

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального  
директора-заместитель по научной  
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов



15» 12 2015 г.

**ИНСТРУКЦИЯ**  
**КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ**  
**ПАРАМЕТРОВ МИКРОСХЕМ И УСТРОЙСТВ**  
**АНАЛОГОВЫХ, ЦИФРОВЫХ**  
**И СМЕШАННЫХ СИГНАЛОВ**  
**ДМТ-209**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

ТИВН.411259.002 МП

н.р. 64038-16

2015 г.

## ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Настоящая методика распространяется на комплекс измерительных параметров микросхем и устройств аналоговых, цифровых и смешанных сигналов ДМТ-209 (далее - Комплекс), зав. номер 01, и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

При ознакомлении с методикой поверки необходимо дополнительно руководствоваться эксплуатационными документами на Комплекс, эталоны и средства измерений, применяемые при поверке Комплекса.

Интервал между поверками - 1 год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 Перед проведением поверки Комплекса провести внешний осмотр и операции подготовки его к работе.

1.2 Метрологические характеристики Комплекса, подлежащие поверке, и операции поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр и проверка комплектности	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Определение (контроль) метрологических характеристик	7.3	да	да
3.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения частоты каналов воспроизведения сигнала №1, №2, №6, №7, №8, №9 Комплекса	7.3.1	да	да
3.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения/измерений амплитуды выходного сигнала каналов воспроизведения сигнала №1, №2, №6, №7, №8, №9 Комплекса	7.3.2	да	да
3.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения /измерений напряжения постоянного тока каналов воспроизведения сигналов №1 - №5 Комплекса	7.3.3	да	да
3.4 Определение неравномерности воспроизведения синусоидального сигнала каналов воспроизведения сигнала №1 - №2 Комплекса	7.3.4	да	да
3.5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения / измерения силы постоянного тока каналов воспроизведения сигнала №3 - №5 Комплекса	7.3.5	да	да
3.6 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного и переменного тока каналами измерений №1 – №4 Комплекса	7.3.6	да	да
3.7 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного и переменного тока каналом измерений №1 Комплекса	7.3.7	да	да
3.8 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току канала измерений №1 Комплекса	7.3.8	да	да

## Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
3.9 Определение абсолютной погрешности измерений электрической емкости канала измерений №1 Комплекса	7.3.9	да	да
3.10 Определение абсолютной погрешности измерений частоты каналов измерений №1 – №3 Комплекса	7.3.10	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3.2, 7.3.3, 7.3.5 - 7.3.9	Калибратор многофункциональный FLUKE 9100, диапазон воспроизведения/измерений силы постоянного тока от 1 мкА до 1 А, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm (0,014 - 0,06) \%$ , диапазон воспроизведения/измерений напряжения постоянного тока от 0,1 мкВ до 320 В, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения/измерений напряжения постоянного тока $\pm (0,006 - 0,0065) \%$ , диапазон воспроизведения/измерений напряжения переменного тока от 1 мкВ до 105 В, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения/измерения напряжения переменного тока $\pm (0,04 - 0,35) \%$ , диапазон воспроизведения /измерений частоты напряжения переменного тока от 10 Гц до 100 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения/измерения частоты напряжения переменного тока $\pm 0,0025 \%$ ; диапазон воспроизведения сопротивления постоянному току от 1 мОм до 400,0 МОм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений/воспроизведения сопротивления постоянному току в диапазоне от 1,0 мОм до 40,0 Ом $\pm 0,025 \%$ , в диапазоне от 40,0 Ом до 400,0 кОм $\pm 0,020 \%$ , в диапазоне от 400 кОм до 4,0 МОм $\pm 0,05 \%$ , в диапазоне от 4,0 МОм до 40,0 МОм $\pm 0,15 \%$ , в диапазоне от 40 МОм до 400 МОм $\pm 0,26 \%$ , диапазон воспроизведения электрической емкости от 500 пФ до 40,0 мФ, пределы допускаемой относительной погрешности измерений воспроизведения электрической емкости в диапазоне от 500 пФ до 400,0 нФ $\pm 0,3 \%$ , в диапазоне от 400,0 нФ до 4,0 мФ $\pm 0,5 \%$ , в диапазоне от 4,0 мФ до 40 мФ $\pm 1,0 \%$
7.3.1	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-86, диапазон измеряемых частот от 0,1 Гц до 100 МГц (канал А и В); уровень входного сигнала (канал А, В) от 0,03 до 7
7.3.10	Генератор сигналов произвольной формы 33250А, диапазон рабочих частот от 1 мГц до 80 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала $\pm 2 \cdot 10^{-6} f$ , где $f$ – значение устанавливаемой частоты; диапазон установки амплитуды выходного сигнала на нагрузке 50 Ом от 10 мВ до 10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды сигнала синусоидальной формы $\pm (0,01 U_{pp} + 0,001) В$ , где $U_{pp}$ – значение устанавливаемой амплитуды сигнала

Продолжение таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3.4	Осциллограф цифровой TDS-2014В диапазон измерений от 0 до 100 МГц; пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1 \%$ , коэффициент отклонения от 2 мВ/дел до 5 В/дел
7.3.9	Мера емкости образцовая P597/3, номинальное значение емкости 100 пФ, относительная погрешность аттестации емкости $\pm 0,02 \%$
<i>Вспомогательные средства поверки</i>	
7.2, 7.3	Метеомер МЭС-200А, диапазон измерений абсолютного давления от 80 до 110 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений давления $\pm 0,3$ кПа ( $\pm 2,3$ мм.рт.ст.), диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 3,0 \%$ абс., диапазон измерений температуры окружающего воздуха от минус 10 до 85 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,2$ °С
Примечания	
1 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого Комплекса с требуемой точностью.	
2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.	

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки Комплекса допускается инженерно – технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, и аттестованный в качестве поверителей.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССТБ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», а также изложенные в руководстве по эксплуатации Комплекса, в технической документации на применяемые при поверке меры, средства измерений и вспомогательное оборудование.

### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха, °С	$20 \pm 5$ ;
относительная влажность воздуха, %	$65 \pm 15$ ;
атмосферное давление, кПа.	$100 \pm 4$ ( $750 \pm 30$ );
частота питающей сети, Гц	$50 \pm 1$
напряжение питающей сети, В	$220 \pm 10\%$

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать Комплекс в условиях, указанных в п. 5.1 в течение не менее 30 минут;

- выполнить операции, оговоренные в РЭ Комплекса по его подготовке к работе;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

## **6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

6.1 Поверитель должен изучить РЭ поверяемого Комплекса и РЭ используемых средств поверки.

6.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки;
- заземлить (если это необходимо) рабочие эталоны, средства измерений;
- включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии с временем установления рабочего режима, указанным в РЭ Комплекса и средств поверки).

## **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **7.1 Внешний осмотр и проверка комплектности**

7.1.1 При проведении внешнего осмотра и проверке комплектности должно быть установлено соответствие Комплекса следующим требованиям:

- наличие товарного знака изготовителя, порядковый номер, год изготовления;
- прочность закрепления, плавность действия и обеспечение надежности фиксации всех органов управления;
- соответствие функциональному назначению и четкость всех надписей на органах управления и индикации;
- наружная поверхность конструкции Комплекса не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на его работу;
- чистота и целостность соединительных разъемов;
- соединительные провода должны быть исправными;
- комплектность Комплекса должна соответствовать комплектности, указанной в документации (ТИВН.411259.002 РЭ и ТИВН.411259.002 ФО).

7.1.2 Результаты внешнего осмотра и проверки комплектности Комплекса считать положительными, если выполняются все вышеперечисленные требования.

### **7.2 Опробование**

7.2.1 При опробовании Комплекса необходимо соблюдать требования мер безопасности при работе с Комплексом. Перед включением Комплекса необходимо убедиться в наличии заземления оборудования Комплекса. После включения Комплекса проверить его общую работоспособность.

7.2.2 На рабочем столе ПЭВМ нажать на иконку программного обеспечения (ПО) Комплекса, при этом откроется активное окно управления Комплекса.

7.2.3 Проверить работоспособность Комплекса, органов управления каналов воспроизведения и измерений Комплекса в соответствии с ТИВН.411259.002 РЭ.

7.2.4 Провести проверку соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения (ПО) Комплекса проводить в следующей последовательности:

- проверить наименование ПО;
- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО.

7.2.5 Результаты поверки считать положительными и Комплекс допускается к дальнейшей поверке, если все каналы воспроизведения и измерений управляются и на экране ПЭВМ имеется индикация о готовности Комплекса, идентификационные данные программ-

ного обеспечения (ПО) соответствуют идентификационным данным, приведенным в ТИВН.411259.002 РЭ.

### 7.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

7.3.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения частоты каналов воспроизведения сигнала №1, №2, №6, №7, №8, №9 Комплекса проводить по схеме, представленной на рисунке 1, в следующем порядке.

1 Для определения абсолютной погрешности воспроизведения частоты канала воспроизведения сигнала №1 на измерительный вход частотомера подать сигнал с канала воспроизведения сигнала №1, с помощью ПО Комплекса установить частоту воспроизводимого сигнала 1,0 Гц и среднее квадратическое значение напряжения выходного сигнала 1 В.



Рисунок 1

2 Частотомером измерить воспроизводимую каналом №1 частоту сигнала. Затем последовательно установить воспроизводимую частоту, а частотомером измерить воспроизводимые частоты, выбранные в соответствии с таблицей 3.

3 Абсолютную погрешность воспроизведения частоты определить как разность значений, установленных с помощью ПО Комплекса для канала воспроизведения №1 (№2 (№6, №7, №8, №9)) и измеренных частотомером. Абсолютную погрешность воспроизведения частоты выходного сигнала определить по формуле (1):

$$\Delta F = F_B - F_{изм.}, \quad (1)$$

где  $\Delta F$  - абсолютная погрешность измерений частоты выходного сигнала, Гц;  
 $F_B$  - частота синусоидального сигнала установленная с помощью ПО Комплекса для канала воспроизведения №1 (№2 (№6, №7, №8, №9)), Гц;  
 $F_{изм.}$  - измеренное частотомером значение частоты входного сигнала, Гц.

4 Последовательно подключить к частотомеру канал воспроизведения №2, (№6, №7, №8, №9). С помощью ПО Комплекса у канала воспроизведения №2 (№6, №7, №8, №9) установить частоту воспроизводимого сигнала 1,0 Гц и среднее квадратическое значение напряжения выходного сигнала 1 В. Частотомером измерить воспроизводимую частоту сигнала каналом №2 (№6, №7, №8, №9). Затем последовательно установить воспроизводимую частоту, а частотомером измерить воспроизводимые частоты, выбранные в соответствии с таблицей 3.

5 Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 3.

Таблица 3

Контрольная точка	Измеренное значение частоты	Абсолютная погрешность воспроизведения частоты, Гц	
		допускаемая	полученная
<b>Каналы воспроизведения сигнала №1 (генератор 33522 В)</b>			
1 Гц		± 0,00001	
100 Гц		± 0,00010	
100 кГц		± 0,10000	
1 МГц		± 10,00000	
5 МГц		± 50,000	
10 МГц		± 100,00	
30 МГц		± 300,00	
<b>Канал воспроизведения сигнала №2 (генератор 33522 В)</b>			
1 Гц		± 0,00001	
100 Гц		± 0,00010	
100 кГц		± 0,10000	
1 МГц		± 10,00000	
5 МГц		± 50,000	
10 МГц		± 100,00	
30 МГц		± 300,00	
<b>Каналы воспроизведения сигнала №6 (модуль преобразователя напряжения NI 6363)</b>			
1 Гц		± 0,00005	
100 Гц		± 0,00500	
1 кГц		± 0,05000	
10 кГц		± 0,50000	
100 кГц		± 5,0000	
1 МГц		± 50,0000	
<b>Каналы воспроизведения сигнала №7 (модуль преобразователя напряжения NI 6363)</b>			
1 Гц		± 0,00005	
100 Гц		± 0,00500	
1 кГц		± 0,05000	
10 кГц		± 0,50000	
100 кГц		± 5,0000	
1 МГц		± 50,0000	
<b>Каналы воспроизведения сигнала №8 (модуль преобразователя напряжения NI 6363)</b>			
1 Гц		± 0,00005	
100 Гц		± 0,00500	
1 кГц		± 0,05000	
10 кГц		± 0,50000	
100 кГц		± 5,0000	
1 МГц		± 50,0000	
<b>Каналы воспроизведения сигнала №9 (модуль преобразователя напряжения NI 6363)</b>			
1 Гц		± 0,00005	
100 Гц		± 0,00500	
1 кГц		± 0,05000	
10 кГц		± 0,50000	
100 кГц		± 5,0000	
1 МГц		± 50,0000	

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения частоты в диапазоне рабочих частот каналов воспроизведения сигнала №1, №2, №6, №7, №8, №9 находятся в пределах, приведенных в таблице 3.

7.3.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения размаха выходного сигнала каналов воспроизведения сигнала №1, №2, №6, №7, №8, №9 Комплекса проводить по схеме, представленной на рисунке 2, в следующем порядке.

1 Для определения абсолютной погрешности воспроизведения размаха выходного сигнала канала воспроизведения сигнала №1 на измерительный вход калибратора FLUKE 9100 подать сигнал с канала воспроизведения сигнала №1, с помощью ПО Комплекса установить частоту воспроизводимого сигнала 1,0 кГц и значение размаха выходного сигнала 2 мВ ( $V_{pp}$ ).



Рисунок 2

2 С помощью калибратора FLUKE 9100 измерить амплитуду воспроизводимого каналом №1 сигнала. Затем последовательно установить воспроизводимую амплитуду, а калибратором FLUKE 9100 измерить значения воспроизводимых амплитуд сигнала, выбранные в соответствии с таблицей 4.

3 Определить абсолютную погрешность воспроизведения размаха воспроизводимого сигнала каналом №1 по формуле (2)

$$\Delta U_B = (U_B - U_K \times 2) \times 1000, \quad (2)$$

где  $\Delta U_B$  – значение погрешности воспроизведения размаха выходного сигнала канала воспроизведения сигнала №1(2), мВ;

$U_B$  – установленное с помощью управляющей ПЭВМ Комплекса значение напряжения воспроизведения размаха выходного сигнала канала воспроизведения сигнала №1(2), В;

$U_K$  – значение напряжения выходного сигнала канала воспроизведения сигнала №1 (2) измеренное калибратором, В.

4 Последовательно подключить к калибратору канал воспроизведения №2, (№6, №7, №8, №9). С помощью ПО Комплекса у канала воспроизведения №2 (№6, №7, №8, №9) установить частоту воспроизводимого сигнала 1,0 Гц и среднее квадратическое значение напряжения выходного сигнала 1 В.

5 Повторить пункты 2 – 5 для всех значений воспроизводимого размаха выходного сигнала каналом воспроизведения №2 (№6, №7, №8, №9) для всех значений размаха сигнала указанных в таблице 4.

6 Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 4.



Таблица 4

Установленное значение, В	Измеренное значение внешним калибратором, В	Абсолютная погрешность воспроизведения, мВ	
		допускаемая	полученная
Каналы воспроизведения сигнала №1 - №2 (генератор 33522 В)			
0,002		± 1,002	
0,01		± 1,010	
0,1		± 1,100	
1,0		± 2,000	
5,0		± 6,000	
10,0		± 11,000	
20,0		± 21,000	
Каналы воспроизведения сигнала №6 – №9 (модуль NI PXI-6363)			
0,001		± 0,500086	
0,01		± 0,500860	
0,1		± 0,508600	
1,0		± 0,586000	
4,95		± 0,925700	
6,0		± 1,540000	
8,0		± 1,720000	
10,0		± 1,900000	

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения размаха сигнала каналов воспроизведения сигнала №1 – №2 и №6 – №9 находятся в пределах, приведенных в таблице 4.

7.3.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения / измерения напряжения постоянного тока каналов воспроизведения сигналов №1 - №5 Комплекса проводить по схеме, представленной на рисунке 3, в следующем порядке.

1 Для определения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока выходного сигнала канала воспроизведения сигнала №1 на измерительный вход калибратора FLUKE 9100 подать сигнал с канала воспроизведения сигнала №1 (рисунок 3), с помощью ПО Комплекса установить частоту воспроизводимого сигнала 1,0 кГц и значение напряжения выходного сигнала 0,0 мВ, напряжение смещения постоянного тока 1 мВ.



Рисунок 3

2 С помощью калибратора FLUKE 9100 измерить напряжение постоянного тока сигнала, воспроизводимого каналом №1. Затем последовательно установить воспроизводимое напряжение постоянного тока, а калибратором FLUKE 9100 измерить значения воспроизводимого напряжения постоянного тока, выбранные в соответствии с таблицей 5.

3 Определить абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока сигнала, воспроизводимого каналом №1, по формуле (3):

$$\Delta U_B = (U_B - U_K) \times 1000, \quad (3)$$

где  $\Delta U_B$  – значение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока канала воспроизведения сигнала №1 (№2 - №5), мВ;

$U_B$  – установленное с помощью управляющей ПЭВМ Комплекса значение напряжения воспроизведения напряжения постоянного тока выходного сигнала канала воспроизведения сигнала №1 (№2 - №5), В;

$U_K$  – значение напряжения постоянного тока, измеренное калибратором, В.

Таблица 5

Установленное значение, В	Измеренное значение, В		Абсолютная погрешность, мВ			
	внешним калибратором	каналом воспроизведения сигнала	воспроизведения		измерений	
			допускаемая	полученная	допускаемая	полученная
Канал воспроизведения сигнала №1 - №2 (генератор 33522 В)						
0,002			± 2,03		± 2,03	
0,01			± 2,15		± 2,15	
0,1			± 3,50		± 3,50	
1,0			± 17,00		± 17,00	
5,0			± 77, 00		± 77, 00	
10,0			± 152,00		± 152,00	
Канал воспроизведения сигнала №3 (источник питания NI PXI-4110)						
0,01			± 4,10		± 4,10	
0,1			± 5,00		± 5,00	
1,0			± 14,00		± 14,00	
6,0			± 54, 00		± 64, 00	
Канал воспроизведения сигнала №4 - №5 (источник питания NI PXI-4110)						
0,1			± 11,00		± 11,00	
1,0			± 20,00		± 20,00	
5,0			± 60, 00		± 60, 00	
10,0			± 110,00		± 110,00	
20,0			± 210,00		± 210,00	

4 Для определения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока выходного сигнала канала воспроизведения сигнала №2 на измерительный вход калибратора FLUKE 9100 подать сигнал с канала воспроизведения сигнала №2 (рисунок 3), с помощью ПО Комплекса установить частоту воспроизводимого сигнала 1,0 кГц и значение напряжения выходного сигнала 0,0 мВ, напряжение смещения постоянного тока 1 мВ.

5 С помощью калибратора FLUKE 9100 и с помощью канала воспроизведения сигнала №2 измерить напряжение постоянного тока сигнала, воспроизводимого каналом №2. Затем последовательно установить воспроизводимое напряжение постоянного тока, а калибратором FLUKE 9100 и каналом воспроизведения сигнала №2 измерить выбранные значения воспроизводимого напряжения постоянного тока в соответствии с таблицей 5.

6 Определить абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока сигнала, воспроизводимого каналом №2, по формуле (3).

7 Для определения абсолютной погрешности воспроизведения / измерения напряжения постоянного тока выходного сигнала канала воспроизведения сигнала №3 на измерительный вход калибратора FLUKE 9100 подать сигнал с канала воспроизведения сигнала №3 (рисунок 3), с помощью ПО Комплекса установить напряжение постоянного тока 10 мВ.

8 С помощью калибратора FLUKE 9100 и с помощью канала воспроизведения сигнала №3 измерить напряжение постоянного тока сигнала, воспроизводимого каналом №3. Затем последовательно установить воспроизводимое напряжение постоянного тока, а калибратором FLUKE 9100 и каналом воспроизведения сигнала №3 измерить выбранные значения воспроизводимого напряжения постоянного тока в соответствии с таблицей 5.

9 Определить абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока сигнала, воспроизводимого каналом №3, по формуле (3), а абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока каналом №3 определить по формуле (4):

$$\Delta U_{И} = (U_0 - U_K) \times 1000, \quad (4)$$

где  $\Delta U_{И}$  – значение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока каналом воспроизведения сигнала №1 (№2 - №5), мВ;

$U_K$  – значение напряжения постоянного тока измеренное внешним калибратором, В.

$U_0$  – значение напряжения постоянного тока измеренное каналом воспроизведения сигнала №1 (№2 - №5), В.

10 Для определения абсолютной погрешности воспроизведения / измерения напряжения постоянного тока выходного сигнала канала воспроизведения сигнала №4 на измерительный вход калибратора FLUKE 9100 подать сигнал с канала воспроизведения сигнала №4 (рисунок 3), с помощью ПО Комплекса установить напряжение постоянного тока 10 мВ.

11 С помощью калибратора FLUKE 9100 и с помощью канала воспроизведения сигнала №4 измерить напряжение постоянного тока сигнала, воспроизводимого каналом №4. Затем последовательно установить воспроизводимое напряжение постоянного тока, а калибратором FLUKE 9100 и каналом воспроизведения сигнала №4 измерить выбранные значения воспроизводимого напряжения постоянного тока в соответствии с таблицей 5.

12 Определить абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока сигнала, воспроизводимого каналом №4, по формуле (3), а по формуле (4) определить абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока каналом №4.

13 Для определения абсолютной погрешности воспроизведения / измерения напряжения постоянного тока выходного сигнала канала воспроизведения сигнала №5 на измерительный вход калибратора FLUKE 9100 подать сигнал с канала воспроизведения сигнала №5 (рисунок 3), с помощью ПО Комплекса установить напряжение постоянного тока 10 мВ.

14 С помощью калибратора FLUKE 9100 и с помощью канала воспроизведения сигнала №5 измерить напряжение постоянного тока сигнала, воспроизводимого каналом №5. Затем последовательно установить воспроизводимое напряжение постоянного тока, а калибратором FLUKE 9100 и каналом воспроизведения сигнала №5 измерить значения воспроизводимого напряжения постоянного тока, выбранные в соответствии с таблицей 5.

15 По формуле (3) определить погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока воспроизводимого сигнала каналом №5, а по формуле (4) определить погрешность измерения напряжения постоянного тока каналом №5.

16 Результаты измерений и расчетов занести в таблицу 5.

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения и измерения напряжения постоянного тока каналов воспроизведения сигнала №1 – №5 находятся в пределах, приведенных в таблице 5.

7.3.4 Определение неравномерности воспроизведения синусоидального сигнала каналов воспроизведения сигнала №1 - №2 Комплекса проводить по схеме, представленной на рисунке 4, в следующем порядке.

1 Для определения неравномерности воспроизведения синусоидального сигнала канала воспроизведения сигнала №1 на измерительный вход осциллографа TDS-2014B подать сигнал с канала воспроизведения сигнала №1, с помощью ПО Комплекса установить частоту воспроизводимого сигнала 1,0 кГц (опорная частота и значение напряжения выходного сигнала 1,0 В, напряжение смещения постоянного тока 0 В).

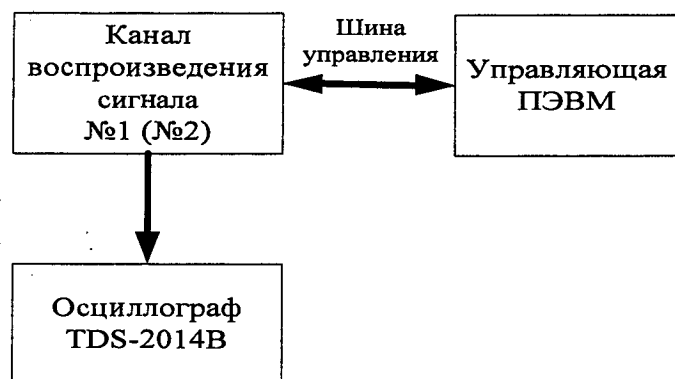


Рисунок 4

2 Осциллографом TDS-2014B измерить уровень входного сигнала и рассчитать среднее арифметическое значение по результатам пяти измерений. Записать значение напряжения в виде:

$$V_{p-p(2)} = \text{_____ В.}$$

3 Последовательно установить значения частот указанных в таблице 6 воспроизводимого каналом воспроизведения сигнала №1 и произвести измерения осциллографом TDS-2014B уровня входного сигнала. Записать значение напряжения в виде:

$$V_{p-p(3)} = \text{_____ В.}$$

4 Вычислить значение неравномерности воспроизведения синусоидального сигнала канала воспроизведения сигнала №1 по формуле (5):

$$N(\text{дБ}) = 20 \lg \frac{V_{p-p(3)}}{V_{p-p(2)}}, \quad (5)$$

где:  $N$  – вычисленное значение неравномерности воспроизведения синусоидального сигнала канала воспроизведения сигнала №1, дБ,

$V_{p-p(2)}$  – значение напряжения, измеренное осциллографом TDS-2014B в пункте 2;

$V_{p-p(4)}$  – значение напряжения, измеренное осциллографом TDS-2014B в пункте 3.

5 Последовательно выполнить пункты 1 – 4 для канала воспроизведения сигнала №2.

6 Результаты измерений занести в таблицу 6.

Таблица 6

Значение частоты	Значение неравномерности воспроизведения, дБ	
	допускаемое	полученное
Канал воспроизведения сигнала №1 (генератор 33522 В)		
1 Гц	± 0,5	
100 Гц	± 0,5	
1 кГц	опорное значение	
1 МГц	± 0,5	
30 МГц	± 0,5	
Канал воспроизведения сигнала №2 (генератор 33522 В)		
1 Гц	± 0,5	
100 Гц	± 0,5	
1 кГц	опорное значение	
1 МГц	± 0,5	
30 МГц	± 0,5	

Результаты поверки считать положительными, если значения неравномерности воспроизведения синусоидального сигнала каналов воспроизведения сигнала №1 - №2 находятся в пределах, приведенных в таблице 6.

7.3.5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения / измерения силы постоянного тока каналов воспроизведения сигнала №3 - №5 Комплекса проводить по схеме, представленной на рисунке 5, в следующем порядке.

1. Выходные клеммы (+) и (-) канала воспроизведения сигнала №3 соединить с клеммами калибратора FLUKE 9100. Калибратор FLUKE 9100 включить в режим измерения силы постоянного тока.

2. С помощью управляющей ПЭВМ Комплекса включить канал воспроизведения сигнала №3. Выбрать режим работы канала воспроизведения сигнала №3 – воспроизведение силы постоянного тока (стабилизация выходного тока (I<sub>сс</sub>)), установить значение выходного тока в соответствии с таблицей 7 (0,001 А) и затем включить выход.

Таблица 7

Установленное значение силы постоянного тока (I <sub>В</sub> ), мА	Измеренное значение силы постоянного тока, мА		Абсолютная погрешность, мА			
	каналом воспроизведения сигнала (I <sub>О</sub> )	внешним калибратором (I <sub>К</sub> )	воспроизведения (ΔI <sub>В</sub> )		измерений (ΔI <sub>И</sub> )	
			допускаемая	полученная	допускаемая	полученная
Канал воспроизведения сигнала №3 (источник питания NI PXI-4110)						
10,0			± 4,0150		± 4,0150	
100,0			± 4,1500		± 4,1500	
500,0			± 4,7500		± 4,7500	
1000,0			± 5,5000		± 5,5000	
Канал воспроизведения сигнала №4 - №5 (источник питания NI PXI-4110)						
0,2			± 0,0603		± 0,0603	
2,0			± 0,0630		± 0,0630	
10,0			± 0,0750		± 0,0750	
20,0			± 0,0900		± 0,0900	
50,0			± 4,0750		± 4,0750	
100,0			± 4,1500		± 4,1500	
1000,0			± 5,5000		± 5,5000	

3. Произвести измерение силы постоянного тока внешним калибратором FLUKE 9100 и каналом воспроизведения сигнала №3.

4. Определить абсолютную погрешность воспроизведения силы постоянного тока сигнала, воспроизводимого каналом №3, по формуле (6), а по формуле (7) определить абсолютную погрешность измерений силы постоянного тока каналом №3:

$$\Delta I_B = I_B - I_K, \quad (6)$$

$$\Delta I_I = I_K - I_O, \quad (7)$$

где ΔI<sub>В</sub> – значение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока каналом воспроизведения сигнала №3 (4, 5), мА;

ΔI<sub>И</sub> – значение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока каналом воспроизведения сигнала №3 (4, 5), мА;

I<sub>В</sub> – установленное, с помощью управляющей ПЭВМ Комплекса значение силы постоянного тока канала воспроизведения сигнала №3 (4,5), мА;

I<sub>К</sub> – значение силы постоянного тока измеренное внешним калибратором FLUKE 9100, мА.

I<sub>О</sub> – значение силы постоянного тока измеренное каналом воспроизведения сигнала №3 (4,5), мА.



Рисунок 5

5. Последовательно повторить пункты 1 – 4 для каналов воспроизведения сигнала №4–№ 5

6 Результаты измерений занести в таблицу 7.

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения/измерений силы постоянного тока каналами воспроизведения сигнала №3 – №5 находятся в пределах, приведенных в таблице 7.

7.3.6 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного и переменного тока каналами измерений №1 – №4 Комплекса проводить по схеме, представленной на рисунке 6, в следующем порядке.

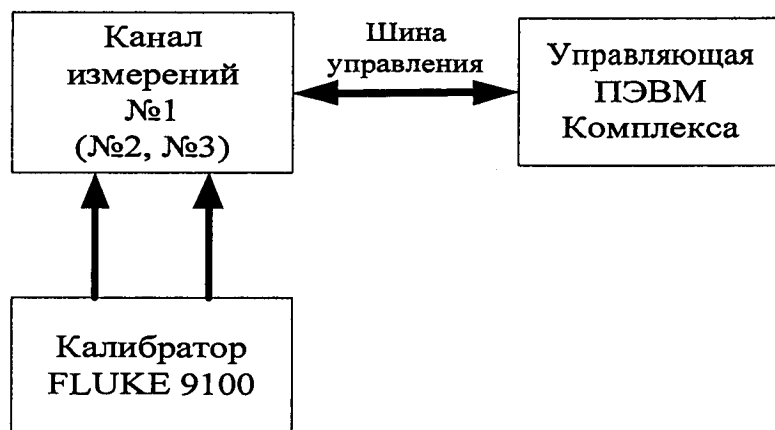


Рисунок 6

1 Выходные клеммы (+) и (-) канала измерения №1 соединить с клеммами калибратора FLUKE 9100. Калибратор FLUKE 9100 включить в режим воспроизведения напряжения постоянного тока.

2 От внешнего калибратора FLUKE 9100 последовательно подавать напряжение постоянного тока на вход канала измерений №1 со значениями, указанными в таблице 8.

3 С помощью управляющей ПЭВМ Комплекса включить канал измерений №1 и произвести измерения значений напряжения постоянного тока. Вычислить погрешность измерений напряжения постоянного тока каналом измерений №1 по формуле (8):

$$\Delta U = (U_{изм.} - U_{задан.}) \times 1000 \quad , \quad (8)$$

где  $\Delta U$  - абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного (переменного) тока, мВ;

$U_{\text{задан}}$  – заданное калибратором значение напряжения постоянного (переменного) тока, В;

$U_{\text{изм}}$  - измеренное Комплексом значение напряжения постоянного (переменного) тока каналом измерений №1, В.

4 Последовательно повторить пункты 1 - 3 при измерении напряжения постоянного тока для каналов измерений №2 и №3 предварительно установив их входное сопротивление 1 МОм (таблица 8).

5 Последовательно повторить пункты 1 - 3 при измерении напряжения постоянного тока для каналов измерений №2 и №3 предварительно установив их входное сопротивление 50 Ом (таблица 8).

6 Последовательно повторить пункты 1 - 5 для каналов измерений №1 - №3 при измерении напряжения переменного тока (таблица 9).

7 Последовательно повторить пункты 1 – 3, 6 для канала измерений №4 при измерении напряжения постоянного (таблица 8) и переменного тока (таблица 9).

8 Результаты измерений занести в таблицы 8 и 9.

Таблица 8

Заданное калибратором значение напряжения постоянного тока, В	Измеренное Комплексом значение напряжения постоянного тока, В	Абсолютная погрешность измерений, мВ	
		допускаемая	полученная
Канал измерений №1 (цифровой мультиметр NI PXI-4072)			
0,001		± 0,1002	
0,010		± 0,1020	
0,100		± 0,1200	
1,00		± 0,3000	
10,0		± 2,1000	
100,0		± 20,1000	
300,0		± 60,100	
Каналы измерений №2 -№3 (модуль осциллографа NI 5122)			
0,002		± 1,5013	
1,0		± 8,0000	
2,0		± 8,0000	
5,0		± 42,5000	
Каналы измерений №4 (модуль преобразователя напряжения NI 6363)			
0,00001		± 0,009013	
0,00100		± 0,009130	
0,100		± 0,022000	
1,0		± 0,157000	
10,0		± 1,510000	

Таблица 9

Установки калибратора		Измеренное значение напряжения переменного тока	Абсолютная погрешность измерений, мВ	
Значение напряжения, В	Значение частоты, Гц		допускаемая	полученная
Канал измерений №1 (цифровой мультиметр NI PXI-4072)				
0,001	10,0		± 0,520	
	100,0		± 0,502	
	10 000		± 0,502	
	100 000		± 0,820	
10,0	10,0		± 200,50	
	100,0		± 20,50	
	10 000		± 20,50	
	100 000		± 200,80	
300,0	10,0		± 6000,5	
	100,0		± 600,5	
	10 000		± 600,5	
	100 000		± 6000,8	
Каналы измерений №2 -№3 (модуль осциллографа NI 5122)				
0,002	5,0		± 1,02	
	500,0		± 1,02	
	5 000 000,0		± 1,02	
	80 000 000,0		± 1,02	
1,0	5,0		± 11,00	
	5 000,0		± 11,00	
	300 000,0		± 11,00	
20,0	5,0		± 201,0	
	50,0		± 201,0	
	5 000,0		± 201,0	
	300 000,0		± 201,0	
	300 000,0		± 201,0	
Каналы измерений №4 (модуль преобразователя напряжения NI 6363)				
0,00001	10,0		± 0,009013	
	1 000,0		± 0,009013	
	1 000 000,0		± 0,009013	
0,1	10,0		± 0,022000	
	1 000,0		± 0,022000	
	1 000 000,0		± 0,022000	
10,0	10,0		± 1,510000	
	1000,0		± 1,510000	
	300 000,0		± 1,510000	

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного и переменного тока каналов измерений №1 - №4 находятся в пределах, приведенных в таблицах 8 и 9.

7.3.7 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного и переменного тока каналом измерений №1 Комплекса проводить по схеме, представленной на рисунке 7, в следующем порядке.



1 Выходные клеммы (+) и (-) канала измерения №1 Комплекса соединить с клеммами калибратора FLUKE 9100. Калибратор FLUKE 9100 включить в режим воспроизведения силы постоянного тока.

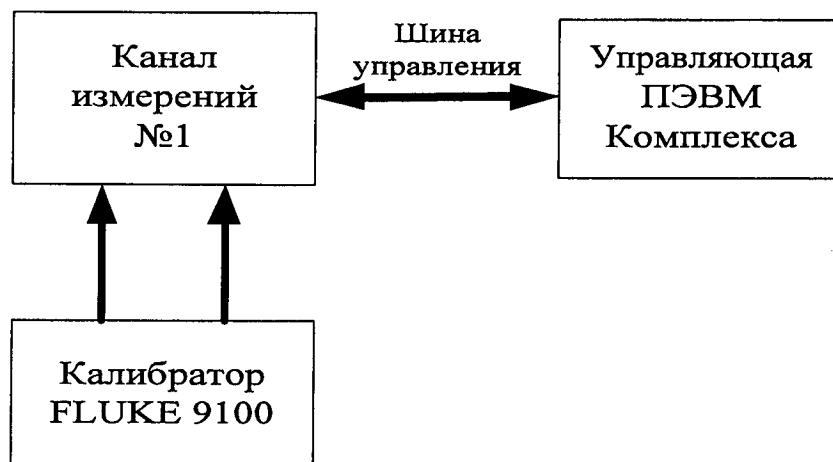


Рисунок 7

2 От внешнего калибратора FLUKE 9100 последовательно подавать силу постоянного тока на вход канала измерений №1 со значениями, указанными в таблице 10.

3 С помощью управляющей ПЭВМ Комплекса включить канал измерений №1 и произвести измерения значений силы постоянного тока. Вычислить абсолютную погрешность измерений силы постоянного тока каналом измерений №1 по формуле (9):

$$\Delta I = (I_{изм.} - I_{задан.}) \times 1000, \quad (9)$$

где  $\Delta I$  - абсолютная погрешность измерений силы постоянного (переменного) тока, мкА;

$I_{задан.}$  - заданное калибратором значение силы постоянного (переменного) тока, мА;

$I_{изм.}$  - измеренное Комплексом значение силы постоянного (переменного) тока каналом измерений №1, мА.

4 Последовательно повторить пункты 1 - 3 для всех значений измеряемой силы постоянного тока.

5 Последовательно повторить пункты 1 - 4 для канала измерений №1 при измерении силы переменного тока.

6 Результаты измерений занести в таблицы 10 и 11.

Таблица 10

Заданное калибратором значение силы постоянного тока, мА	Измеренное Комплексом значение силы тока	Абсолютная погрешность измерений, мкА	
		допускаемая	полученная
Канал измерений №1 (цифровой мультиметр NI PXI-4072)			
0,01		± 5,005	
0,10		± 5,050	
1,0		± 5,500	
5,0		± 6,500	
10,0		± 10,000	
100,0		± 55,000	
1000,0		± 505,000	

Таблица 11

Установки калибратора		Измеренное значение силы тока, мА	Абсолютная погрешность измерений, мкА	
значение силы тока, мА	значение частоты, Гц		допускаемая	полученная
Канал измерений №1 (цифровой мультиметр NI PXI-4072)				
0,1	10,0		± 7,0	
	50,0		± 5,5	
	100,0		± 5,5	
	1000,0		± 5,5	
	5000,0		± 5,5	
10,0	10,0		± 205,0	
	50,0		± 55,0	
	100,0		± 55,0	
	1000,0		± 55,0	
	5000,0		± 55,0	
100,0	10,0		± 2005,0	
	50,0		± 505,0	
	100,0		± 505,0	
	1000,0		± 505,0	
	5000,0		± 505,0	
1000,0	10,0		± 20005,0	
	50,0		± 5005,0	
	100,0		± 5005,0	
	1000,0		± 5005,0	
	5000,0		± 5005,0	

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного и переменного тока каналом измерений №1 находятся в пределах, приведенных в таблицах 10 и 11.

7.3.8 Определение абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току канала измерений №1 Комплекса проводить по схеме, представленной на рисунке 8, в следующем порядке.

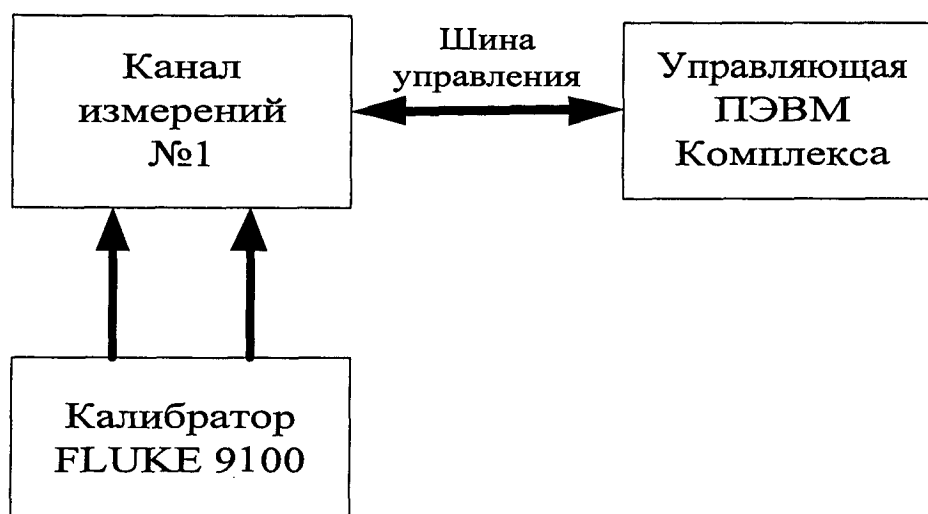


Рисунок 8

1 Выходные клеммы (+) и (-) канала измерения №1 при значениях электрического сопротивления постоянному току до 1 кОм (измерения проводить по 4-х проводной схеме измерения, измерительные шнуры подключены к выводам (+) и (-) «FORSE» и (+) и (-) «SENSE» канала измерения №1) подключить непосредственно попарно к соответствующим клеммам калибратора FLUKE 9100, а при сопротивлении свыше 1 кОм (измерения проводить

по 2-х проводной схеме измерения, измерительные шнуры подключены к выводам (+) и (-) «FORSE» канала измерения №1) подключить непосредственно к соответствующим клеммам калибратора FLUKE 9100. Калибратор FLUKE 9100 включить в режим воспроизведения электрического сопротивления постоянному току.

2 С помощью управляющей ПЭВМ Комплекса включить канал измерений №1 и произвести измерения значения электрического сопротивления. Вычислить абсолютную погрешность измерений электрического сопротивления канала измерений №1 по формуле (10):

$$\Delta R = R_{изм.} - R_{задан.} \quad (10)$$

где  $\Delta R$  - абсолютная погрешность измерений электрического сопротивления, Ом;  
 $R_{задан.}$  - заданное калибратором значение электрического сопротивления, Ом;  
 $R_{изм.}$  - измеренное каналом измерений №1 значение электрического сопротивления, Ом.

3 Последовательно повторить пункты 1 - 2 для всех значений электрического сопротивления постоянному току указанных в таблице 12.

4 Результаты измерений занести в таблицу 12.

Таблица 12

Установленное значение сопротивления	Установленный предел измерений на канале измерений	Результат измерений	Абсолютная погрешность измерений, Ом	
			допускаемая	полученная
Канал измерений №1 (цифровой мультиметр NI PXI-4072)				
0,01 Ом	100 Ом		± 0,00501	
0,1 Ом	100 Ом		± 0,0051	
1,0 Ом	100 Ом		± 0,0060	
10 Ом	100 Ом		± 0,0150	
1 кОм	10,0 кОм		± 0,9000	
10 кОм	100,0 кОм		± 9,0000	
100 кОм	1,0 МОм		± 90,0000	
1 МОм	10,0 МОм		± 900,0000	
10 МОм	100,0 МОм		± 105000,0000	
100 МОм	100,0 МОм		± 505000,0000	

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току канала измерений №1 находятся в пределах, приведенных в таблице 12.

7.3.9 Определение абсолютной погрешности измерений электрической емкости канала измерений №1 Комплекса проводить по схеме, представленной на рисунке 9, в следующем порядке.

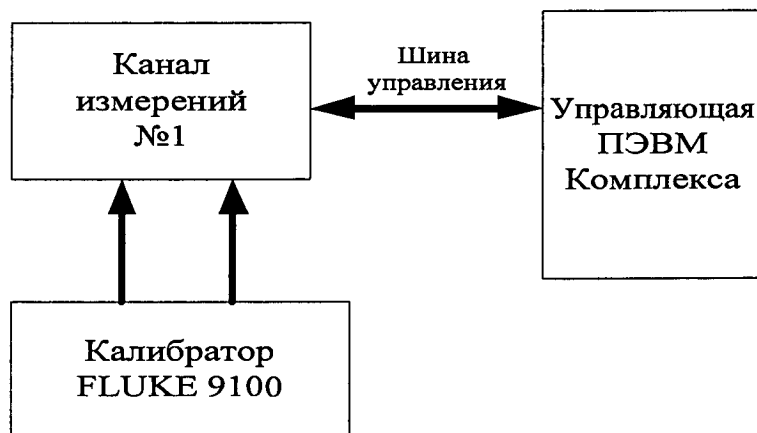


Рисунок 9

1 Выходные клеммы «FORSE» (+) и (-) канала измерения №1 соединить с клеммами калибратора FLUKE 9100. Калибратор FLUKE 9100 включить в режим воспроизведения электрической емкости.

2 С помощью управляющей ПЭВМ Комплекса включить канал измерений №1 и произвести измерения значения электрической емкости. Вычислить абсолютную погрешность измерений электрической емкости канала измерений №1 по формуле (11):

$$\Delta C = C_{изм.} - C_{задан.} \quad (11)$$

где  $\Delta C$  - абсолютная погрешность измерений электрической емкости, пФ;

$C_{задан.}$  - заданное калибратором значение электрической емкости, пФ

$C_{изм.}$  - измеренное каналом измерений №1 значение электрической емкости, пФ.

3 Последовательно повторить пункты 1 - 2 для всех значений электрической емкости, указанных в таблице 13.

4 Результаты измерений занести в таблицу 13.

Таблица 13

Заданное калибратором значение электрической емкости	Установленный предел измерений на канале измерений	Результат измерений	Абсолютная погрешность измерений, пФ	
			допускаемая	полученная
Канал измерений №1 (цифровой мультиметр NI PXI-4072)				
100 пФ	300 пФ		± 11,5	
1,0 нФ	1 нФ		± 25,0	
10,0 нФ	10,0 нФ		± 250,0	
100,0 нФ	100,0 нФ		± 1100,0	
1,0 мкФ	1,0 мкФ		± 11000,0	
10,0 мкФ	10,0 мкФ		± 110 000,0	
100,0 мкФ	100,0 мкФ		± 1 100 000,0	
1,0 мФ	1,0 мФ		± 11 000 000,0	
10,0 мФ	10,0 мФ		± 510 000 000,0	

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений электрической емкости канала измерений №1 находятся в пределах, приведенных в таблице 13.

7.3.10 Определение абсолютной погрешности измерений частоты каналов измерений №1 – №3 Комплекса проводить по схеме, представленной на рисунке 10, в следующем порядке.

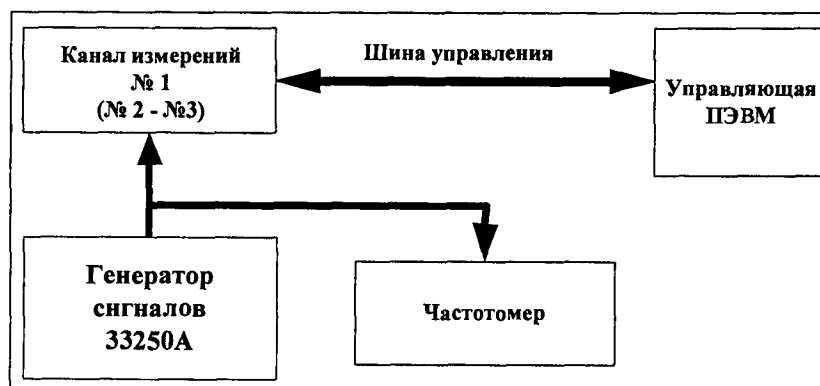


Рисунок 10

1 Выходные клеммы «FORSE» (+) и (-) канала измерения №1 соединить с выходным разъемом типа BNC генератора сигналов 33250А. Генератор сигналов 33250А включить в режим воспроизведения синусоидального напряжения. Установить следующие значения параметров выходного сигнала для генератора сигналов 33250А: амплитуда напряжения переменного тока 1 В; частота 1 Гц; тип сигнала - непрерывные синусоидальные колебания.

- 2 Включить выход генератора сигналов 33250А.
- 3 С помощью управляющей ПЭВМ Комплекса включить канал измерений №1 и произвести измерения значения частоты входного сигнала. Вычислить абсолютную погрешность измерений частоты входного сигнала канала измерений №1 по формуле (12):

$$\Delta F = F_{изм.} - F_{задан.} \quad (12)$$

где  $\Delta F$  - погрешность измерений частоты входного сигнала, Гц;  
 $F_{задан.}$  - значение частоты синусоидального сигнала на выходе генератора сигналов 33250А, Гц;

$F_{изм.}$  - измеренное каналом измерений №1 значение частоты входного сигнала, Гц.

4 Последовательно повторить пункты 1 - 3 для всех значений частоты входного сигнала указанных в таблице 14.

5 Последовательно повторить пункты 1-4 для каналов измерений № 2 - № 3 для всех частот, указанных в таблице 14.

6 Результаты измерений занести в таблицу 14.

Таблица 14

Заданное генератором значение частоты	Измеренное каналом №1 значение частоты, Гц	Абсолютная погрешность измерений, Гц	
		допускаемая	полученная
Канал измерений №1 (цифровой мультиметр NI PXI-4072)			
1 Гц		± 0,0001	
10 Гц		± 0,0010	
100 Гц		± 0,0100	
1 кГц		± 0,1000	
10 кГц		± 1,0000	
100 кГц		± 10,0000	
500 кГц		± 50,0000	
Каналы измерений №2 -№3 (модуль осциллографа NI 5122)			
1 Гц		± 0,00005	
100 Гц		± 0,00500	
100 кГц		± 5,00000	
1 МГц		± 50,00000	
10 МГц		± 500,00000	
80 МГц		± 4000,00000	

Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений частоты входного сигнала каналов измерений №1 - №3 находятся в пределах, приведенных в таблице 14.

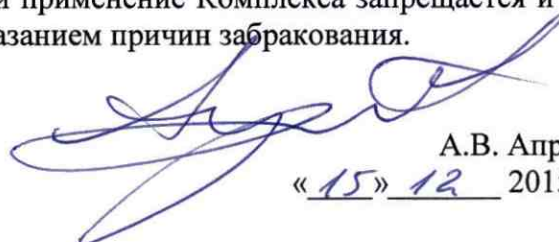
## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Результаты поверки оформить протоколом произвольной формы. Протокол хранится в организации, проводившей поверку.

6.2 Положительные результаты поверки оформить свидетельством о поверке установленной формы.

6.3 При отрицательных результатах поверки применение Комплекса запрещается и на него выдётся извещение о его непригодности с указанием причин забракования.

Заместитель начальника НИО-6 - начальник  
 Центра № 65 ФГУП «ВНИИФТРИ»

  
 А.В. Апрельев  
 « 15 » 12 2015 г.