

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ-  
заместитель генерального директора  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



В.М. Балаханов

2009 г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИ МО РФ



С.И. Донченко

«15» 12 2009 г.

### Инструкция

Осциллографы стробоскопические DSA8200, CSA8200 с модулями  
80E01, 80E03, 80E04, 80E06, 80E07, 80E08, 80E09, 80E10,  
80A02, 82A04, 80A05, 80A06  
компании «Tektronix, Inc.», США

### Методика поверки

г. Мытищи  
2009 г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика распространяется на осциллографы стробоскопические DSA8200, CSA8200 с модулями 80E01, 80E03, 80E04, 80E06, 80E07, 80E08, 80E09, 80E10, 80A02, 82A04, 80A05, 80A06 (далее по тексту - осциллографы), компании «Tektronix, Inc.», США, и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал - 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		ввозе импорта (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр.	8.1	+	+
2 Опробование.	8.2	+	+
3 Определение диапазона установки коэффициентов развертки и пределов абсолютной погрешности измерений временных интервалов.	8.3	+	+
3 Определение минимального уровня синхронизации от прямого входа внешнего запуска.	8.4	+	-
4 Определение минимального уровня синхронизации от масштабирующего входа внешнего запуска.	8.5	+	-
5 Определение диапазона частот синхронизации от входа модуля прецизионной синхронизации 82A04.	8.6	+	-
6 Определение диапазона и пределов абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока на выходе встроенного калибратора.	8.7	+	+
7 Определение входного сопротивления каналов (все модули 80EXX).	8.8	+	+
8 Определение диапазона установки коэффициентов отклонения, диапазона установки постоянного смещения и пределов абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (все модули 80EXX).	8.9	+	+
9 Определение среднеквадратического значения индицируемого уровня внутренних шумов (все модули 80EXX).	8.10	+	+
10 определение верхней граничной частоты полосы пропускания (все модули 80EXX).	8.11	+	-
11 определение длительности фронта перепада напряжения системы генератор-осциллограф в режиме рефлектометра (только модули 80E04, 80E08, 80E10).	8.12	+	+
12 Определение выброса на вершине перепада напряжения системы генератор-осциллограф в режиме рефлектометра (только модули 80E04, 80E08, 80E10)	8.13	+	+

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		ввозе импорта (после ремонта)	периодической поверке
13 Определение пороговых уровней уровня автоматического включения/отключения защитного режима (только модуль 80A02)	8.14	+	+
14 Определение минимальной амплитуды входного цифрового сигнала и среднеквадратического значения джиттера в восстановленном сигнале тактовой частоты (только модуль 80A05)	8.15	+	-
15 Определение минимальной амплитуды входного цифрового сигнала и среднеквадратического значения джиттера в формируемом синхросигнале (только модуль 80A06)	8.16	+	-

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3, 8.4, 8.5, 8.6, 8.11	Генератор сигналов Anritsu 69187B (диапазон частот от 50 МГц до 50 ГГц, погрешности установки частоты в пределах $\pm 10^{-7}$ , диапазон установки уровня выходной мощности от минус 20 до 5 дБм, пределы допускаемой погрешности установки уровня выходной мощности 1,5 дБм)
8.7, 8.8, 8.9	Вольтметр универсальный Keithley 2000 (пределы допускаемой погрешности измерений напряжения постоянного тока и электрического сопротивления $\pm 0,25\%$ )
8.9, 8.14	Источник питания постоянного тока Б5-75 (пределы допускаемой погрешность установки напряжения $\pm 0,1\%$ )
8.11	Измеритель мощности Anritsu ML2437A с датчиком ML2425A (диапазон частот от 10 МГц до 50 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений мощности $\pm (2...6) \%$ )
8.15, 8.16	Генератор импульсов, кодовых и псевдослучайных последовательностей Advantest D3186 (диапазон установки тактовой частоты импульсов от 50 МГц до 12,5 ГГц)

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

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки генератора допускаются лица, имеющие высшее или среднее специальное образование, квалификационную группу по электробезопасности не ниже 4 с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электронным измерительно-испытательным оборудованием, и опыт практической работы.



## 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в руководстве по эксплуатации на приборы, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С         | $23 \pm 5$ ;                  |
| - относительная влажность воздуха, %          | $65 \pm 15$ ;                 |
| - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)      | $100 \pm 4$ ( $750 \pm 30$ ); |
| - параметры питания от сети переменного тока: |                               |
| - напряжение, В                               | $220 \pm 4,4$ ;               |
| - частота, Гц                                 | $50 \pm 0,5$ .                |

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать приборы в условиях, указанных в п. 6.1, в течение 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в руководстве по эксплуатации на поверяемый генератор (РЭ) по его подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Проверка внешнего вида.

Внешний вид осциллографа проверить в соответствии с требованиями ТД.

При внешнем осмотре проверить:

- наличие товарного знака фирмы-изготовителя, серийный номер, год изготовления;
- состояние лакокрасочного покрытия;
- чистоту гнезд, разъемов, клемм;
- отсутствие механических, электрических, химических и тепловых повреждений.

Результаты внешнего осмотра считать положительными, если внешний вид осциллографа соответствует всем перечисленным требованиям

8.1.2 Проверка комплектности.

При проверке установить:

- наличие ТД;
- соответствие комплектности осциллографа требованиям ТД.

Результаты испытаний считать положительными, если комплектность осциллографа соответствует ТД.

### 8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить осциллограф к работе в соответствии с ТД.



8.2.2 Установить все модули, подлежащие испытаниям, в базовый блок осциллографа в соответствии с их руководством по эксплуатации.

8.2.3 Включить осциллограф и прогреть его не менее 20 минут.

8.2.4 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку **DEFAULT SETUP** на передней панели.

8.2.5 В соответствии с руководством по эксплуатации осциллографа провести автодиагностику, компенсацию каналов вертикального отклонения.

8.2.6 Подключить выход **DC CALIBRATION** осциллографа к проверяемому каналу. Установить уровень напряжения 200 мВ в окне **DC CAL**.

8.2.7 Убедиться, что уровень сигнала на экране осциллографа приблизительно соответствует второму делению по вертикали от центра экрана при установленном коэффициенте отклонения 100 мВ/дел.

8.2.8 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку **DEFAULT SETUP** на передней панели.

8.2.9 Подключить выход **Internal Clock** осциллографа через аттенюатор 20 дБ (1/10) к проверяемому каналу. Установить коэффициент отклонения 20 мВ/дел, коэффициент развертки 1 мкс/дел.

8.2.10 Убедиться, что период сигнала (меандр) на экране осциллографа приблизительно равен 5 делениям по горизонтали.

8.2.11 Убедиться, что органы управления горизонтальной шкалой; **SCALE** - коэффициент развертки и **POSITION** – временная задержка, работают исправно.

Результаты опробования считать положительными если после включения осциллографа и автодиагностики отсутствуют сообщения о неисправности, органы управления всех исследуемых каналов и развертки работают исправно.

### 8.3 Определение диапазона установки коэффициентов развертки и пределов абсолютной погрешности измерений временных интервалов

8.3.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1. В осциллограф установить любой из стробоскопических измерительных модулей 80EXX.

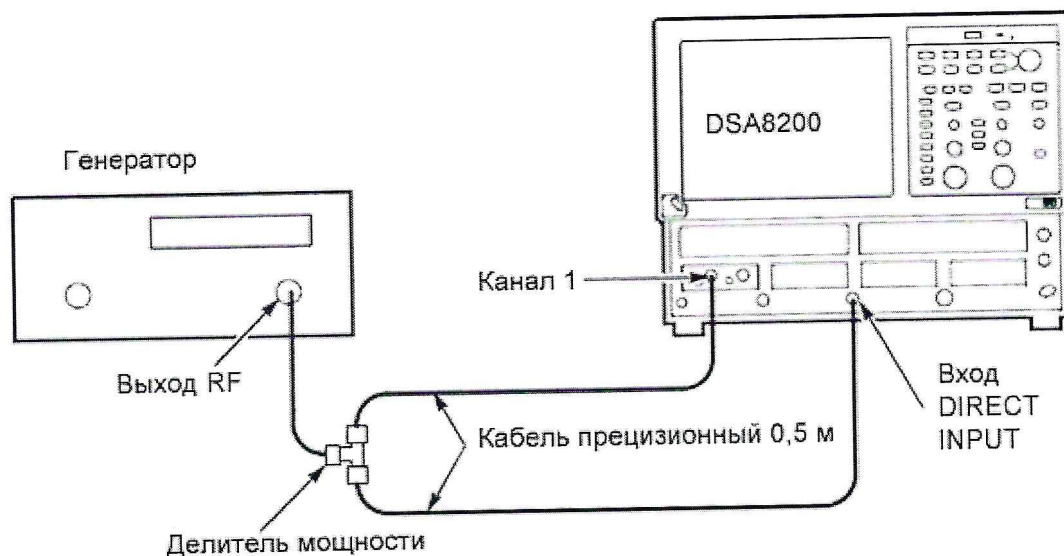


Рисунок 1

8.3.3 Установить на генераторе частоту 1 ГГц, уровень выходного сигнала 800 мВ (пиковое значение).

8.3.4 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку **DEFAULT SETUP** на передней панели.

8.3.5 Выполнить следующие настройки осциллографа:

источник синхронизации - прямой вход внешнего запуска (**External Direct**),

коэффициент отклонения - 100 мВ/дел,

постоянное смещение - 0,

коэффициент развертки - 200 пс/дел,

задержка - 19 нс при использовании модулей 80E01, 80E03, 80E04, 80E06,

задержка - 29 нс при использовании модулей 80E07, 80E08, 80E09, 80E10,

режим быстрой оптимизации (**Short Term Jitter**).

8.3.6 Убедиться в наличии стабильного запуска сигнала.

8.3.7 Включить функцию автоматического измерения амплитуды: **Select Meas > Pulse - Amplitude > Amplitude**. Если измеренное значение амплитуды отличается от 400 мВ, подстроить уровень выходного сигнала на генераторе до достижения значения 400 мВ.

8.3.8 Включить функцию автоматического измерения периода: **Select Meas > Pulse - Timing > Period**. Измеренное значение периода записать в таблицу 3.

8.3.9 Установить на осциллографе режим привязки к внутренней опорной частоте (**Lock to Int**).

8.3.10 Включить функцию автоматического измерения периода: **Select Meas > Pulse - Timing > Period**. Измеренное значение периода  $T_2$  записать в таблицу 3.

8.3.11 Установить временную задержку 100 нс и повторить измерения по пп. 8.3.7. – 8.3.9.

8.3.12 Установить временную задержку 1 мкс и повторить измерения по п.8.3.9. (только для режима привязки к внутренней опорной частоте).

Таблица 3

	Установленная временная задержка	Измеренное значение периода	Минимальное допустимое значение	Максимальное допустимое значение
режим быстрой оптимизации	19 нс		0,991 нс	1,009 нс
	100 нс		0,991 нс	1,009 нс
режим привязки к внутренней опорной частоте	19 нс		0,9919 нс	1,0081 нс
	100 нс		0,9919 нс	1,0081 нс
	1 мкс		0,9919 нс	1,0081 нс

Результаты проверки считать положительными, если измеренные значения периода сигнала находятся в пределах, указанных в таблице 3.

#### 8.4 Определение минимального уровня синхронизации от прямого входа внешнего запуска

8.4.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1. В осциллограф установить любой из стробоскопических измерительных модулей 80EXX.

8.4.3 Установить на генераторе частоту 2,5 ГГц, уровень выходного сигнала 200 мВ (пиковое значение).

8.4.4 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку **DEFAULT SETUP** на передней панели.

8.4.5 Выполнить следующие настройки осциллографа:

источник синхронизации - прямой вход внешнего запуска (**External Direct**),

коэффициент отклонения - 20 мВ/дел,

постоянное смещение - 0,

коэффициент развертки - 200 пс/дел,



задержка - 19 нс при использовании модулей 80E01, 80E03, 80E04, 80E06,

задержка - 29 нс при использовании модулей 80E07, 80E08, 80E09, 80E10,

8.4.6 Включить функцию автоматического измерения амплитуды: **Select Meas > Pulse - Amplitude > Amplitude**. Если измеренное значение амплитуды отличается от 100 мВ, подстроить уровень выходного сигнала на генераторе до достижения значения 100 мВ.

8.4.7 Убедиться в наличии стабильного запуска сигнала.

8.4.8 Установить коэффициент развертки, при котором на экране осциллографа отображается как минимум два периода сигнала.

8.4.9 Включить функцию автоматического измерения частоты: **Select Meas > Pulse - Timing > Frequency**. Убедиться, что измеренное значение частоты сигнала соответствует установленному на генераторе значению с погрешностью не более 10 %.

8.4.10 Повторить измерения частоты сигнала по п. 8.4.8 устанавливая следующие значения частоты выходного сигнала на генераторе и соответствующие им значения коэффициентов развертки:

800 МГц – 500 пс/дел;

1 ГГц – 500 пс/дел;

2 ГГц – 200 пс/дел;

3 ГГц – 100 пс/дел.

Результаты поверки считать положительными, если на каждой частоте обеспечивается стабильная синхронизация от прямого входа внешнего запуска при уровне сигнала 100 мВ. В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт

## 8.5 Определение минимального уровня синхронизации от масштабирующего входа внешнего запуска

8.5.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2. В прибор установлен любой из стробоскопических измерительных модулей 80EXX.

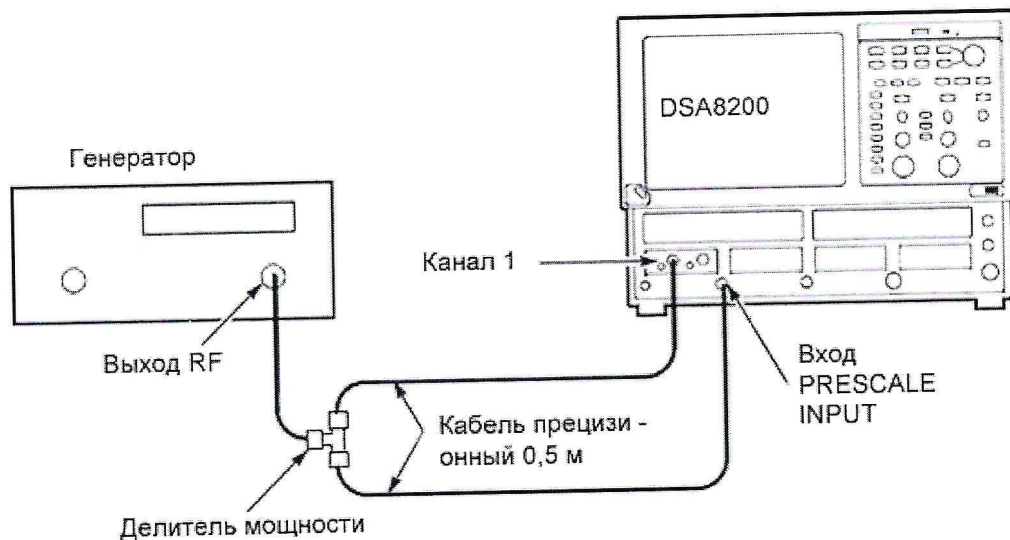


Рисунок 2

8.5.3 Установить на генераторе частоту 2 ГГц, уровень выходного сигнала 400 мВ (пиковое значение).

8.5.4 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку **DEFAULT SETUP** на передней панели.



8.5.5 Выполнить следующие настройки осциллографа:  
источник синхронизации - масштабирующий вход внешнего запуска (External Prescaler),

коэффициент отклонения - 50 мВ/дел,

постоянное смещение - 0,

коэффициент развертки - 200 пс/дел,

задержка - 19 нс при использовании модулей 80E01, 80E03, 80E04, 80E06,

задержка - 29 нс при использовании модулей 80E07, 80E08, 80E09, 80E10,

8.5.6 Включить функцию автоматического измерения амплитуды: Select Meas > Pulse - Amplitude > Amplitude. Если измеренное значение амплитуды отличается от 200 мВ, подстроить уровень выходного сигнала на генераторе до достижения значения 200 мВ.

8.5.7 Убедиться в наличии стабильного запуска сигнала.

8.5.8 Установить коэффициент развертки, при котором на экране осциллографа отображается как минимум два периода сигнала.

8.5.9 Включить функцию автоматического измерения частоты: Select Meas > Pulse - Timing > Frequency. Убедиться, что измеренное значение частоты сигнала соответствует установленному на генераторе значению с погрешностью не более 10 %.

8.5.10 Повторить измерения частоты сигнала по п. 8.5.8 устанавливая значения частоты выходного сигнала на генераторе от 2 до 12 ГГц с шагом 1 ГГц и значения коэффициента развертки, при котором на экране осциллографа отображается как минимум два периода сигнала.

Результаты поверки считать положительными, если на каждой частоте обеспечивается стабильная синхронизация от масштабирующего входа внешнего запуска при уровне сигнала 200 мВ.

## 8.6 Определение диапазона частот синхронизации от входа модуля прецизионной синхронизации 82A04

8.6.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3. В осциллограф установить модуль прецизионной синхронизации 82A04 и любой из стробоскопических измерительных модулей 80EXX.

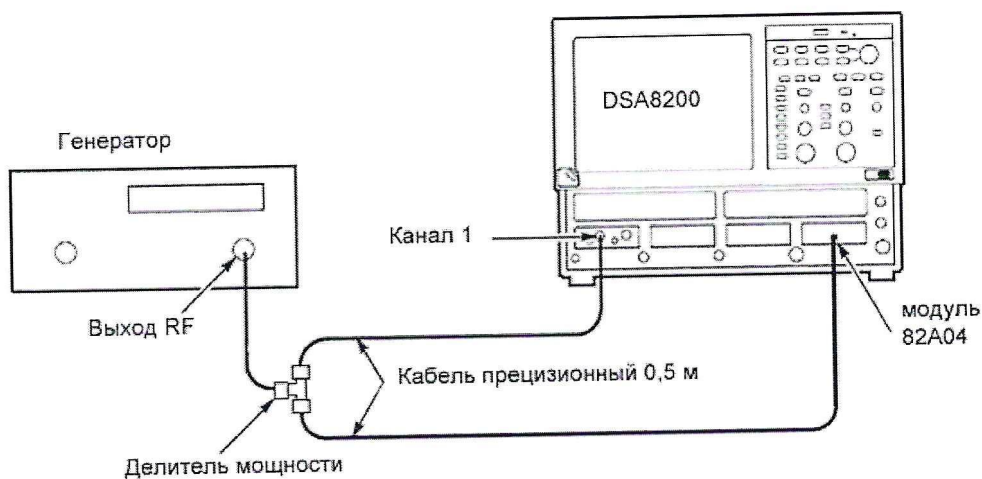


Рисунок 3

8.6.3 Установить на генераторе частоту 8 ГГц, уровень выходного сигнала 1600 мВ (пиковое значение).

8.6.4 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку DEFAULT SETUP на передней панели.

8.6.5 Выполнить следующие настройки осциллографа:  
источник синхронизации – вход модуля прецизионной синхронизации 82A04 (Phase Ref),

коэффициент отклонения - 100 мВ/дел,

постоянное смещение - 0,

коэффициент развертки - 200 фс/дел,

задержка - 19 нс при использовании модулей 80E01, 80E03, 80E04, 80E06,

задержка - 29 нс при использовании модулей 80E07, 80E08, 80E09, 80E10,

объем памяти – 2000 точек.

8.6.6 Включить функцию автоматического измерения амплитуды: Select Meas > Pulse - Amplitude > Amplitude. Если измеренное значение амплитуды отличается от 800 мВ, подстроить уровень выходного сигнала на генераторе до достижения значения 800 мВ. Примечание: на высоких частотах допускается выполнять проверку при меньшем уровне сигнала, если обеспечивается стабильная синхронизация.

8.6.7 Убедиться в наличии стабильного запуска сигнала.

8.6.8 Установить коэффициент развертки, при котором на экране осциллографа отображается как минимум два периода сигнала.

8.6.9 Включить функцию автоматического измерения частоты: Select Meas > Pulse - Timing > Frequency. Убедиться, что измеренное значение частоты сигнала соответствует установленному на генераторе значению с погрешностью не более 10 %.

8.6.10 Повторить измерения частоты сигнала по п. 8.6.8 устанавливая значения частоты выходного сигнала на генераторе от 8 до 25 ГГц (от 8 до 60 ГГц при установленной опции 60 G для модуля 82A04) с шагом 1 ГГц и значения коэффициента развертки, при котором на экране осциллографа отображается как минимум два периода сигнала.

Результаты поверки считать положительными, если обеспечивается стабильная синхронизация от входа модуля прецизионной синхронизации 82A04 в диапазоне частот от 8 до 25 ГГц и в диапазоне частот от 8 до 60 ГГц при установленной опции 60 G.

## 8.7 Определение диапазона и абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока на выходе встроенного калибратора

8.7.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

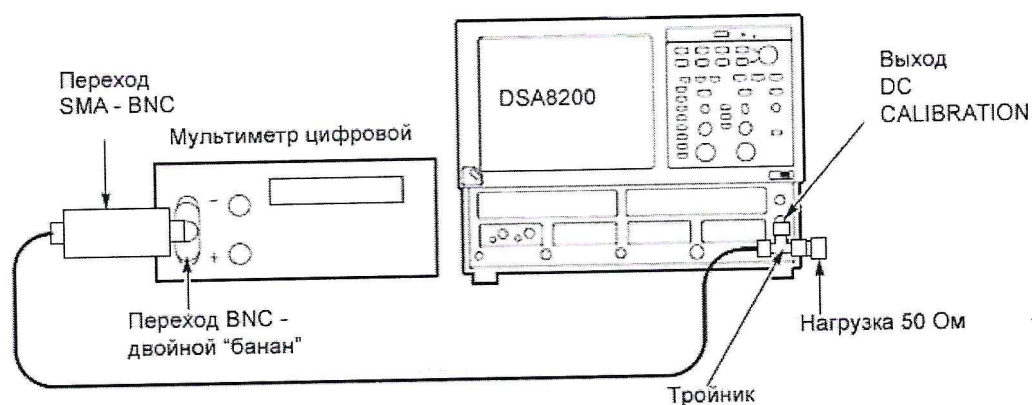


Рисунок 4



8.7.3 Установить напряжение постоянного тока на выходе встроенного калибратора в соответствии с таблицей 4.

8.7.4 Измеренное значение напряжения постоянного тока записать в таблицу 4.

Таблица 4

Установленное значение напряжения, В	Измеренное значение напряжения, В	Минимальное допустимое значение, В	Максимальное допустимое значение, В
1,25		1,24855	1,25145
1,00		0,9988	1,0012
0		минус 0,0002	0,0002
минус 1,00		минус 1,0012	минус 0,9988
минус 1,25		минус 1,25145	минус 1,24855

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения напряжения на выходе встроенного калибратора находятся в пределах, указанных в таблице 4.

### 8.8 Определение входного сопротивления каналов (все модули 80EXX)

8.8.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5. В осциллограф установить исследуемые стробоскопические измерительные модули 80EXX.

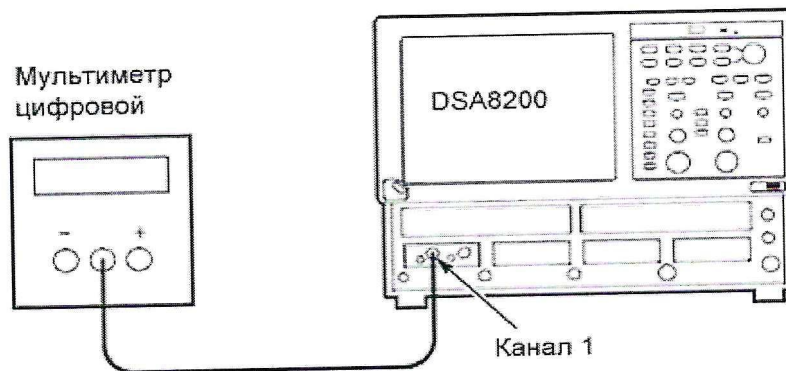


Рисунок 5

8.8.3 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку DEFAULT SETUP на передней панели.

8.8.4 Выполнить следующие настройки осциллографа:  
постоянное смещение - 0,  
коэффициент развертки - 2 нс/дел,  
задержка - 0.

8.8.5 Измерить электрическое сопротивление первого канала с помощью мультиметра.

8.8.6 Поменять полярность подключения мультиметра и повторить измерение сопротивления.

8.8.7 В качестве входного сопротивления канала считать среднее из измеренных значений.

8.8.8 Повторить измерения по пп. 8.8.4 - 8.8.6 для второго канала и для других исследуемых модулей.



Результаты поверки считать положительными, если входное сопротивление каналов модулей 80E01, 80E03, 80E04, 80E06 находится в пределах от 49,5 до 50,5 Ом, входное сопротивление каналов модулей 80E07, 80E08, 80E09, 80E10 находится в пределах от 49 до 50 Ом.

### 8.9 Определение диапазона установки коэффициентов отклонения, диапазона установки постоянного смещения и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока (все модули 80EXX)

8.9.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6. В прибор установлены исследуемые стробоскопические измерительные модули 80EXX.

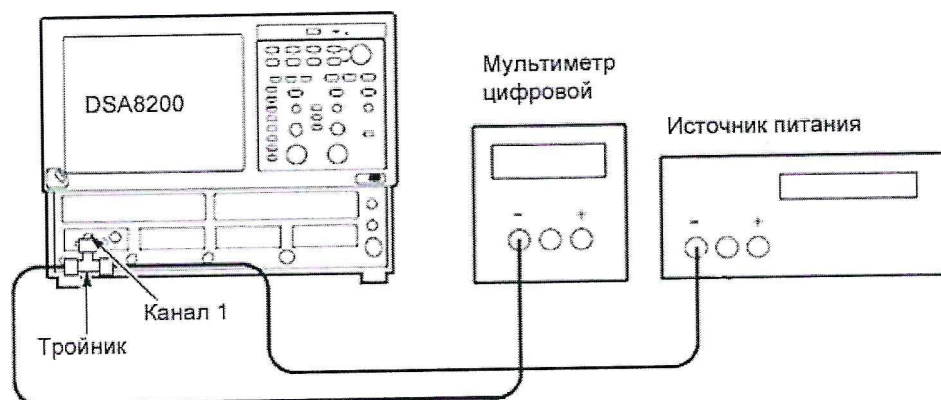


Рисунок 6

8.9.3 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку DEFAULT SETUP на передней панели.

8.9.4 Выполнить следующие настройки осциллографа:

коэффициент развертки - 2 нс/дел,

задержка - 0,

режим сбора данных - 32 усреднения.

8.9.5 Включить функцию автоматического измерения амплитуды: Select Meas > Pulse - Amplitude > Amplitude.

8.9.6 Установить коэффициент отклонения 100мВ/дел.

8.9.7 В соответствии с таблицей 5 последовательно установить указанные значения напряжения на выходе источника питания и значения постоянного смещения.

8.9.8 Записать в таблицу 5 измеренное с помощью мультиметра значение напряжения  $U_m$  и показания функции автоматических измерений на осциллографе  $U_{осц}$ .

Таблица 5

Мо- дуль	Установ- ленное на- пряжение, мВ	Установлен- ное посто- янное сме- щение, мВ	Измеренное напряжение $U_m$ , мВ	Измеренное напряжение $U_{осц}$ , мВ	Погреш- ность, мВ	Пределы погреш- ности
80E01	минус 1550	минус 1100				$\pm 18,7$
80E03	минус 1350	минус 1100				$\pm 14,7$
80E04	минус 1100	минус 1100				$\pm 9,7$

Мо- дуль	Установ- ленное на- пряжение, мВ	Установлен- ное посто- янное сме- щение, мВ	Измеренное напряжение $U_m$ , мВ	Измеренное напряжение $U_{осц}$ , мВ	Погреш- ность, мВ	Пределы погреш- ности
80E06	минус 850	минус 1100				± 14,7
	минус 650	минус 1100				± 18,7
	минус 450	0				± 11
	минус 250	0				± 7
	0	0				± 2
	250	0				± 7
	450	0				± 11
	650	1100				± 18,7
	850	1100				± 14,7
	1100	1100				± 9,7
	1350	1100				± 14,7
	1550	1100				± 18,7
80E07	минус 1050	минус 600				± 15,2
80E08	минус 850	минус 600				± 11,2
80E09	минус 600	минус 600				± 6,2
80E10	минус 350	минус 600				± 11,2
	минус 150	минус 600				± 15,2
	минус 450	0				± 11
	минус 250	0				± 7
	0	0				± 2
	250	0				± 7
	450	0				± 11
	150	600				± 15,2
	350	600				± 11,2
	600	600				± 6,2
850	600				± 11,2	
1050	600				± 15,2	

8.9.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока по формуле:

$$\delta = U_m - U_{осц}$$

занести рассчитанное значение погрешности в таблицу 5.

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, указанных в таблице 5.

### 8.10 Определение среднеквадратического значения индицируемого уровня внутренних шумов (все модули 80EXX)

8.10.2 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку DEFAULT SETUP на передней панели.

8.10.3 Выполнить следующие настройки осциллографа:

объем памяти - 1000 точек,

коэффициент развертки - 1 пс/дел,

задержка - 0,

коэффициент отклонения 1 мВ/дел (2 мВ/дел при проверке модулей 80E01 и 80E06),

условие останова сбора данных - 96 разверток (Stop After > Number of acquisitions > 96),

As-

полоса пропускания - в соответствии с таблицей 6.

8.10.4 В диалоговом окне Hist Setup выбрать режим включения гистограммы амплитудных значений (Vertical).

8.10.5 Правую и левую границы области построения гистограммы установить по краям экрана. Верхнюю и нижнюю границы установить на три деления вверх и вниз от центра экрана.

8.10.6 Нажать кнопку CLEAR DATA.

8.10.7 Нажать кнопку RUN/STOP.

8.10.8 Записать в таблицу 6 измеренное среднеквадратическое значение уровня внутренних шумов - параметр V STD DEV в информационной области параметров гистограммы.

Таблица 6

Модуль	Полоса пропускания, ГГц	Измеренное СКЗ шумов, мкВ	Пределы допускаемого значения СКЗ шумов, мкВ
80E01			2300
80E03, 80E04			1200
80E06			2400
80E07, 80E08	30		410
	20		380
80E09	60		600
	40		480
	30		410
80E10	50		700
	40		480
	30		410

Результаты поверки считать положительными, если среднеквадратическое значение индицируемого уровня внутренних шумов не более пределов, указанных в таблице 6.

### 8.11 Определение верхней граничной частоты полосы пропускания (все модули 80EXX кроме 80E06 и 80E09).

8.11.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 7.

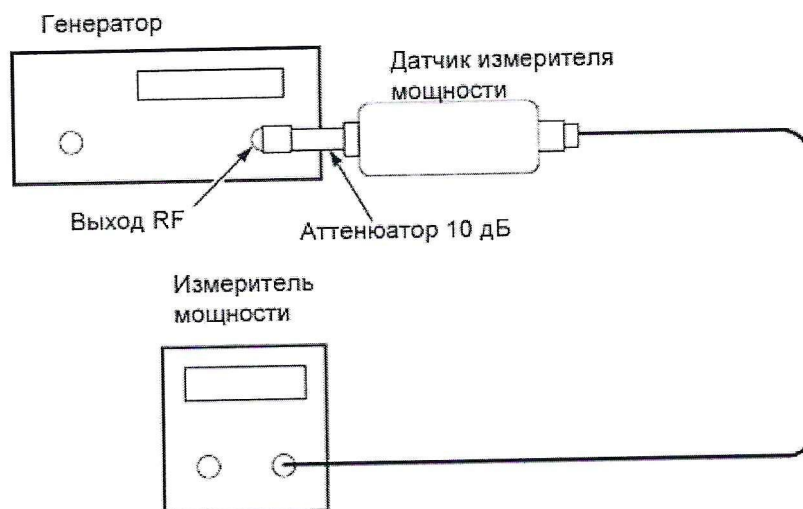


Рисунок 7



- 8.11.3 Установить уровень выходной мощности на генераторе 0 дБм.  
 8.11.4 Установить частоту сигнала на генераторе в соответствии с таблицей 7.  
 8.11.5 Записать показания измерителя мощности  $P_0$  в таблицу 7.

Таблица 7

Частота, ГГц	Уровень мощности $P_0$ , дБм	Уровень мощности с переходами $P_n$ , дБм	Коэффициент потерь $K$ в переходе 2,4 мм, дБм
0,05			
4			
8			
12			
16			
20			
24			
28			
30			
32			
36			
40			
44			
48			
50			

Примечание: измерения проводить до необходимой для конкретного модуля верхней граничной частоты.

- 8.11.6 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 8. Между аттенюатором и датчиком измерителя мощности подключить переход 2,4 мм папа-папа и переход 2,4 мм мама-мама.

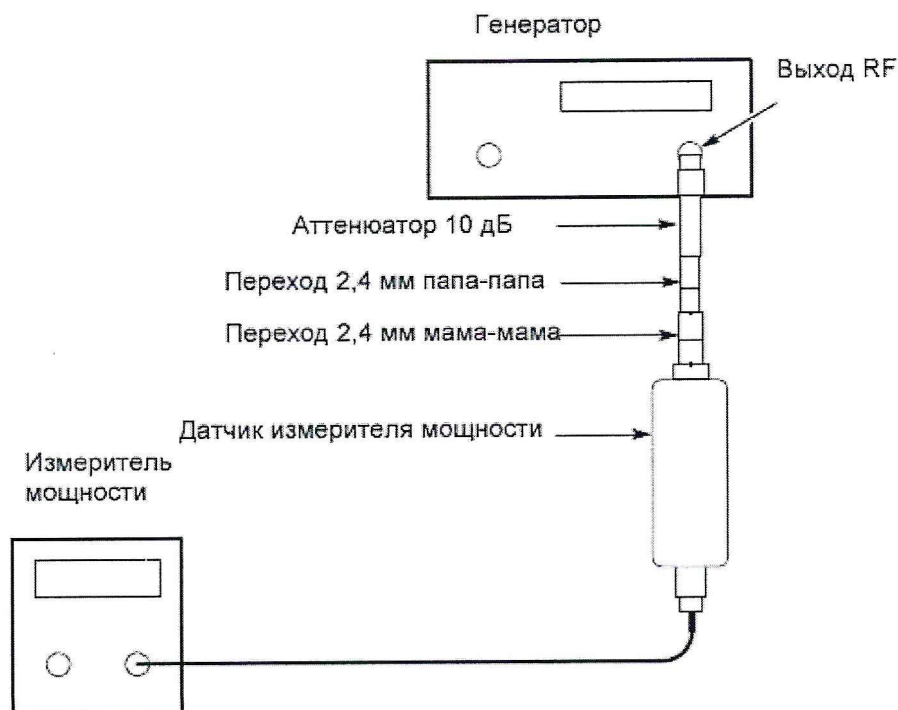


Рисунок 8

- 8.11.7 Установить частоту сигнала на генераторе в соответствии с таблицей 7.
- 8.11.8 Записать показания измерителя мощности  $P_p$  в таблицу 7.
- 8.11.9 Рассчитать по формуле  $K = (P_p - P_0)/2$  и занести в таблицу 7 коэффициент потерь в одном переходе 2,4 мм.
- 8.11.10 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 9. Между генератором и аттенуатором подключить прецизионный фазостабильный кабель. Между аттенуатором и датчиком измерителя мощности подключить переход 2,4 мм мама-мама.

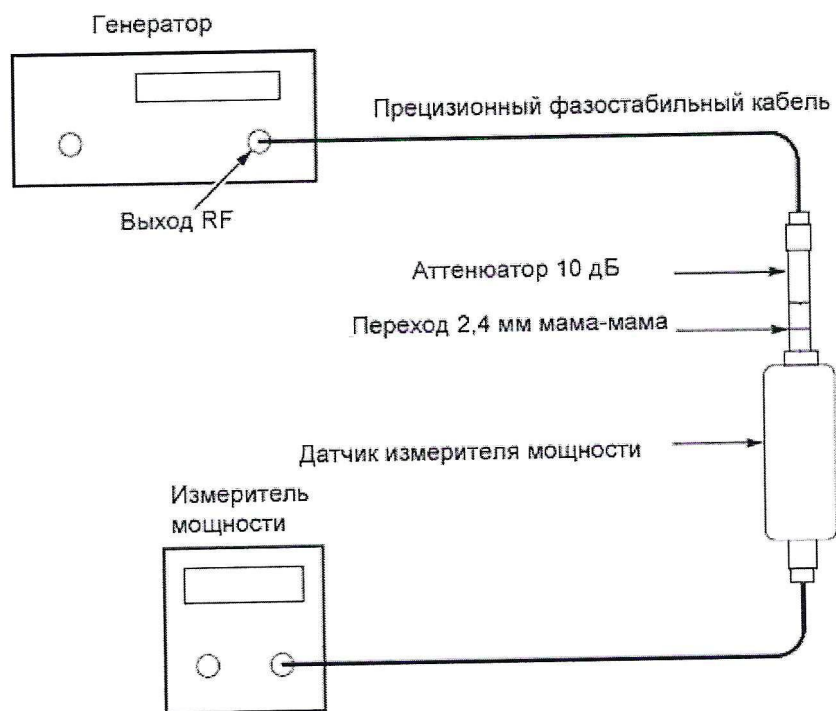


Рисунок 9

- 8.11.11 Установить уровень выходной мощности на генераторе 3 дБм.
- 8.11.12 Установить частоту сигнала на генераторе в соответствии с таблицей 8.
- 8.11.13 На каждой частоте подстроить уровень мощности на выходе генератора до достижения показаний измерителя мощности минус 9 дБм.
- 8.11.14 Записать установленный уровень мощности на генераторе  $P_{уст}$  в таблицу 8.
- 8.11.15 Записать показания измерителя мощности  $P_{изм}$  в таблицу 8.
- 8.11.16 Рассчитать опорный уровень мощности  $P_{опорн} = P_{изм} - K$ , где  $K$  - коэффициент потерь в переходе 2,4 мм из таблицы 7.

Таблица 8

Частота, ГГц	$P_{уст}$ , дБм	$P_{изм}$ , дБм	$P_{опорн}$ , дБм	Амплитуда U, В	Уровень мощности измеренный осциллографом $P_{изм осц}$ , дБм	Относительная АЧХ, дБм
0,05						
4						
8						
12						
16						
20						
24						
28						
30						
32						
36						
40						
44						
48						
50						

Примечание - измерения проводить до необходимой для конкретного модуля верхней граничной частоты.

8.11.17 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 10.

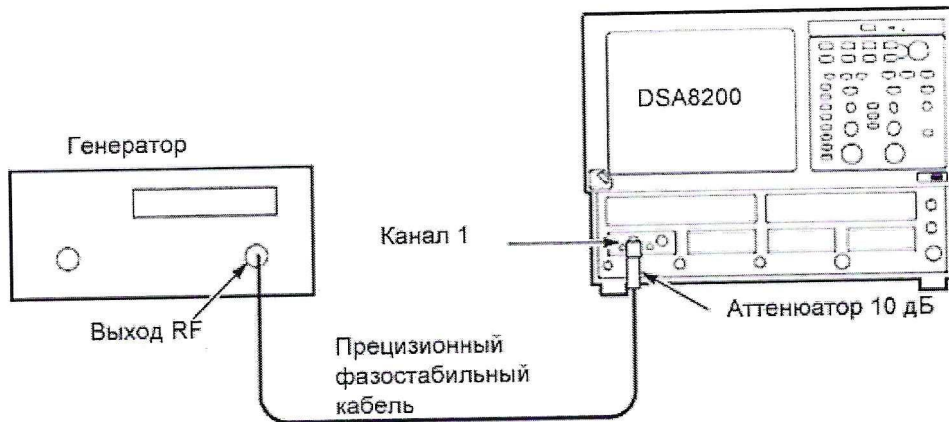


Рисунок 10

8.11.18 Выполнить следующие настройки осциллографа:  
 режим сбора данных - пакетный (Envelope),  
 условие останова сбора данных - завершение усреднений (Stop After > Average Complete),  
 объем памяти - 2000 точек,  
 задержка - 0,  
 коэффициент отклонения 25 мВ/дел.



8.11.19 Включить функцию автоматического измерения амплитуды: **Select Meas > Pulse - Amplitude > Amplitude**.

8.11.20 Установить на генераторе частоту сигнала в соответствии с таблицей 8.

8.11.21 Установить на генераторе уровень сигнала  $P_{уст}$  в соответствии с таблицей 8.

8.11.22 В диалоговом окне установки параметров горизонтальной шкалы осциллографа (**Horz Setup**) установить коэффициент развертки равным  $1/F$ , где  $F$  - установленная частота на генераторе.

8.11.23 Нажать кнопку **CLEAR DATA**.

8.11.24 Нажать кнопку **RUN/STOP**.

8.11.25 Записать измеренное значение амплитуды  $U$  сигнала и пересчитать в значение мощности  $P_{изм осц}$  в дБм по формуле:

$$P_{изм осц} = 10 \log \left( \frac{P'}{0,001} \right), P' = \frac{U_{скз}^2}{50}, U_{скз} = \frac{U_{пик}}{\sqrt{2}}, U_{пик} = \frac{U}{2}.$$

8.11.26 Записать вычисленное значение мощности  $P_{изм осц}$  в таблицу 8.

8.11.27 Повторить пп. 8.11.19. - 8.11.25 для остальных частот до необходимой для конкретного модуля верхней граничной частоты.

8.11.28 Рассчитать относительную амплитудно-частотную характеристику (АЧХ) по формуле:  $АЧХ = P_{изм осц} - P_{опорн}$ . Записать в таблицу 8.

8.11.29 Значение АЧХ на частоте 50 МГц взять за опорное и вычесть из всех значений.

Результаты поверки считать положительными, если значение относительной АЧХ в полосе пропускания исследуемого модуля находится в пределах от минус 3 до 3 дБ.

## **8.12 Определение длительности фронта перепада напряжения системы генератор-осциллограф в режиме рефлектометра (только модули 80E04, 80E08, 80E10)**

8.12.2 Закрыть входной разъем исследуемого модуля короткозамыкателем.

8.12.3 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку **DEFAULT SETUP** на передней панели.

8.12.4 Выполнить следующие настройки осциллографа:

объем памяти - 2000 точек,

коэффициент развертки - 50 пс/дел,

задержка - 0,

количество усреднений - 256,

условие останова сбора данных - завершение усреднений (**Stop After > Average Complete**),

8.12.5 Измерению подлежит длительность фронта перепада напряжения положительной полярности. При этом отраженный от короткозамыкателя сигнал меняет свою полярность. Поэтому включить функцию автоматического измерения длительности спада: **Select Meas > Pulse - Timing > Fall Time**.

8.12.6 Нажать кнопку **CLEAR DATA**.

8.12.7 Нажать кнопку **RUN/STOP**.

8.12.8 Записать измеренное значение длительность спада в протокол.

Результаты поверки считать положительными, если длительность спада перепада напряжения не более 35 пс для модуля 80E04, не более 22 пс для модуля 80E08, не более 16 пс для модуля 80E10.

### **8.13 Определение выброса на вершине перепада напряжения системы генератор-осциллограф в режиме рефлектометра (только модули 80E04, 80E08, 80E10)**

8.13.2 Закрывать входной разъем исследуемого модуля короткозамыкателем.

8.13.3 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку DEFAULT SETUP на передней панели.

8.13.4 Выполнить следующие настройки осциллографа:

объем памяти - 2000 точек,

коэффициент развертки - 100 пс/дел,

задержка - 0,

количество усреднений - 256,

условие останова сбора данных - завершение усреднений (Stop After > Average Complete),

8.13.5 Измерению подлежит выброс за фронтом перепада напряжения положительной полярности. При этом отраженный от короткозамыкателя сигнал меняет свою полярность. Поэтому включить функцию автоматического измерения выброса за спадом: Select Meas > Pulse - Timing > Fall Time.

8.13.6 Нажать кнопку CLEAR DATA.

8.13.7 Нажать кнопку RUN/STOP.

8.13.8 Записать измеренное значение выброса в протокол.

Результаты поверки считать положительными, если выброс за спадом перепада напряжения не более 10 % на интервале времени 400 пс для модуля 80E04, не более 20 % на интервале времени 150 пс для модуля 80E08 и 80E10, не более 12 % на интервале времени от 150 до 400 пс для модуля 80E08 и 80E10.

### **8.14 Определение пороговых уровней уровня автоматического включения/отключения защитного режима (только модуль 80A02)**

8.14.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 11. В прибор установлен модуль защиты измерительных каналов от повреждения электростатическим разрядом 80A02.

8.14.3 Установить напряжение на выходе источника питания 0.

8.14.4 Плавно увеличивая напряжение на выходе источника питания от 0 до 300 мВ убедиться, что модуль никогда не переключается в режим защитного отключения: звуковые щелчки отсутствуют, индикатор состояния ENGAGED не горит.

8.14.5 Плавно увеличивая напряжение на выходе источника питания от 300 до 1000 мВ убедиться, что модуль автоматически переключается в режим защитного отключения.

8.14.6 Плавно увеличивая напряжение на выходе источника питания от 1 до 5 В убедиться, что модуль постоянно находится в режиме защитного отключения: звуковые щелчки, индикатор состояния ENGAGED горит.

Результаты поверки считать положительными, если пороговый уровень автоматического отключения защитного режима не менее 300 мВ, пороговый уровень автоматического включения защитного режима не более 1000 мВ.

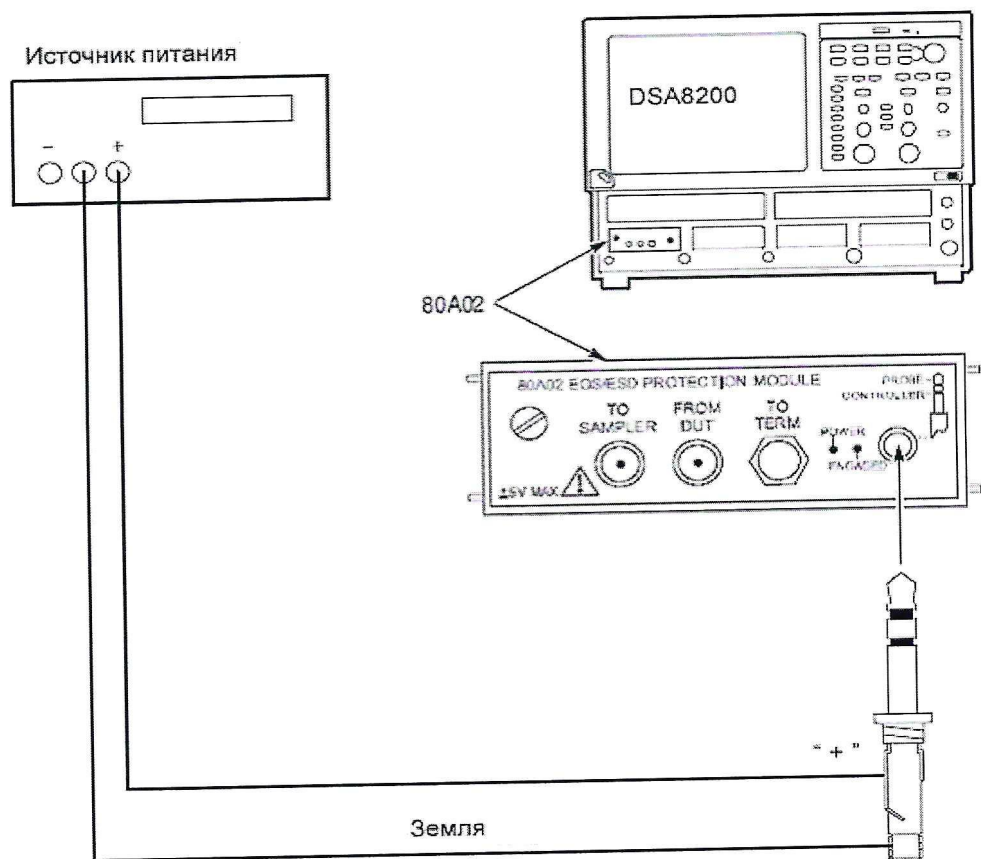


Рисунок 11

### 8.15 Определение минимальной амплитуды входного цифрового сигнала и среднеквадратического значения джиттера в восстановленном сигнале тактовой частоты (только модуль 80A05)

8.15.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 12. В осциллограф установить модуль восстановления тактовой частоты цифровых сигналов 80A05 и стробоскопический измерительный модуль 80E03.

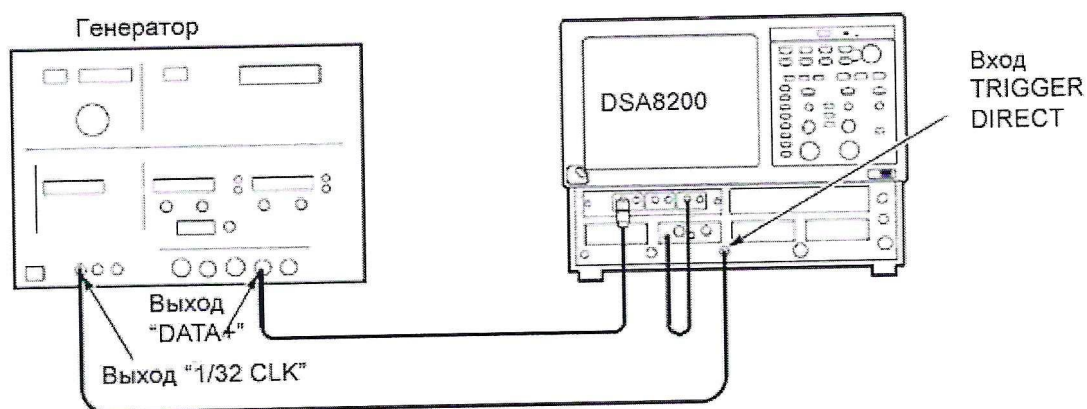


Рисунок 12



8.15.3 Подключить ко входу ELECTRICAL INPUT IN+ модуля 80A05 два аттенюатора 20 дБ (общее ослабление 1/100).

8.15.4 Выполнить следующие настройки генератора:

амплитуда импульсов - 0,7 В,

псевдослучайная последовательность - PRBS23,

формат данных - NRZ,

скважность 2 по уровню 0,5 фронта/спада,

скорость передачи данных - 0,15552 Гбит/с.

8.15.5 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку DEFAULT SETUP на передней панели.

8.15.6 Выполнить следующие настройки осциллографа:

источник синхронизации - прямой вход внешнего запуска (External Direct),

запуск по фронту положительной полярности,

8.15.7 Включить функцию автоматического измерения амплитуды: Select Meas > Pulse - Amplitude > Amplitude.

8.15.8 Включить функцию автоматического измерения среднеквадратического отклонения джиттера: Select Meas > Pulse - Timing > RMS Jitter.

8.15.9 В диалоговом окне Trig Setup выбрать скорость передачи данных для которой будет проводиться проверка в соответствии с таблицей 9.

8.15.10 Установить коэффициент развертки в соответствии с таблицей 9.

8.15.11 Установить на генераторе амплитуду импульсов и скорость передачи данных в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9

Протокол передачи данных	Установки генератора		Коэффициент раз- вертки осциллогра- фа, пс/дел
	Скорость передачи, Гбит/с	Амплитуда, В	
OC3/SMT1	0,15552	1,0	100
OC12/STM4	0,62208	1,0	100
FibreChannel	1,0625	1,0	100
Gigabit Ethernet	1,25	1,0	100
Serial ATA	1,5	1,0	100
2 Gigabit FibreCh	2,125	1,0	100
OC48/STM16	2,48832	1,0	100
2 Gigabit Ethernet	2,5	1,0	100
InfiniBand	2,5	1,0	100
PCI Express	2,5	1,0	100
2.5G G.709 FEC	2,5	1,0	100
Serial ATA	2,5	1,0	100
XAUI	2,5	1,0	100
FibreChannel	2,666	1,0	100
VSR5	3,0	1,5	100
4 Gigabit FibChannel	3,125	1,5	100
	3,188	1,5	100
	3,318	1,5	100
	4,25	1,5	100

Протокол передачи данных	Установки генератора		Коэффициент раз- вертки осциллогра- фа, пс/дел
	Скорость передачи, Гбит/с	Амплитуда, В	
Только для модуля 80A05 с опцией 10G			
Serial ATA	6,0	1,5	200
XAUI	6,25	1,5	100
OC192/STM64	9,95328	1,5	50
10GBase-W	9,95328	1,5	50
10GBase-R	9,95328	1,5	50
10G FibreChannel	10,3125	1,5	50
G.975 FEC	10,51875	1,5	50
G.709 FEC	10,66	1,5	50
10GbE w/FEC	10,71	1,5	50
Super FEC	11,10	1,5	50
	12,50	2,0	50

8.15.12 Убедиться, что на экране осциллографа наблюдается восстановленный сигнал тактовой частоты, стабильно синхронизированный с сигналом запуска.

8.15.13 Записать измеренное значение амплитуды восстановленного сигнала тактовой частоты и убедиться, что оно не менее значений указанных в таблице 10.

8.15.14 Установить на генераторе амплитуду импульсов 0,5 В.

8.15.15 Отключить оба аттенюатора 20 дБ от входа ELECTRICAL INPUT IN+ модуля 80A05.

8.15.16 Установить коэффициент развертки 20 пс/дел, коэффициент отклонения 10 мВ/дел. На экране осциллографа должен наблюдаться центральный участок фронта сигнала восстановленной тактовой частоты, пересекающий центр экрана.

8.15.17 Записать среднеквадратического значения джиттера, возвращенное функцией автоматического измерения и убедиться, что оно не более значений указанных в таблице 10.

Таблица 10

Протокол пе- редачи данных	Измеренное зна- чение амплиту- ды восстанов- ленного сигнала тактовой частоты, мВ	Минимальное до- пустимое значе- ние амплитуды восстановленного сигнала тактовой частоты, мВ	Измеренное СКЗ джиттера в восстанов- ленном сиг- нале тактовой частоты, пс	Максимальное допустимое СКЗ джиттера в вос- становленном сигнале тактовой частоты, пс
OC3/SMT1		200		64
OC12/STM4		200		16
FibreChannel		200		9,4
Gigabit Ethernet		200		8
2 Gigabit Fi- breCh		200		6,7
OC48/STM16		200		4,7
2 Gigabit Ethernet		200		4
InfiniBand		200		4

Протокол передачи данных	Измеренное значение амплитуды восстановленного сигнала тактовой частоты, мВ	Минимальное допустимое значение амплитуды восстановленного сигнала тактовой частоты, мВ	Измеренное СКЗ джиттера в восстановленном сигнале тактовой частоты, пс	Максимальное допустимое СКЗ джиттера в восстановленном сигнале тактовой частоты, пс
PCI Express		200		4
2.5G G.709 FEC		200		4
Serial ATA XAUI		200		4
FibreChannel VSR5		200		2,5
4 Gigabit FChan		200		2,5
		200		2,5
Только для модуля 80A05 с опцией 10G				
Serial ATA XAUI		200		2
OC192/STM64		200		2
10GBase-W		200		2
10GBase-R		200		2
10G Fibre- Channel		200		2
G.975 FEC		200		2
G.709 FEC		200		2
10GbE w/FEC		200		2
Super FEC		200		2
		200		2
		200		2

8.15.18 Повторить процедуру измерений по пп. 8.15.8. - 8.15.16 для всех значений скорости передачи данных.

8.15.19 Повторить процедуру измерений по пп. 8.15.2. - 8.15.17 подключив сигнал данных ко входу ELECTRICAL INPUT IN- модуля 80A05.

8.15.20 Результаты поверки считать положительными, если при всех скоростях передачи данных амплитуда восстановленного сигнала тактовой частоты не менее 200 мВ, среднеквадратическое значение джиттера в восстановленном сигнале не более значений, указанных в таблице 10.

### 8.16 Определение минимальной амплитуды входного цифрового сигнала и среднеквадратического значения джиттера в формируемом синхросигнале (только модуль 80A06)

8.16.2 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 13. В осциллограф установить модуль синхронизации по кодовым последовательностям 80A06 и стробоскопический измерительный модуль 80E04.



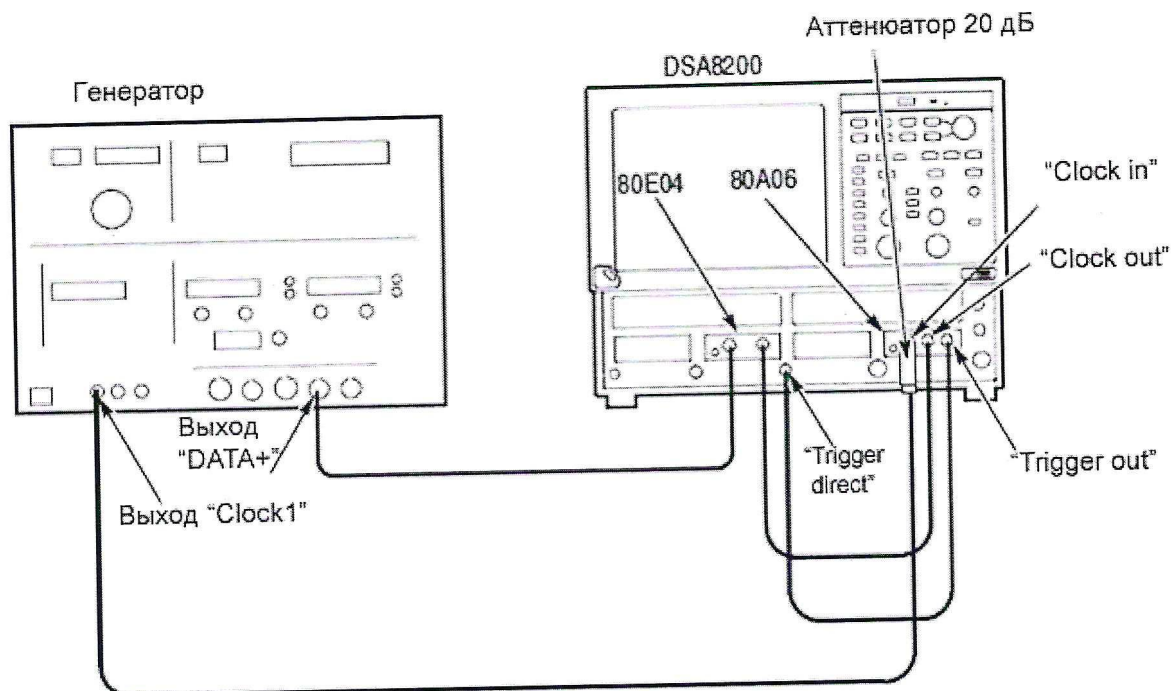


Рисунок 13

8.16.3 Подключить ко входу **CLOCK IN** модуля 80A06 аттенюатор 20 дБ (1/10).

8.16.4 Выполнить следующие настройки генератора:

амплитуда импульсов данных - 0,8 В,

амплитуда импульсов тактовой частоты - 1,0 В,

псевдослучайная последовательность - PRBS7,

формат данных - NRZ,

скважность 2 по уровню 0,5 фронта/спада,

скорость передачи данных - 150 Мбит/с.

8.16.5 Установить настройки осциллографа в исходное состояние нажав кнопку **DEFAULT SETUP** на передней панели.

8.16.6 В диалоговом окне **PatternSync Setup** выполнить следующие настройки осциллографа:

скорость передачи данных - 150 Мбит/с,

длина последовательности - 127 бит,

отношение **Data to Clock** - 1/1.

8.16.7 Включить функцию автоматического измерения среднеквадратического отклонения джиттера: **Select Meas > Pulse - Timing > RMS Jitter**.

8.16.8 Установить в диалоговом окне **PatternSync Setup** скорость передачи данных и коэффициент развертки осциллографа в соответствии с таблицей 11.

8.16.9 Установить скорость передачи данных и амплитуду импульсов тактовой частоты на генераторе в соответствии с таблицей 11.

Таблица 11

Скорость передачи данных, Гбит/с	Амплитуда импульсов тактовой частоты, В	Коэффициент развертки, пс/дел	Стабильная синхронизация (обеспечивается/не обеспечивается)	Измеренное СКЗ джиттера в формируемом синхросигнале, пс	Максимальное допустимое СКЗ джиттера в формируемом синхросигнале, пс
0,15	1,0	50			20
1,2	1,0	20			1,3
3,0	1,0	20			1,3
3,05	1,0	20			1,3
7,0	1,0	20			1,3
7,05	1,0	20			1,3
8,0	2,0	20			1,3
12,5	2,0	20			1,3

8.16.10 Убедиться, что обеспечивается стабильная синхронизация сигнала.

8.16.11 Записать среднеквадратического значения джиттера, возвращенное функцией автоматического измерения и убедиться, что оно не более значений указанных в таблице 11.

8.16.12 Повторить процедуру измерений по пп. 8.16.7. - 8.16.10. для всех значений скорости передачи данных в таблице 11.

8.16.13 Установить на генераторе псевдослучайную последовательность PRBS10.

8.16.14 В диалоговом окне PatternSync Setup осциллографа установить длину последовательности 1023 бит.

8.16.15 Повторить процедуру измерений по пп. 8.16.7. - 8.16.10. для всех значений скорости передачи данных в таблице 11.

8.16.16 Установить на генераторе псевдослучайную последовательность PRBS15.

8.16.17 В диалоговом окне PatternSync Setup осциллографа установить длину последовательности 32767 бит.

8.16.18 Повторить процедуру измерений по пп. 8.16.7. - 8.16.10. для всех значений скорости передачи данных в таблице 11.

Результаты поверки считать положительными, если при всех скоростях передачи данных амплитуда обеспечивается стабильная синхронизация по формируемому синхросигналу, среднеквадратическое значение джиттера в формируемом синхросигнале не более значений, указанных в таблице 11. В противном случае осциллограф бракуется и направляется в ремонт.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки осциллографа выдается свидетельство установленной формы.


9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый осциллограф к дальнейшему применению не допускается. На такой осциллограф выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин.


Начальник отдела  
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

Врио начальника лаборатории  
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

Начальник НО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.С. Гончаров

 А.В. Клеопин

 В.З. Маневич