным 10 дБм. Значения частоты должны задаваться 300 Гц и 1 кГц. На магазине сопротивлений последовательно установить два различных значения нагрузки $R_1=600$ Ом и $R_2=R_1/2$ Ом и при этом измерить:

U_1 , [В] – напряжение выходного сигнала при подключении нагрузки R_1 ;

U_2 , [В] – напряжение выходного сигнала при подключении нагрузки R_2 .

Выходное сопротивление анализатора $Z_{\text{вых}}$ рассчитать по формуле (9):

$$Z_{\text{вых}} = R_1 \cdot (U_1 - U_2) / (2 \cdot U_2 - U_1), \quad (9)$$

тогда относительную погрешность рассчитать по формуле (10):

$$\delta_z = \frac{Z_{\text{вых}} - Z_{\text{ном}}}{Z_{\text{ном}}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

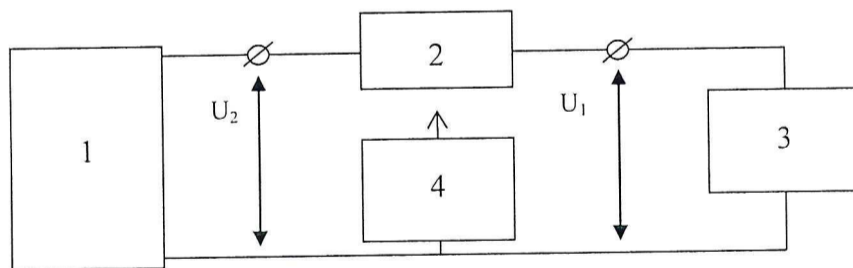
где $Z_{\text{ном}}$ – номинальное значение полного выходного сопротивления.

Повторить измерения для $R_1=100; 135$ Ом.

Результаты проверки анализаторов считать удовлетворительными, если в каждой контрольной точке полученные значения допускаемой относительной погрешности установки выходного сопротивления анализатора находятся в пределах $\pm 3\%$.

8.3.6 Определение относительной погрешности установки входного сопротивления приемника

Проверку относительной погрешности установки входного сопротивления приемника проводить по схеме, представленной на рисунке 5.



1 – генератор ГЗ-122.

2 – магазин сопротивлений Р4831.

3 – испытываемый анализатор.

4 – вольтметр ВЗ-71.

Рисунок 5

Установить сопротивление R на магазине сопротивления равным 600 Ом. Значения частоты должны задаваться из ряда 300 Гц и 1 кГц. Установить режим подключения анализатора «Spectral Detective». Напряжение на входе поверяемого анализатора кабельных линий U₁ должно быть установлено равным 3 В, установленное значение напряжения запротоколировать. Измерить напряжение U₂ на выходе генератора. Входное сопротивление приемника Z_{вх} на заданной частоте вычислить по формуле (11):

$$Z_{вх} = R \cdot U_1 / (U_2 - U_1), \tag{11}$$

тогда относительную погрешность рассчитать по формуле (12):

$$\delta_z = \frac{Z_{вх} - Z_{ном}}{Z_{ном}} \times 100\%, \tag{12}$$

где Z_{ном} – номинальное значение полного входного сопротивления.

Повторить измерения R=100; 135 Ом.

Результаты проверки анализаторов считать удовлетворительными, если в каждой контрольной точке полученные значения допускаемой относительной погрешности установки входного сопротивления генератора находятся в пределах ± 3 %.

9 Оформление результатов поверки

9.1 При положительных результатах поверки оформляется Свидетельство о поверке с указанием полученных метрологических и технических характеристик, которое выдается владельцу анализатора.

9.2 При отрицательных результатах поверки применение анализатора запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник отдела
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ

В.Л. Воронов

Старший научный сотрудник
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ

Д.Н. Голуб