

**УТВЕРЖДАЮ**

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



**А.Н. Щипунов**

«20»

03

**2018 г.**

## **ИНСТРУКЦИЯ**

### **КОМПЛЕКС ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПАРАМЕТРОВ МИКРОСХЕМ И УСТРОЙСТВ ДМТ-202**

### **МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**651-18-028**

2018 г.

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на комплекс измерительный параметров микросхем и устройств ДМТ-202 (далее - комплекс), изготовленный ООО «ДМТ ТРЕЙДИНГ», и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения	7.3	да	да
4 Определение метрологических характеристик	7.4	да	да
4.1 Определение метрологических характеристик генератора сигналов произвольной формы низкочастотного AWG 22	7.4.1	да	да
4.1.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	7.4.1.1	да	да
4.1.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока	7.4.1.2	да	да
4.1.3 Определение относительной погрешности установки частоты	7.4.1.3	да	да
4.2 Определение метрологических характеристик генератора сигналов произвольной формы высокочастотного AWG 18	7.4.2	да	да
4.2.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	7.4.2.1	да	да
4.2.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока	7.4.2.2	да	да
4.2.3 Определение относительной погрешности установки частоты	7.4.2.3	да	да
4.3 Определение метрологических характеристик источника напряжения смещения DRS20	7.4.3	да	да
4.3.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	7.4.3.1	да	да
4.4 Определение метрологических характеристик источника питания DPS16	7.4.4	да	да
4.4.1 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения и измерений силы постоянного тока	7.4.4.1	да	да
4.5 Определение метрологических характеристик дигитайзера WFD 22	7.4.5	да	да
4.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	7.4.5.1	да	да

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
4.5.2 Определение абсолютной погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока	7.4.5.2	да	да
4.5.3 Определение относительной погрешности измерений частоты	7.4.5.3	да	да
4.6 Определение метрологических характеристик дигитайзера WFD 16	7.4.6	да	да
4.6.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	7.4.6.1	да	да
4.6.2 Определение абсолютной погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока	7.4.6.2	да	да
4.6.3 Определение относительной погрешности измерений частоты	7.4.6.3	да	да
4.7 Определение метрологических характеристик калибратора NIPXie-4142	7.4.7	да	да
4.7.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	7.4.7.1	да	да
4.7.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	7.4.7.2	да	да
4.7.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	7.4.7.3	да	да
4.7.4 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	7.4.7.4	да	да
4.8 Определение метрологических характеристик цифрового тестера M9195B	7.4.8	да	да
4.8.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	7.4.8.1	да	да
4.8.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока	7.4.8.2	да	да
4.8.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	7.4.8.3	да	да
4.8.4 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	7.4.8.4	да	да
4.8.5 Определение абсолютной погрешности установки частоты следования импульсов	7.4.8.5	да	да
4.9 Определение метрологических характеристик источника питания E3644A	7.4.9	да	да
4.9.1 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения и измерений силы постоянного тока	7.4.9.1	да	да
4.10 Определение метрологических характеристик электронной нагрузки постоянного тока M9710	7.4.10	да	да
4.10.1 Определение абсолютной погрешности стабилизации силы постоянного тока нагрузки	7.4.10.1	да	да

2.2 Допускается проведение периодической поверки отдельных измерительных модулей, каналов или поддиапазонов, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки. Соответствующая запись должна быть

сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатанта, оформленного в произвольной форме.

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
7.4.1; 7.4.2 7.4.3 7.4.4 7.4.7 7.4.8 7.4.9 7.4.10	Мультиметр 3458А, диапазон измерений напряжения постоянного тока от 1 мкВ до 1000 В, пределы допускаемой относительной погрешности от $0,5 \cdot 10^{-4}$ до $2,5 \cdot 10^{-4}$ %, диапазон измерений силы постоянного тока от 0,1 нА до 1 А, пределы допускаемой относительной погрешности от $1,4 \cdot 10^{-3}$ до $4,1 \cdot 10^{-2}$ %, диапазон измерений напряжения переменного тока от 10 мкВ до 1000 В в диапазоне частот от 1 Гц до 10 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности от $7 \cdot 10^{-3}$ до $4 \cdot 10^{-2}$ %, диапазон измерений силы переменного тока от 1 мкА до 1 А в диапазоне частот от 10 Гц до 100 кГц, пределы допускаемой относительной погрешности от $3 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ %
7.4.5 7.4.6 7.4.7 7.4.8	Калибратор универсальный 9100, диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 1050 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm 0,00006 \cdot U_{\text{выхода}}$ , диапазон воспроизведения силы постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm 0,0006 \cdot I_{\text{выхода}}$
7.4.1 7.4.2	Частотомер электронно-счетный 53131А, диапазон измеряемых частот от 10 Гц до 225 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5 \cdot 10^{-6}$
7.4.4	Мера электрического сопротивления термостатированная МС 3050Т номинальным значением 100 Ом
7.4.9	Мера электрического сопротивления термостатированная МС 3050Т номинальным значением 10 кОм

3.2 Вместо указанных в таблице 2 допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

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

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки комплекса допускается инженерно-технический персонал с высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющий право на поверку (аттестованный в качестве поверителей).

### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные ГОСТ Р 12.1.019-2009, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в РЭ комплекса, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха, не более 80 %;
- атмосферное давление от 97 до 105 кПа (от 727 до 788 мм рт.ст.).

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре проверить отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность комплекса;

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность комплекса.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Запустить программы комплекса (ATView7006, DPS\_DRS.exe, NI-DCPower\_Soft\_Front\_Panel.exe, M9195B.exe).

7.2.2 Результаты опробования считать положительными, если при запуске программного обеспечения (ПО) комплекса не отображается информация об ошибках.

### 7.3 Идентификация программного обеспечения

7.3.1 Проверку соответствия заявленных идентификационных данных ПО комплекса проводить в следующей последовательности:

- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО для чего запустить программы комплекса (ATView7006, DPS\_DRS.exe, NI-DCPower\_Soft\_Front\_Panel.exe, M9195B.exe) и в каждой программе найти запись, отображающую версию ПО.
- проверить цифровой идентификатор ПО (контрольную сумму исполняемого кода) для чего запустить программу CRC32.exe, указать в программе имя файла, у которого определяется контрольная сумма, нажать кнопку выполнить, считать контрольную сумму.

7.3.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
	ATView7006	DPS_DRS.exe	NI_DCPower_Soft_Front_Panel.exe	M9195B.exe
Идентификационное наименование ПО				
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.46 (160914)	1.0.0.7	1.9.0.49153	1.0.0.23
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	62F02097	9F47DAB0	EB8ED67B	31F84486
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32	CRC32	CRC32	CRC32

### 7.4 Определение метрологических характеристик

Перед проведением поверки должны быть выполнены калибровочные процедуры, предусмотренные РЭ на комплекс.

7.4.1 Определение метрологических характеристик генератора сигналов произвольной формы низкочастотного АWG 22

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +15 до +25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха, не более 80 %;
- атмосферное давление от 97 до 105 кПа (от 727 до 788 мм рт.ст.).

## 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1 Внешний осмотр

7.1.1 При внешнем осмотре проверить отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность комплекса;

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность комплекса.

### 7.2 Опробование

7.2.1 Запустить программы комплекса (ATView7006, DPS\_DRS.exe, NI-DCPower\_Soft\_Front\_Panel.exe, M9195B.exe).

7.2.2 Результаты опробования считать положительными, если при запуске программного обеспечения (ПО) комплекса не отображается информация об ошибках.

### 7.3 Идентификация программного обеспечения

7.3.1 Проверку соответствия заявленных идентификационных данных ПО комплекса проводить в следующей последовательности:

- проверить идентификационное наименование ПО;
- проверить номер версии (идентификационный номер) ПО.
- проверить цифровой идентификатор ПО (контрольную сумму исполняемого кода)

7.3.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
	ATView7006	DPS_DRS.exe	NI-DCPower_Soft_Front_Panel.exe	M9195B.exe
Идентификационное наименование ПО				
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.46 (160914)	1.0.0.7	1.9.0.49153	1.0.0.23
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	62F02097	9F47DAB0	EB8ED67B	31F84486
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	CRC32	CRC32	CRC32	CRC32

### 7.4 Определение метрологических характеристик

Перед проведением поверки должны быть выполнены калибровочные процедуры, предусмотренные РЭ на комплекс.

7.4.1 Определение метрологических характеристик генератора сигналов произвольной формы низкочастотного AWG 22

#### 7.4.1.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

7.4.1.1.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить к контактам 6 (output+) и 8 (GND-) разъёма X4, модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214. мультиметр 3458А.

Перевести мультиметр в режим измерений напряжения постоянного тока.

7.4.1.1.2 Запустить программу управления генератором сигналов произвольной формы низкочастотного AWG 22 «ATView7006», в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator» (рисунок 1).

7.4.1.1.3 Установить следующие параметры полей:

-File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→ Ok.

-вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливается значение «Continuous»;
2. в поле «Signal Source» значение «Slot 1: AWG22».
3. в поле «Read data from» значение «None».

-вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → 1:AWG22 значение 1000000,
2. в поле «Frequency (MHz)» (опорная частота) значение «1,0».

-вкладка «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator»:

1. в поле «Array size» значение «1000000»;
2. в поле «Signal definition» значение «Sine»;
3. в поле «Frequency» значение «1 Гц»;
4. в поле «Amplitude (Volt)» значение «0»;
5. в поле «Offset (Volt)» значение «0»;
6. установить режим «Connected, GND Sense to GND».

Значение остальных полей оставить по умолчанию.

7.4.1.1.4 Установить предел 0,0398 В «AWG 22 22 bit generator» → (0,0398 Vp) и значение выходного сигнала смещения генератора 5 В поле «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator» → поле «D/A».

7.4.1.1.5 Для воспроизведения установленного напряжения на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start».

7.4.1.1.6 Измерить воспроизводимое генератором AWG 22 напряжение с помощью мультиметра 3458А.

7.4.1.1.7 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле (1):

$$\Delta = U_{\text{уст}} - U_{\text{изм}} , \quad (1)$$

где  $U_{\text{уст}}$  – значение напряжения, установленное на генераторе AWG 22, В;

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного мультиметром, В.

Рисунок 1

7.4.1.1.8 Последовательно устанавливая напряжение выходного сигнала генератора AWG 22 в соответствии с таблицей 4, повторить операции пунктов 7.4.1.6-7.4.1.7.

### Таблица 4

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Измеренное значение напряжения постоянного тока, В	Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4
5,0			±3,2
-5,0			
3,0			±2,0
-3,0			
1,0			±0,8
-1,0			
0,5			±0,5
-0,5			
0			±0,2



7.4.1.1.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 4.

#### 7.4.1.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока

7.4.1.2.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить к контактам 6 (output+) и 8 (GND-) разъёма X4, модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214. мультиметр 3458А.

Перевести мультиметр в режим измерений напряжения переменного тока.

7.4.1.2.2 Запустить программу управления генератора сигналов произвольной формы низкочастотного AWG 22, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator» (рисунок 1).

7.4.1.2.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

–вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливают значение «Continuous»;
2. в поле «Signal Source» значение «Slot 1: AWG22».
3. в поле «Read data from» значение «None».

–вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → 1:AWG22 значение 2000000,
2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение «2,0».

–вкладка «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator»:

1. в поле «Array size» значение «2000000»;
  2. в поле «Signal definition» значение «Sine»;
  3. в поле «Amplitude (Volt)» значение «0»;
  4. в поле «Offset (Volt)» значение «0»;
  5. установить режим «Connected, GND Sense to GND».
- Значение остальных полей оставить по умолчанию.

7.4.1.2.4 Установить предел 5,1 В «AWG 22 22 bit generator» → (5,10 Vp) и значение выходного сигнала генератора 5 В в поле «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator» → «Amplitude (Volt)» → (5,0), в поле «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator» → «Frequency» значение «30 Гц».

7.4.1.2.5 Для воспроизведения установленного напряжения на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start».

7.4.1.2.6 Измерить воспроизводимое генератором AWG 22 напряжение переменного тока с помощью мультиметра 3458А.

7.4.1.2.7 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения амплитуды напряжения постоянного тока по формуле (2):

$$\Delta = U_{\text{уст}} - 1,41421 \cdot U_{\text{изм}} , \quad (2)$$

где  $U_{\text{уст}}$  – значение амплитуды напряжения, установленное на генераторе AWG 22, В;  
 $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного мультиметром, В.

**Примечание** – мультиметр измеряет действующее значение напряжения переменного тока, для сигнала синусоидальной формы амплитуда сигнала определяется по формуле  $U_A = 1,41421 \cdot U_d$ , где  $U_d$  – действующее значение измеренное мультиметром.

7.4.1.2.8 Последовательно устанавливая предел и амплитуду напряжения выходного сигнала генератора AWG 22 в соответствии с таблицей 5, повторить операции пунктов

## 7.4.1.2.6-7.4.1.2.7.

Таблица 5 - Погрешность генератора при несимметричном выходе (Single Ended)

Предел воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока (Vp), В	Установленное значение амплитуды напряжения переменного тока, В «Amplitude (Volt)»	Частота напряжения переменного тока, Гц	Измеренное значение напряжения переменного тока, В	Абсолютная погрешность воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока, мВ
1	2	3	4	5	6
5,1	5	30			±6,1
		1000			
		10000			
2,55	2,5	30			±3,55
		1000			
		10000			
1,28	1,2	30			±2,28
		1000			
		20000			
0,64	0,6	30			±1,64
		1000			
		30000			
0,32	0,3	30			±1,32
		1000			
		40000			
0,16	0,15	30			±1,16
		1000			
		50000			
0,08	0,07	30			±1,08
		1000			
		90000			

7.4.1.2.9 Подсоединить к контактам 6 (output+) и 5 (output-) разъёма X4, модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214. мультиметр 3458А.

Перевести мультиметр в режим измерений напряжения переменного тока.

7.4.1.2.10 Установить следующие параметры полей:

– вкладка «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator»:

1. установить выход генератора в дифференциальный режим.

7.4.1.2.11 Установить предел 5,1 В «AWG 22 22 bit generator» → (5,1 Vp) и значение выходного сигнала генератора 5 В поле «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator» → «Amplitude (Volt)» → (5,0), в поле «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator» → «Frequency» значение «30 Гц»..

7.4.1.2.12 Для воспроизведения установленного напряжения на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start».

7.4.1.2.13 Измерить воспроизводимое генератором AWG 22 напряжение переменного тока с помощью мультиметра 3458А.

**Примечание** - При установке выхода генератора в дифференциальный режим амплитуда выходного сигнала напряжения переменного тока равна удвоенному значению, установленному в поле «Amplitude (Volt)»  $U_{\text{вых}} = 2U_{\text{уст}}$ .

7.4.1.2.14 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока по формуле (3):

$$\Delta = U_{\text{уст}} - 1,41421 \cdot U_{\text{изм}} , \quad (3)$$

где  $U_{\text{уст}}$  – значение амплитуды напряжения переменного тока, установленное на генераторе AWG 22, В;

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного мультиметром, В.

7.4.1.2.15 Последовательно устанавливая предел, частоту и амплитуду напряжения выходного сигнала генератора AWG 22 в соответствии с таблицей 6, повторить операции пунктов 7.4.1.2.13 - 7.4.1.2.14.

Таблица 6 - Погрешность генератора при дифференциальном выходе (Differential)

Предел воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока, В	Установленное значение амплитуды напряжения переменного тока, В	Частота напряжения переменного тока, Гц	Измеренное значение напряжения переменного тока, В	Абсолютная погрешность воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока, мВ
1	2	3	4	5	6
10,2	10	30			±11,2
		1000			
		10000			
5,1	5	30			±6,1
		1000			
		10000			
2,55	2,4	30			±3,55
		1000			
		10000			
1,28	1,2	30			±2,28
		1000			
		20000			
0,64	0,6	30			±1,64
		1000			
		30000			
0,32	0,3	30			±1,32
		1000			
		40000			
0,16	0,14	30			±1,16
		1000			
		60000			

7.4.1.2.16 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды напряжения находятся в пределах, приведенных в графе 6 таблиц 5 и 6.

#### 7.4.1.3 Определение относительной погрешности установки частоты

7.4.1.3.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить частотомер к контактам 6 (output+) и 8 (GND-) разъёма X4, модуля

универсального цифрового ТИВН.441461.001 с помощью кабеля ТИВН.411618.002.111. На частотомере установить время усреднения не менее 1 с.

7.4.1.3.2 Запустить программу управления генератора сигналов произвольной формы низкочастотного AWG 22, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator» (рисунок 1).

7.4.1.3.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

–вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливают значение «Continuous»;
2. в поле «Signal Source» значение «Slot 1: AWG22».
3. в поле «Read data from» значение «None».

–вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → 1:AWG22 значение 2000000,
2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение «2,0».

–вкладка «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator»:

1. в поле «Array size» значение «2000000»;
  2. в поле «Signal definition» значение «Square»;
  3. в поле «Amplitude (Volt)» значение «1»;
  4. в поле «Offset (Volt)» значение «0»;
  5. устанавливают режим «Connected, GND Sense to GND».
- Значение остальных полей оставить по умолчанию.

7.4.1.3.4 Установить предел 1,2750 В «AWG 22 22 bit generator» → (1,2750 Vp) и значение амплитуды выходного сигнала генератора 1 В поле «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator» → «Amplitude (Volt)». в поле «Slot 1 – AWG 22 22 bit generator» → «Frequency» значение «10 Гц».

7.4.1.3.5 Для воспроизведения установленного напряжения на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start».

7.4.1.3.6 Измерить воспроизводимую генератором AWG 22 частоту с помощью частотомера.

7.4.1.3.7 Рассчитать относительную погрешность установки частоты по формуле (4):

$$\delta = \frac{F_{\text{уст}} - F_{\text{изм}}}{F_{\text{изм}}} \cdot 100\% , \quad (4)$$

где  $F_{\text{уст}}$  – значение частоты, установленное на генераторе AWG 22, Гц;

$F_{\text{изм}}$  – значение частоты, измеренной частотомером, Гц.

7.4.1.3.8 Последовательно устанавливая частоту выходного сигнала генератора AWG 22 в соответствии с таблицей 7, повторить операции пунктов 7.4.1.3.6 - 7.4.1.3.7.

Таблица 7

Значение частоты, установленное на комплексе, Гц	Измеренное значение частоты, Гц	Относительная погрешность установки частоты, %	Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты, %
1	2	3	4
10			±0,01
1000			
100000			

7.4.1.3.9 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки частоты находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 7.

## **7.4.2 Определение метрологических характеристик генератора сигналов произвольной формы высокочастотного AWG 18**

### **7.4.2.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока**

7.4.2.1.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить к разъему AWG18+ с помощью кабеля ТИВН.411618.002.225 мультиметр 3458А и перевести его в режим измерений напряжения постоянного тока.

7.4.2.1.2 Запустить программу управления генератора сигналов произвольной формы низкочастотного AWG 18, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 3 – AWG 18 18 bit 1200 МГц generator» (рисунок 2).

7.4.2.1.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

–вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливаются значение «Continuous»;
2. в поле «Signal Source» значение «Slot 3: AWG18».
3. в поле «Read data from» значение «None».

–вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → 3:AWG18 значение «1000000»;
2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение «10,0».

–вкладка «Slot 3 – AWG 18 18 bit 1200 МГц generator»:

1. в поле «Array size» значение «1000000»;
2. в поле «Signal definition» значение «Sine»;
3. в поле «Frequency» значение «1 кГц»;
4. в поле «Amplitude (Volt)» значение «0»;
5. в поле «Offset (Volt)» значение «0»;
6. режим «Connected»;
7. значение SigPath mode: LF(DC-Coupled);
8. значение Same as OutP включено.

Значение остальных полей оставить по умолчанию.

7.4.2.1.4 Установить предел 1,1626 «AWG 18 18 bit 1200 МГц generator» → (1,1626 Vp) и значение выходного сигнала смещения генератора 2.5 В в поле «Slot 3 – AWG 18 18 bit 1200 МГц generator» → поле «D/A».

7.4.2.1.5 Для воспроизведения установленного напряжения на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start».

7.4.2.1.6 Измерить воспроизводимое генератором AWG 18 напряжение с помощью мультиметра 3458А.

7.4.2.1.7 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле (5):

$$\Delta = U_{\text{уст}} - U_{\text{изм}} , \quad (5)$$

где  $U_{\text{уст}}$  – значение напряжения, установленное на генераторе AWG 18, В;

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренное мультиметром, В.

7.4.2.1.8 Последовательно устанавливая напряжение выходного сигнала генератора

AWG 18 в соответствии с таблицей 8, повторить операции пунктов 7.4.2.1.6-7.4.2.1.7.

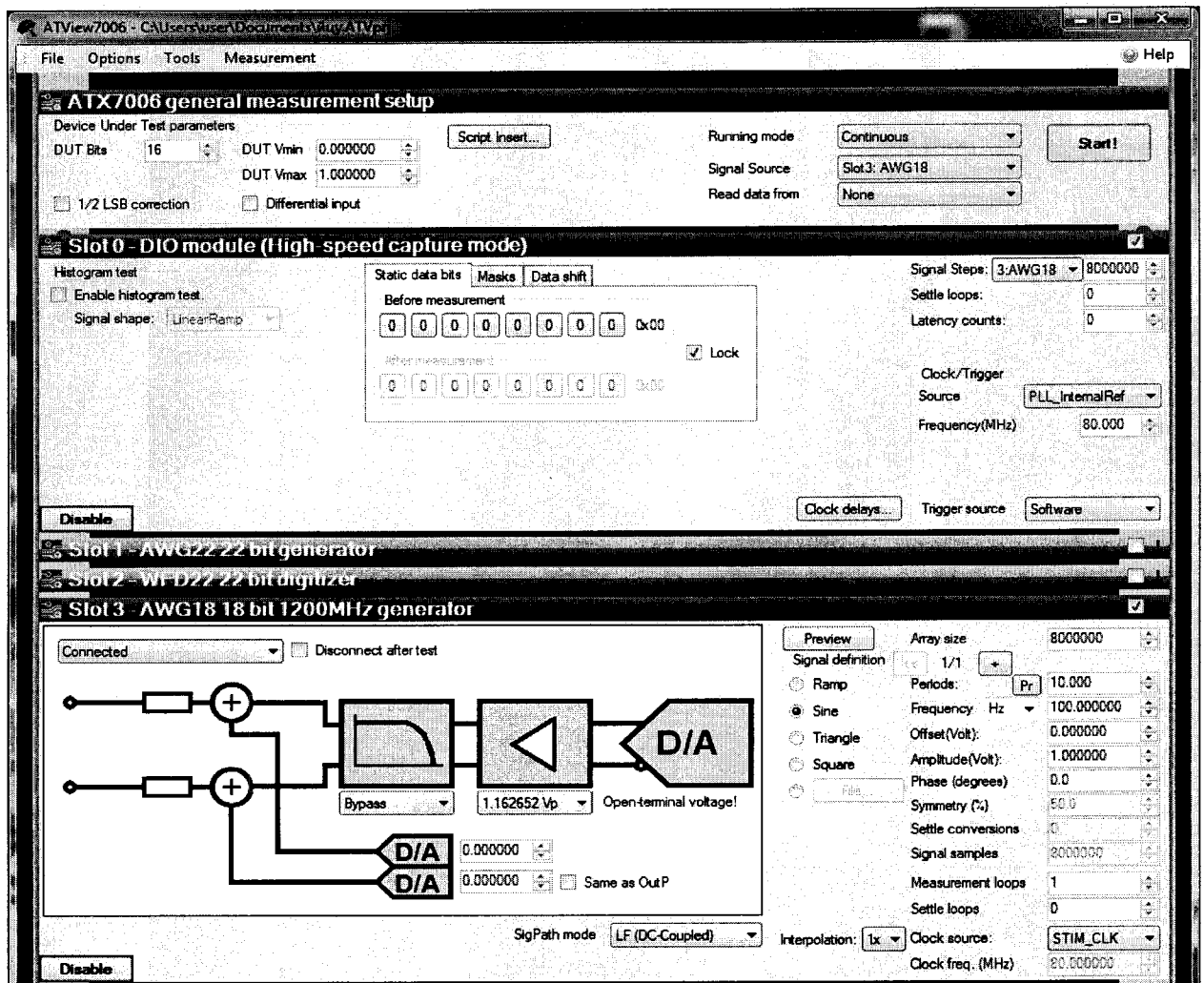


Рисунок 2

Таблица 8

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Измеренное значение напряжения постоянного тока, В	Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4
2,5			±13,5
-2,5			
1,0			±6
-1,0			
0,5			±3,5
-0,5			
0			±1

7.4.2.1.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 8.

### 7.4.2.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока

7.4.2.2.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить к разъемам AWG18+ с помощью кабеля ТИВН. 411618.002.212 мультиметр 3458А.

7.4.2.2.2 Запустить программу управления генератора сигналов произвольной формы высокочастотного AWG 18, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 3 – AWG 18 18 bit 1200 МГц generator» (рисунок 2).

7.4.2.2.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

–вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливается значение «Continuous»;
2. в поле «Signal Source» значение «Slot 3: AWG18».
3. в поле «Read data from» значение «None».

–вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → 3:AWG18 значение 8000000,
2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение «8,0».

–вкладка «Slot 3 – AWG 18 18 bit 1200 МГц generator»:

1. в поле «Array size» значение «8000000»;
2. в поле «Signal definition» значение «Sine»;
3. в поле «Frequency» значение «100 Гц»;
4. в поле «Offset (Volt)» значение «0»;
5. режим «Connected»;
6. значение SigPath mode: LF(DC-Coupled).

Значение остальных полей оставить по умолчанию

7.4.2.2.4 Установить предел 3,2768 В «AWG 18 18 bit 1200 МГц generator» → (3,2768 Vp) и значение амплитуды выходного сигнала генератора 3.2 В поле «Slot 3 – AWG 18 18 bit 1200 МГц generator» → «Amplitude (Volt)».

7.4.2.2.5 Для воспроизведения установленного напряжения на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start».

7.4.2.2.6 Измерить воспроизводимое генератором AWG 18 напряжение с помощью мультиметра 3458А.

7.4.2.2.7 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока по формуле (6):

$$\Delta = U_{\text{уст}} - 1,41421 \cdot U_{\text{изм}} , \quad (6)$$

где  $U_{\text{уст}}$  – значение амплитуды напряжения переменного тока, установленное на генераторе AWG 18, В;

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного мультиметром, В.

**Примечание** – мультиметр измеряет действующее значение напряжения переменного тока, для сигнала синусоидальной формы амплитуда сигнала определяется по формуле  $U_A = 1,41421 \cdot U_D$ , где  $U_D$  – действующее значение измеренное мультиметром.

7.4.2.2.8 Последовательно устанавливая, частоту предел и напряжение выходного сигнала генератора AWG 18 в соответствии с таблицей 9, повторить операции пунктов 7.4.2.2.6-7.4.2.2.7.

Таблица 9 - Погрешности воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока при использовании линии «LF» при несимметрично выходе (Single Ended)

Предел воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока (V <sub>p</sub> ), В	Установленное значение амплитуды напряжения переменного тока, В «Amplitude (Volt)»	Частота напряжения переменного тока, кГц	Измеренное значение напряжения переменного тока, В	Абсолютная погрешность воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения амплитуды напряжения переменного тока, мВ
1	2	3	4	5	6
3,28	3,2	0,1			±14,84
		30			
		100			
2,32	2,3	0,1			±11,96
		30			
		100			
1,64	1,6	0,1			±9,92
		30			
		100			
1,16	1,1	0,1			±8,48
		30			
		100			
0,82	0,8	0,1			±7,46
		30			
		100			
0,58	0,5	0,1			±6,74
		30			
		100			
					±7,8

7.4.2.2.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения находятся в пределах, приведенных в графе 6 таблицы 9.

#### 7.4.2.3 Определение относительной погрешности установки частоты

7.4.2.3.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить к разъемам AWG18+ с помощью кабеля ТИВН.411618.002.212 частотомер.

7.4.2.3.2 Запустить программу управления генератора сигналов произвольной формы высокочастотного AWG 18, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 3 – AWG 18 18 bit generator» (рисунок 2).

7.4.2.3.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

– вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливаются значение «Continuous»;
2. в поле «Signal Source» значение «Slot 3: AWG18».
3. в поле «Read data from» значение «None».

– вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → 3:AWG18 значение 1000000,
2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение в соответствии с таблицей 10.



–вкладка «Slot 3 – AWG 18 18 bit 1200 МГц generator»:

1. в поле «Array size» значение «1000000»;
2. в поле «Signal definition» значение «Square»;
3. в поле «Frequency» значение в соответствии с таблицей 10;
4. в поле «Amplitude (Volt)» значение «0»;
5. значение SigPath mode: LF (DC - Coupled).

Значение остальных полей оставить по умолчанию.

7.4.2.3.4 Установить предел 1,16 В « Slot 3 – AWG 18 18 bit 1200 МГц generator » → (1,16 Vp) и значение выходного сигнала генератора 1 В поле «Slot 3 – AWG 18 18 bit 1200 МГц generator» → «Amplitude (Volt)». в поле «Slot 3 – AWG 18 18 bit 1200 МГц generator» → «Frequency» значение «10 Гц».

7.4.2.3.5 Для воспроизведения установленного напряжения на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start».

7.4.2.3.6 Измерить воспроизводимую генератором AWG 18 частоту с помощью частотомера.

7.4.2.3.7 Рассчитать относительную погрешность установки частоты по формуле (7):

$$\delta = \frac{F_{\text{уст}} - F_{\text{изм}}}{F_{\text{изм}}} \cdot 100\% , \quad (7)$$

где  $F_{\text{уст}}$  – значение частоты, установленное на генераторе AWG 18, Гц;

$F_{\text{изм}}$  – значение частоты, измеренной частотомером, Гц.

7.4.2.3.8 Последовательно устанавливая частоту выходного сигнала генератора AWG 18, и значения частоты дискретизации в соответствии с таблицей 10, повторить операции пунктов 7.4.2.3.6 - 7.4.2.3.7.

Таблица 10

Значение частоты, установленное на системе, кГц	Значение частоты дискретизации устанавливаемое в Slot 0-DIO module Поле «Frequency(MHz)»	Измеренное значение частоты, кГц	Относительная погрешность установки частоты, %	Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты, %
1	2	3	4	5
0,1	1			±0,01
1,0	10			
1000	200			
25000	200			

7.4.2.2.9 Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности установки частоты находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 10.

### 7.4.3 Определение метрологических характеристик источника напряжения смещения DRS20

#### 7.4.3.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

7.4.3.1.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить мультиметр 3458А с помощью кабеля ТИВН.411618.002.216 к контак-

там выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответствии с РЭ на комплекс и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

7.4.3.1.2 Запустить программу управления источником напряжения постоянного тока DPS\_DRS.exe, в открывшемся окне в поле DRS20 задать значение напряжения, в поле «Режим» выбрать четырехпроводный (рисунок 3).

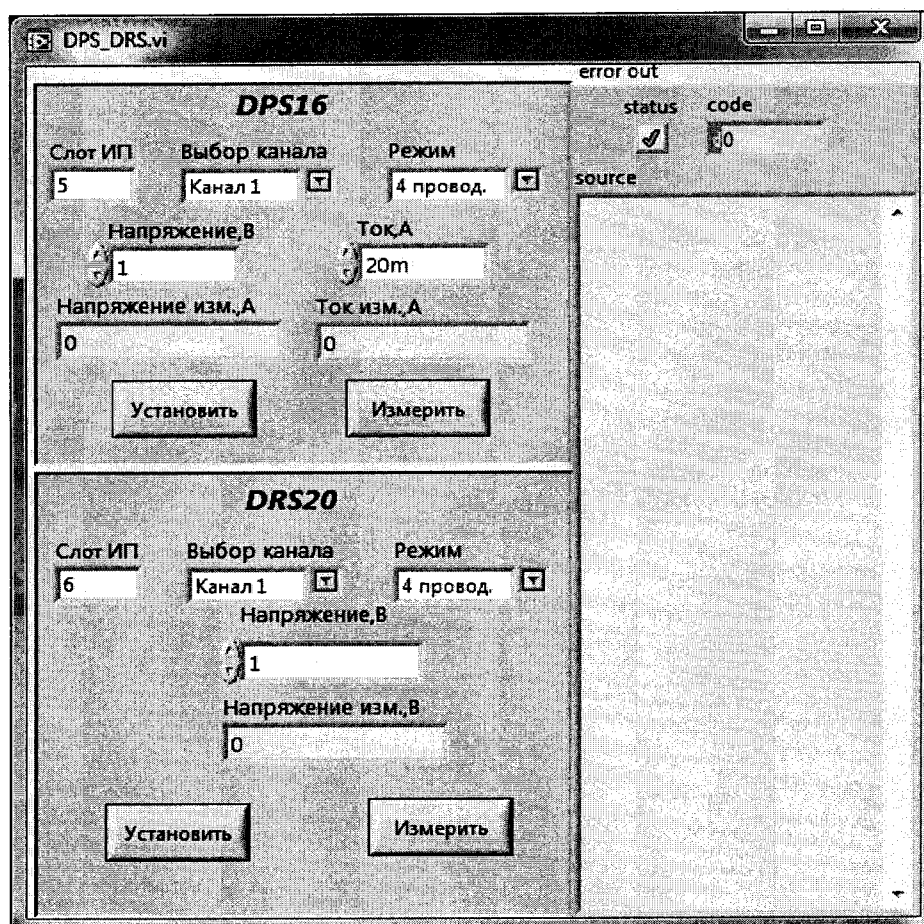


Рисунок 3

7.4.3.1.3 Установить напряжение 10 В.

7.4.3.1.4 Для воспроизведения установленного напряжения нажать кнопку “Установить”.

7.4.3.1.5 Измерить воспроизводимое источником DRS20 напряжение с помощью мультиметра 3458A. Результаты измерений записать в таблицу 11.

7.4.3.1.6 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле (8):

$$\Delta = U_{\text{уст}} - U_{\text{изм}} \quad , \quad (8)$$

где  $U_{\text{уст}}$  – значение напряжения, установленное на источнике DRS 20, В;

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренное мультиметром, В.

7.4.3.1.7 Последовательно устанавливая напряжение выходного сигнала источника DRS 20 в соответствии с таблицей 11, повторить пункты 7.4.3.1.4 - 7.4.3.1.6.

Таблица 11

Установленное значение напряжения постоянного тока, В.	Измеренное значение напряжения постоянного тока, В	Погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4
10,0			±1,025
5,0			± 0,525
2,0			±0,225
1,0			±0,125
0,1			±0,035
-0,1			±0,035
-1,0			±0,125
-2,0			±0,225
-5,0			±0,525
-10,0			±1,025

7.4.3.1.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 11.

#### 7.4.4 Определение метрологических характеристик источника питания DPS16

##### 7.4.4.1 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения и измерений силы постоянного тока

7.4.4.1.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить меру сопротивления номинальным значением 100 Ом с помощью кабеля ТИВН.411618.002.216 к контактам выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответствии с РЭ на комплекс.

Подключить к потенциальным клеммам меры сопротивления мультиметр 3458 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

7.4.4.1.2 Запустить программу управления источником напряжения постоянного тока DPS\_DRS.exe, в открывшемся окне в поле DPS16 задать Ток 150 мА, в поле “Режим” выбрать четырехпроводный (рисунок 3).

7.4.4.1.3 Установить напряжение 5 В.

7.4.4.1.4 Для воспроизведения установленного напряжения нажать кнопку “Установить”.

7.4.4.1.5 Измерить воспроизводимое источником DPS16 напряжение с помощью мультиметра 3458А.

7.4.4.1.6 Измерить силу тока источником DPS16. Результаты измерений занести в таблицы 12 - 13.

7.4.4.1.7 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле (9):

$$\Delta = U_{\text{уст}} - U_{\text{изм}} , \quad (9)$$

где  $U_{\text{уст}}$  – значение напряжения, установленное на источнике DPS 16, В;

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного мультиметром, В.

7.4.4.1.8 Рассчитать действительные значения силы тока по формуле (10):

$$I_{\text{д}} = \frac{U}{R} , \quad (10)$$

где  $U$  – значение напряжения, измеренного мультиметром, В;  
 $R$  – действительное значение сопротивления меры, Ом.

7.4.4.1.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы постоянного тока по формуле (11):

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_{\text{д}}, \quad (11)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – значение силы тока, измеренной источником питания DPS 16, А;  
 $I_{\text{д}}$  – действительное значение силы тока, А.

7.4.4.1.10 Последовательно устанавливая напряжение выходного сигнала источника питания DPS 16 в соответствии с таблицей 12, повторить операции пунктов 7.4.4.1.5-7.4.4.1.9. Результаты измерений записать в таблицы 12, 13.

Таблица 12

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Номинальное значение меры сопротивления Ом	Измеренное значение напряжения постоянного тока, В	Погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4	5
5,0	100			±31
-5,0	100			±31
3,0	100			±21
-3,0	100			±21
1,0	100			±11
-1,0	100			±11

Таблица 13

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Номинальное значение меры сопротивления, Ом	Номинальное значение силы тока, мА	Действительное значение силы тока, мА	Измеренное модулем DPS 16 силы тока, мА	Погрешность измерения силы постоянного тока, мА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, мА
1	2	3	4	5	6	7
5,0	100	50				±1,5
-5,0	100	-50				±1,5
3,0	100	30				±1,3
-3,0	100	-30				±1,3
1,0	100	10				±1,1
-1,0	100	-10				±1,1

7.4.4.1.11 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 12, а абсолютной погрешности измерений силы тока - в пределах, приведенных в графе 7 таблицы 13.

## 7.4.5 Определение метрологических характеристик дигитайзера WFD22

#### 7.4.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

7.4.5.1.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить калибратор 9100 к контактам 13 (input+) и 15 (GND-) разъёма X4, модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214.

7.4.5.1.2 Запустить программу управления дигитайзером WFD22, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 2 – WFD 22 22 digitizer» (рисунок 4).

7.4.5.1.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

–вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливается значение «SingleRun»;
2. в поле «Signal Source» значение «None»;
3. в поле «Read data from» значение «WFD22».

–вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → None значение 1000000;
2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение «0,5».

–вкладка «Slot 2 – WFD 22 22 digitizer»:

1. в поле «Array size» значение «1000000»;
2. предел «Range» значение «5,1 Vp»;
3. режим «In+ connected, In- to GND».

Значение остальных полей оставить по умолчанию.

7.4.5.1.4 Последовательно задавая значения напряжения постоянного тока с помощью калибратора, и пределы измерения дигитайзера WFD22 в соответствии с таблицей 14, провести измерения напряжения постоянного тока с помощью дигитайзера WFD22.

7.4.5.1.5 Для измерения установленного напряжения на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start». Результат измерения отображается в поле «Average value»;

7.4.5.1.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока по формуле (12):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{калибратора}} \quad , \quad (12)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного дигитайзером WFD22, В;

$U_{\text{калибратора}}$  – значение напряжения, воспроизводимого калибратором, В.

Результаты измерений занести в таблицу 14.

Таблица 14

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Предел измерений, В	Измеренное значение напряжения постоянного тока, В	Погрешность измерения напряжения постоянного тока, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4	5
5,0	5,1			$\pm 0,7$
-5,0				
3,0	3,4			$\pm 0,5$
-3,0				
2,0	2,55			$\pm 0,4$
-2,0				
1,5	1,70			$\pm 0,35$
-1,5				
1,0	1,275			$\pm 0,3$
-1,0				
0,8	0,850			$\pm 0,28$
-0,8				
0,6	0,637			$\pm 0,26$
-0,6				
0,4	0,425			$\pm 0,24$
-0,4				

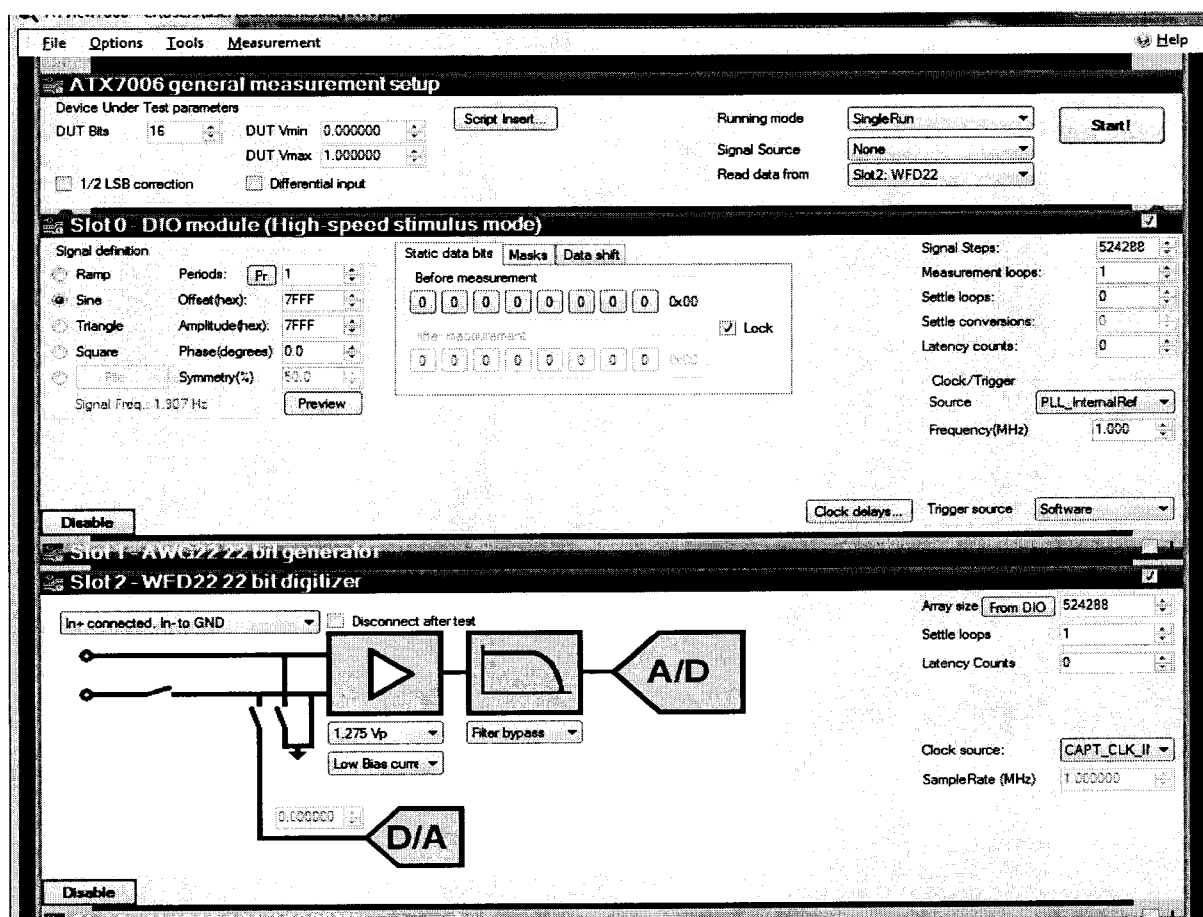


Рисунок 4

7.4.5.1.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 14.

#### 7.4.5.2 Определение абсолютной погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока

7.4.5.2.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить калибратор 9100 к контактам 13 (input+) и 15 (GND-) разъёма X4, модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214.

7.4.5.2.2 Запустить программу управления дигитайзером WFD 22, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 2 – WFD 22 22 digitizer» (рисунок 4).

7.4.5.2.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

– вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливается значение «SingleRun»;

2. в поле «Signal Source» значение «None»;

3. в поле «Read data from» значение «WFD22».

– вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → None значение 1000000;

2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение «1».

– вкладка «Slot 2 – WFD 22 22 digitizer»:

1. в поле «Array size» значение «1000000»;

2. предел «Range» значение «5,1 Vp»;

3. режим «In+ connected, In- to GND», In- to GND

Значение остальных полей оставить по умолчанию.

7.4.5.2.4 Последовательно задавая значения амплитуды напряжения с помощью калибратора, и пределы измерения дигитайзера WFD22 в соответствии с таблицей 15, провести измерения амплитуды напряжения переменного тока с помощью дигитайзера WFD22. Результаты измерений занести в таблицу 15

7.4.5.2.5 Для измерения установленного напряжения на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start». Результат измерения отображается в поле «AC RMS Value»;

Таблица 15

Значения амплитуды напряжения переменного тока, В (действующее значение напряжения переменного тока синусоидального сигнала)	Частота, Гц	Предел измерений, В	Измеренное значение амплитуды напряжения переменного тока, В	Абсолютная погрешность измерения амплитуды напряжения переменного тока, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока, мВ
1	2	3	4	5	6
5,0 (3,53554)	10	5,1			±1,5
	1000				
	40000				
3,0 (2,12132)	1000	3,4			±1,3
2,5 (1,76777)	1000	2,55			±1,25

Значения амплитуды напряжения переменного тока, В (действующее значение напряжения переменного тока синусоидального сигнала)	Частота, Гц	Предел измерений, В	Измеренное значение амплитуды напряжения переменного тока, В	Абсолютная погрешность измерения амплитуды напряжения переменного тока, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока, мВ
1,5 (1,06066)	1000	1,70			±1,15
1,0 (0,70711)	1000	1,275			±1,1
0,8 (0,56569)	1000	0,850			±1,08
0,6 (0,424264)	1000	0,637			±1,06
0,4 (0,282843)	1000	0,425			±1,04
0,2 (0,141421)	1000	0,213			±1,02

7.4.5.2.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений амплитуды напряжения переменного тока по формуле (13):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{калибратора}}, \quad (13)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – значение амплитуды напряжения переменного тока, измеренной дигитайзером WFD22, В;

$U_{\text{калибратора}}$  – значение амплитуды напряжения переменного тока, воспроизводимой калибратором, В.

7.4.5.2.7 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений амплитуды напряжения переменного тока находятся в пределах, приведенных в графе 6 таблицы 15.

### 7.4.5.3 Определение абсолютной погрешности измерений частоты

7.4.5.3.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить калибратор 9100 к контактам 13 (input+) и 15 (GND-) разъёма X4, модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214.

7.4.5.3.2 Запустить программу управления дигитайзером WFD 22, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 2 – WFD 22 22 digitizer» (рисунок 4).

7.4.5.3.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

– вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливаются значение «SingleRun»;

2. в поле «Signal Source» значение «None»;

3. в поле «Read data from» значение «WFD22».

– вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → None значение 8388608;

2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение «1».

– вкладка «Slot 2 – WFD 22 22 digitizer»:

1. в поле «Array size» значение «8388608»;



2. предел «Range» значение «1,275 Vp»;
3. режим «In+ connected, In- to GND».

Значение остальных полей оставить по умолчанию.

7.4.5.3.4 На калибраторе установить выходное напряжение переменного тока 1 В и частоту выходного сигнала 10 Гц. Подать сигнал на вход дигитайзера WFD 22.

7.4.5.3.5 Измерить частоту входного сигнала с помощью дигитайзера. Для измерения установленной частоты, на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start». В открывшемся окне нажать кнопку FFT (быстрое преобразование Фурье). Результат измерения отображается в поле «Frequency».

7.4.5.3.6 Последовательно задавая частоту выходного сигнала калибратора в соответствии с таблицей 16, провести измерения с частоты помощью дигитайзера WFD22. Результаты измерения занести в таблицу 16.

7.4.5.3.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности измерения частоты по формуле (14):

$$\Delta = F_{\text{изм}} - F_{\text{уст}} , \quad (14)$$

где  $F_{\text{уст}}$  – установленная частота выходного сигнала калибратора, Гц;

$F_{\text{изм}}$  – частота, измеренная дигитайзером, Гц.

Таблица 16

Значение частоты, установленное на калибраторе, Гц	Измеренное значение частоты, Гц	Абсолютная погрешность измерения частоты, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты, Гц
1	2	3	4
10			$\pm 0,101$
1000			$\pm 0,2$
100000			$\pm 10,1$

7.4.5.3.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерения частоты дигитайзера находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 16.

#### 7.4.6 Определение метрологических характеристик дигитайзера WFD 16

##### 7.4.6.1 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

7.4.6.1.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить к разъему WFD16+ с помощью кабеля ТИВН.411618.002.225 калибратор 9100.

7.4.6.1.2 Запустить программу управления дигитайзером WFD 16, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 4 – WFD16 16 bit high speed digitizer» (рисунки 5).

7.4.6.1.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

– вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливаются значение «SingleRun»;

2. в поле «Signal Source» значение «None»;

3. в поле «Read data from» значение «WFD16».

– вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → None значение 8388608;

2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение «100».

–вкладка «Slot 4 – WFD 16 16 digitizer»:

1. в поле «Array size» значение «8388608»;
2. предел «Range» значение «3,84 Vp»;
3. режим «10 kOhm DC» для позитивного(верхний) и режим «Disconnected» для негативного(нижний).

Значение остальных полей оставить по умолчанию.

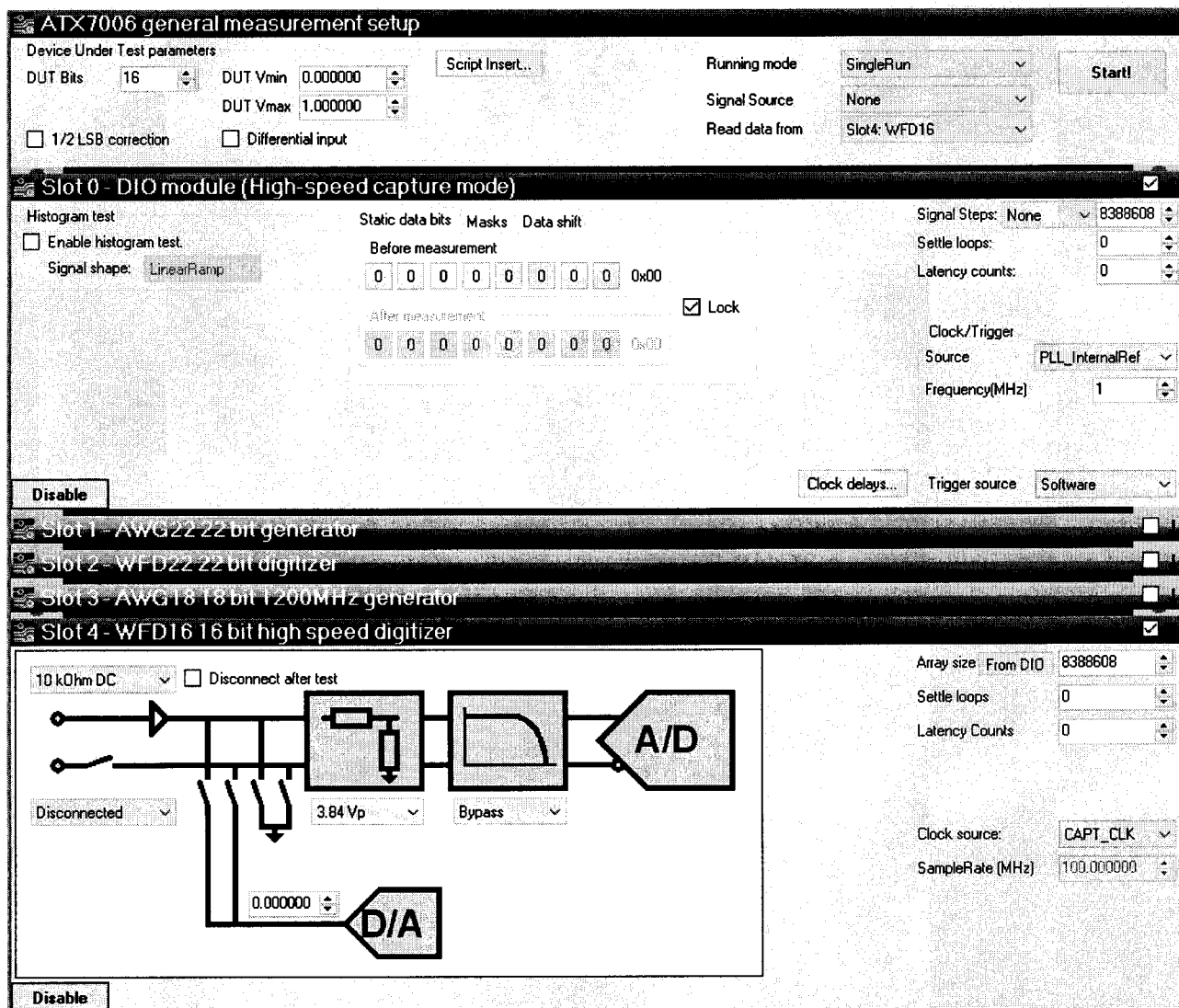


Рисунок 5

7.4.6.1.4 На калибраторе установить выходное напряжение постоянного тока величиной 3.8 В. Подать напряжение на вход дигитайзера.

7.4.6.1.5 Измерить напряжение при помощи дигитайзера. Для измерения напряжения, на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start». Результат измерения отображается в поле «Offset».

7.4.6.1.6 Последовательно задавая значения напряжения постоянного тока с помощью калибратора, и пределы измерения дигитайзера WFD16 в соответствии с таблицей 17, провести измерения напряжения постоянного тока с помощью дигитайзера WFD16. Результаты измерений занести в таблицу 17.

Таблица 17

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Предел измерений, В	Измеренное значение напряжения постоянного тока, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения постоянного тока, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4	5
3,8	3,84			±4,8
-3,8				
3,0	3,072			±4,0
-3,0				
2,5	2,56			±3,5
-2,5				
2,0	2,048			±3,0
-2,0				
1,9	1,920			±2,9
-1,9				
1,5	1,536			±2,5
-1,5				
1,2	1,280			±2,2
-1,2				
1,0	1,024			±2,0
-1,0				
0,9	0,960			±1,9
-0,9				
0,7	0,786			±1,7
-0,7				
0,6	0,640			±1,6
-0,6				
0,5	0,512			±1,5
-0,5				
0,2	0,256			±1,2
-0,2				

7.4.6.1.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения постоянного тока по формуле (15):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{калибратора}}, \quad (15)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного дигитайзером WFD 16, В;

$U_{\text{калибратора}}$  – значение напряжения, воспроизводимого калибратором, В.

7.4.6.1.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 17.

#### 7.4.6.2 Определение абсолютной погрешности измерений амплитудного значения напряжения переменного тока

7.4.6.2.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит). Подсоединить к разъему WFD16 «+» с помощью кабеля ТИВН.411618.002.212 калибратор 9100.

7.4.6.2.2 Запустить программу управления дигитайзером WFD 16, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 4 – WFD16 16 bit high speed digitizer» (рисунок 5).

7.4.6.2.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

–вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливается значение «SingleRun»;

2. в поле «Signal Source» значение «None»;

3. в поле «Read data from» значение «WFD16».

–вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → None значение в соответствии с таблицей 18;

2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение в соответствии с таблицей 18.

–вкладка «Slot 4 – WFD 16 16 digitizer»:

1. в поле «Array size» значение в соответствии с таблицей 18;

2. предел «Range» значение «3,84 Vp»;

3. режим «10 kOhm DC» для позитивного(верхний) и режим «Disconnected» для негативного(нижний).

Значение остальных полей оставить по умолчанию.

7.4.6.2.4 На калибраторе установить выходное напряжение 3,8 В и частоту выходного сигнала 10 Гц. Подать напряжение на вход дигитайзера.

7.4.6.2.5 Измерить напряжение при помощи дигитайзера. Для измерения напряжения, на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start». Результат измерения отобразится в поле «Amplitude».

7.4.6.2.6 Последовательно задавая значения поля «Frequency (MHz)», значение поля «Array size», амплитудные значения напряжения переменного тока с помощью калибратора, и пределы измерения дигитайзера WFD 16 в соответствии с таблицей 18 провести измерения напряжения постоянного тока с помощью дигитайзера WFD 16. Результаты измерений занести в таблицу 18.

Таблица 18

Значения амплитуды напряжения переменного тока (действующее значение), В	Частота, кГц	Значения параметров, устанавливаемых в ПО поле «Frequency (MHz)»/ поле «Array size»	Предел измерений, В	Измеренное значение амплитуды напряжения переменного тока, В	Абсолютная погрешность измерения амплитуды напряжения переменного тока, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока, мВ
1	2	3	4	5	6	7
3,8 (2,6870)	0,01	2/8388608	3,840			±7,84
	1,0	10/1048576				
	100	180/131072				
3,0 (2,1213)	1,0	10/1048576	3,072			±7,07
2,5 (1,7678)	1,0	10/1048576	2,56			±6,56
2,0 (1,4142)	1,0	10/1048576	2,048			±6,05
1,9 (1,3435)	1,0	10/1048576	1,920			±5,92

1,5 (1,0607)	1,0	10/1048576	1,536			±5,54
1,0 (0,8761)	1,0	10/1048576	1,042			±5,04
0,9 (0,6364)	1,0	10/1048576	0,960			±4,96
0,6 (0,4243)	1,0	10/1048576	0,637			±4,64
0,4 (0,2828)	1,0	10/1048576	0,425			±4,43
0,2 (0,1414)	1,0	10/1048576	0,256			±4,26

7.4.6.2.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерений напряжения переменного тока по формуле (16):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{калибр}} \quad , \quad (16)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – амплитудное значение напряжения, измеренного дигитайзером WFD 16, В;  
 $U_{\text{калибр}}$  – амплитудное значение напряжения, воспроизводимого калибратором, В.

7.4.6.2.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений амплитудного значения напряжения переменного тока находятся в пределах, приведенных в графе 7 таблицы 18.

### 7.4.6.3 Определение абсолютной погрешности измерений частоты

7.4.6.3.1 Убедиться, что выход прибора выключен (зеленый индикатор не горит).

Подсоединить к разъему WFD16+ с помощью кабеля ТИВН.411618.002.212 калибратор 9100.

7.4.6.3.2 Запустить программу управления высокоскоростным дигитайзером WFD 16, для этого запустить программу ATView7006, в открывшемся окне активировать «Slot 0 – DIO module» и «Slot 4 – WFD16 16 bit high speed digitizer» (рисунок 5).

7.4.6.3.3 Установить следующие параметры полей:

– File→Project Settings→Read from ATX→High Speed→Ok→Ok.

– вкладка «ATX7006 general measurement setup»:

1. в поле «Running mode» устанавливается значение «SingleRun»;
2. в поле «Signal Source» значение «None»;
3. в поле «Read data from» значение «WFD16».

– вкладка «Slot 0 – DIO module»:

1. в поле Signal Steps → None значение 8388608,
2. в поле «Frequency (MHz)» (частота дискретизации) значение «1».

– вкладка «Slot 4 – WFD 16 16 digitizer»:

1. в поле «Array size» значение «8388608»;
2. предел «Range» значение «1,024 Vp»;

3. режим «10 kOhm AC» для позитивного(верхний) и режим «Disconnected» для негативного(нижний).

Значение остальных полей оставить по умолчанию.

7.4.6.3.4 На калибраторе установить выходное напряжение 1 В и частоту выходного сигнала 10 Гц. Подать напряжение на вход дигитайзера.

7.4.6.3.5 Измерить частоту сигнала при помощи дигитайзера. Для измерения установленной частоты, на вкладке «ATX7006 general measurement setup» нажать кнопку «Start». В открывшемся окне нажать кнопку FFT (быстрое преобразование Фурье). Результат измерения отобразится в поле «Frequency».

7.4.6.3.6 Последовательно задавая частоту выходного сигнала калибратора, значения

поле «Frequency (MHz)» и значение поле «Array size» в соответствии с таблицей 19, провести измерения частоты с помощью дигитайзера WFD 16. Результаты измерений занести в таблицу 19.

Таблица 19

Значение частоты, установленное на калибраторе, Гц	Значения параметров, устанавливаемых в ПО Поле «Frequency (MHz)»/ Поле «Array size»	Измеренное значение частоты, Гц	Абсолютная погрешность измерения частоты, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты, Гц
1	2	3	4	5
10	2/8388608			±0,101
1000	10/1048576			±0,2
100000	180/131072			±10,1

7.4.6.3.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности установки частоты по формуле (17):

$$\Delta = F_{\text{изм}} - F_{\text{уст}}, \quad (17)$$

где  $F_{\text{уст}}$  – установленная частота выходного сигнала калибратора, Гц;

$F_{\text{изм}}$  – частота, измеренная дигитайзером, Гц.

7.4.6.3.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерения частоты находится в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 19.

#### 7.4.7 Определение метрологических характеристик калибратора NIPXIe-4142

##### 7.4.7.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

7.4.7.1.1 Подсоединить мультиметр 3458А с помощью кабеля ТИВН.411618.002.216 к контактам выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответствии с РЭ на комплекс и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

7.4.7.1.2 Запустить программу управления калибратором NI PXIe-4142.exe, (рисунок 6).

7.4.7.1.3 В открывшемся окне установить следующие параметры полей для исследуемого канала:

1. В поле «Output Function» выбрать «DC Voltage»;
2. В поле «Current Range» значение 150 мА;
3. В поле «Sense» выбрать «Remote».

7.4.7.1.4 Установить в поле «Voltage Level» значение напряжение 24 В.

7.4.7.1.5 Для воспроизведения установленного напряжения установить флажок «Output Enabled».

7.4.7.1.6 Измерить воспроизводимое калибратором NI PXIe-4142 напряжение с помощью мультиметра 3458А.

7.4.7.1.7 Последовательно задавая значения напряжения постоянного тока выходного сигнала калибратора NIPXIe-4142 в соответствии с таблицей 20, провести измерения напряжения постоянного тока с помощью мультиметра 3458А. Результаты измерений занести в таблицу 20.

Таблица 20

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Измеренное мультиметром напряжение постоянного тока, В	Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4
24,0			±34
-24,0			±34
10,0			±20
-10,0			±20
1,0			±11
-1,0			±11
0			±10

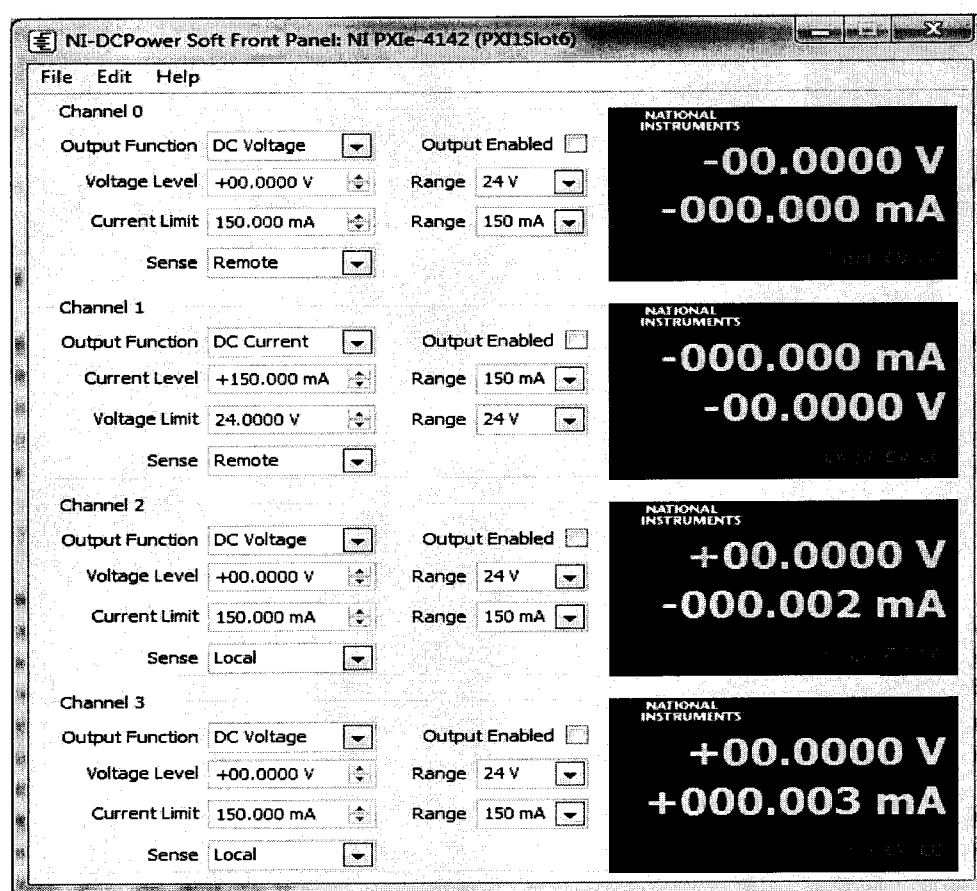


Рис. 6

7.4.7.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле (18):

$$\Delta = U_{\text{калибр}} - U_{\text{изм}}, \quad (18)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного мультиметром, В;

$U_{\text{калибр}}$  – значение напряжения, воспроизводимого калибратором NI PXIe-4142, В.

7.4.7.1.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 20.

#### 7.4.7.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

7.4.7.2.1 Подсоединить калибратор 9100 с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214 к контактам выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответствии с РЭ на комплекс.

7.4.7.2.2 Запустить программу управления калибратором NI PXIe-4142.exe (рисунок 6).

7.4.7.2.3 В открывшемся окне установить следующие параметры полей для исследуемого канала:

1. В поле «Output Function» выбрать «DC Voltage»;
2. В поле «Current Range» значение 150 мА;
3. В поле «Sense» выбрать «Local»;
5. В поле «Voltage Range» установить значение 24 В;
4. В поле «Output Enabled» убрать флажок.

7.4.7.2.4 Установить на выходе калибратора 9100 напряжение постоянного тока равное 24 В.

7.4.7.2.5 Измерить воспроизводимое напряжение с помощью калибратора NI PXIe-4142.

7.4.7.2.6 Последовательно задавая значения напряжения постоянного тока на выходе калибратора 9100 в соответствии с таблицей 21 провести измерения напряжения с помощью калибратора NI PXIe-4142. Результаты измерений занести в таблицу 21.

7.4.7.2.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения постоянного тока по формуле (19):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{калибратора}}, \quad (19)$$

где  $U_{\text{калибратора}}$  – значение напряжения, установленное на калибраторе FLUKE, В;

$U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного калибратором NI PXIe-4142, В.

Таблица 21

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Измеренное калибратором NI PXIe-4142 напряжение постоянного тока, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения постоянного тока, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4
24,0			±34
-24,0			±34
10,0			±20
-10,0			±20
1,0			±11
-1,0			±11
0			±10

7.4.7.2.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 21.

#### 7.4.7.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

7.4.7.3.1 Подсоединить мультиметр 3458А с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214 к контактам выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответ-



ствии с РЭ на комплекс. Перевести мультиметр 3458А в режим измерения силы постоянного тока.

7.4.7.3.2 Запустить программу управления калибратором NI PXIe-4142.exe (рисунок 6).

7.4.7.3.3 В открывшемся окне установить следующие параметры полей для исследуемого канала:

1. В поле «Output Function» выбрать «DC Current»;
2. В поле «Voltage Range» установить значение 24 V;
3. В поле «Voltage Limit» установить значение 2 V;
4. В поле «Sense» выбрать «Local»;
5. В поле «Current Range» значение 150 мА;
6. В поле «Current Level» значение 150 мА.

7.4.7.3.5 Для воспроизведения установленной силы тока установить флажок «Output Enabled».

7.4.7.3.6 Измерить при помощи мультиметра 3458А силу тока воспроизводимую калибратором.

7.4.7.3.7 Последовательно задавая значения предела воспроизведения силы постоянного тока («Current Range») и значение силы тока («Current Level») калибратора NI-PXIe-4142 в соответствии с таблицей 22 произвести измерение силы постоянного тока при помощи мультиметра 3458А. Результаты измерений записать в таблицу 22.

7.4.7.3.8 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения силы постоянного тока по формуле (20):

$$\Delta = I_{\text{кал}} - I_{\text{изм}} \quad , \quad (20)$$

где  $I_{\text{кал}}$  – значение силы постоянного тока, установленное на калибраторе NI PXIe-4142, мА;

$I_{\text{изм}}$  – значение силы постоянного тока, измеренной мультиметром, мА.

Таблица 22

Предел воспроизведения силы постоянного тока калибратора NI PXIe-4142, мА	Установленное значение силы постоянного тока, мА	Измеренное мультиметром 3458А сила постоянного тока, мА	Абсолютная погрешность воспроизведения силы постоянного тока, мкА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, мкА
1	2	3	4	5
150	150			±225
	-150			
	20			±95
	-20			
10	10			±15
	-10			
1,0	1,0			±1,5
	-1,0			
0,1	0,1			±0,15
	-0,1			
0,01	0,01			±0,015
	-0,01			

7.4.7.3.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 22.

#### 7.4.7.4 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

7.4.7.4.1 Подсоединить калибратор универсальный 9100 с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214 к контактам выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответствии с РЭ на комплекс,

7.4.7.4.2 Запустить программу управления калибратором NI PXIe-4142.exe, (рисунок 6).

7.4.7.4.3 В открывшемся окне установить следующие параметры полей для исследуемого канала:

1. В поле «Output Function» выбрать «DC Current»;
2. В поле «Voltage Range» установить значение 24 V;
3. В поле «Voltage Limit» установить значение 0,5 V;
4. В поле «Sense» выбрать «Local»;
5. В поле «Current Range» значение 150 мА;
6. В поле «Current Level» значение 0 мА.

7.4.7.4.4 Последовательно задавая силу тока калибратором 9100 и предел измерения силы постоянного тока («Current Range») калибратора NI PXIe-4142 в соответствии с таблицей 23, измерить силу тока при помощи калибратора NI PXIe-4142. Для измерения силы тока установить флажок «Output Enabled». Результаты измерений занести в таблицу 23.

7.4.7.4.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы постоянного тока по формуле (21):

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_{\text{калибратора}}, \quad (21)$$

где  $I_{\text{калибратора}}$  – значение силы постоянного тока, установленное на калибраторе 9100, мА;  
 $I_{\text{изм}}$  – значение силы постоянного тока, измеренной калибратором NI PXIe-4142, мА.

Таблица 23

Предел измерения силы постоянного тока калибратора NI PXIe-4142, мА	Значение силы постоянного тока на выходе калибратора 9100, мА	Измеренная NI PXIe-4142 сила постоянного тока, мА	Абсолютная погрешность измерения силы постоянного тока, мкА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, мкА
1	2	3	4	5
150	150			±225
	-150			
	20			±95
	-20			
10	10			±15
	-10			
1,0	1,0			±1,5
	-1,0			
0,1	0,1			±0,15
	-0,1			
0,01	0,01			±0,015
	-0,01			

7.4.7.4.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 23.

#### 7.4.8 Определение метрологических характеристик цифрового тестера М9195В

##### 7.4.8.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока

7.4.8.1.1 Подсоединить мультиметр 3458А с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214 к контактам выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответствии с РЭ на комплекс.

7.4.8.1.2 Перевести мультиметр 3458А в режим измерения напряжения постоянного тока

7.4.8.1.3 Запустить программу управления цифровым тестером М9195В.exe.

7.4.8.1.4 Установить напряжение выходного сигнала цифрового тестера М9195В, для чего в поле «Установить напряжение» (рисунок 7) ввести значение напряжения выходного сигнала в соответствии с таблицей 24.

7.4.8.1.5 Для воспроизведения напряжения нажать кнопку «ОК».

7.4.8.1.6 Последовательно задавая значения напряжения постоянного тока выходного сигнала цифрового тестера М9195В в соответствии с таблицей 24, провести измерения напряжения постоянного тока с помощью мультиметра. Результаты измерений занести в таблицу 24.

7.4.8.1.7 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле (22):

$$\Delta = U_{\text{тестера}} - U_{\text{изм}} \quad , \quad (22)$$

где  $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного мультиметром, В;

$U_{\text{тестера}}$  – значение напряжения, воспроизводимого цифровым тестером М9195В, В.

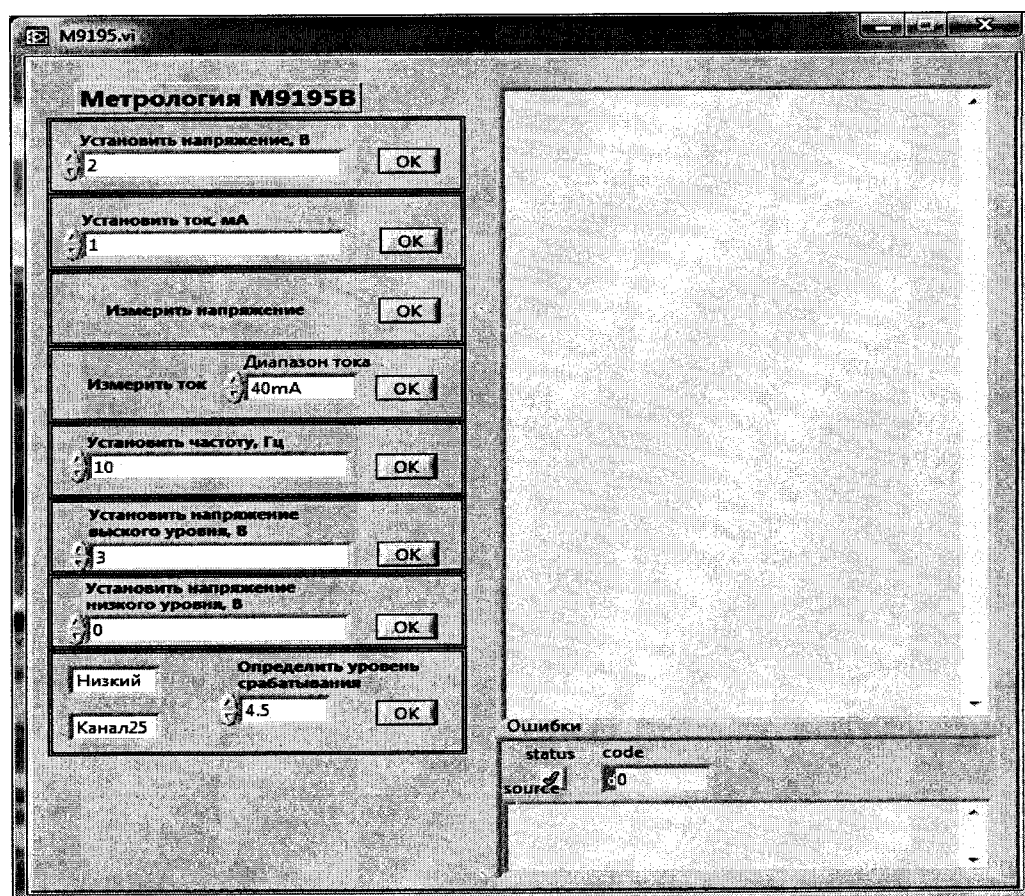


Рисунок 7

Таблица 24

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Измеренное мультиметром напряжение постоянного тока, В	Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4
-2,0			±12
-1,0			±11
0,0			±10
1,0			±11
3,0			±13
5,0			±15

7.4.8.1.15 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 24.

#### 7.4.8.2 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

7.4.8.2.1 Подсоединить калибратор 9100 с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214 к контактам выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответствии с РЭ на комплекс.

7.4.8.2.2 Запустить программу управления цифровым тестером M9195B.exe, (рисунок 7).

7.4.8.2.3 Последовательно задавая значения напряжения постоянного тока выходного сигнала калибратора 9100 в соответствии с таблицей 25, проведите измерение напряжения с помощью цифровым тестером M9195 для этого в поле «Измерить напряжение» нажмите кнопку «ОК». Результаты измерений запишите в таблицу 25.

7.4.8.2.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения постоянного тока по формуле (23):

$$\Delta = U_{\text{тестера}} - U_{\text{калибратора}} \quad , \quad (23)$$

где  $U_{\text{калибратора}}$  – значения напряжения воспроизводимого калибратором FLUKE, В;  
 $U_{\text{тестера}}$  – значение напряжения, измеренного цифровым тестером M9195B, В.

Таблица 25

Установленное значение напряжения постоянного тока, В	Измеренное цифровым тестером M9195B напряжение постоянного тока, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения постоянного тока, мВ	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения постоянного тока, мВ
1	2	3	4
-2,0			±12
-1,0			±11
-0,0			±10
1,0			±11
3,0			±13
5,0			±15

7.4.8.2.11 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 25.

### 7.4.8.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока

7.4.8.1.1 Подсоединить мультиметр 3458А с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214 к контактам выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответствии с РЭ на комплекс.

7.4.8.3.2 Перевести мультиметр 3458А в режим измерения силы постоянного тока

7.4.8.3.3 Запустить программу управления цифровым тестером M9195B.exe.

7.4.8.3.4 Установить силу тока выходного сигнала цифрового тестера M9195B в соответствии с таблицей 26, для чего в поле «Установить ток» (рисунок 7) ввести значение силы тока выходного сигнала.

7.4.8.3.5 Для воспроизведения силы тока нажмите кнопку «ОК».

7.4.8.3.6 Измерить силу тока при помощи мультиметра 3458А.

7.4.8.3.7 Последовательно задавая значения силы постоянного тока цифрового тестера M9195B в соответствии с таблицей 26, измерьте силу постоянного тока с помощью мультиметра 3458А. Результаты измерений занесите в таблицу 26.

7.4.8.3.8 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения силы постоянного тока по формуле (24):

$$\Delta = I_{\text{тестера}} - I_{\text{изм}} \quad , \quad (24)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – значение силы постоянного тока, измеренной мультиметром, мА;

$I_{\text{тестера}}$  – значение силы постоянного тока, воспроизводимой цифровым тестером M9195B, мА.

Таблица 26

Установленное значение силы постоянного тока цифровым тестером, мА	Измеренная мультиметром сила постоянного тока, мА	Абсолютная погрешность воспроизведения силы постоянного тока, мкА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, мкА
1	2	3	4
40			±400
-40			±400
1			±10
-1			±10
0,1			±1,0
-0,1			±1,0
0,01			±0,1
-0,01			±0,1

7.4.8.3.15 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 26.

### 7.4.8.4 Определение абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

7.4.8.4.1 Подсоединить мультиметр 3458А с помощью кабеля ТИВН.411618.002.214 к контактам выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответствии с РЭ на комплекс.

7.4.8.4.2 Перевести калибратор универсальный 9100 в режим воспроизведения силы постоянного тока.

7.4.8.4.3 Запустить программу управления цифровым тестером M9195B.exe, в открывшемся окне в поле «Измерить ток» установит диапазон измерения силы тока (рисунок 7).

7.4.8.4.4 Установить силу выходного тока калибратора 40 мА.

7.4.8.4.5 Измерить силу тока с помощью цифрового тестера, для этого нажать кнопку «ОК».

7.4.8.4.6 Последовательно задавая значения силы постоянного тока калибратора 9100 и диапазон измерения силы тока тестером M9195B в соответствии с таблицей 27, измерить силу тока при помощи цифрового тестера M9195. Результаты измерений занести в таблицу 27.

7.4.8.4.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы постоянного тока по формуле (25):

$$\Delta = I_{\text{тестера}} - I_{\text{калибратора}}, \quad (25)$$

где  $I_{\text{калибратора}}$  – сила постоянного тока воспроизводимого калибратором FLUKE, мА;  
 $I_{\text{тестера}}$  – значение силы постоянного тока, измеренной цифровым тестером M9195B, мА.

Таблица 27

Установленное значение силы постоянного тока, мА	Диапазон измерения силы постоянного тока цифровым тестером M9195B, мА	Измеренная цифровым тестером M9195B сила постоянного тока, мА	Абсолютная погрешность измерения силы постоянного тока, мкА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, мкА
1	2	3	4	5
40	40			±400
-40				
1,0	1			±10
-1,0				
0,1	0,1			±1,0
-0,1				
0,01	0,01			±0,1
-0,01				

7.4.8.4.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока находится в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 27.

#### 7.4.8.5 Определение абсолютной погрешности установки частоты следования импульсов

7.4.8.5.1 Подсоединить частотомер с помощью кабеля ТИВН.411618.002.211 к контактам выбранного канала модуля универсального цифрового ТИВН.441461.001 в соответствии с РЭ на комплекс.

7.4.8.5.2 Запустить программу управления цифровым тестером M9195B.exe (рисунок 7).

7.4.8.5.3 В открывшемся окне в поле:

- «Установить напряжение низкого уровня», 0 В и нажать «ОК»;
- «Установить напряжение высокого уровня», 3 В и нажать «ОК»;
- «Установить частоту», 1 Гц.

7.4.8.5.4 Для воспроизведения частоты нажать кнопку «ОК».

7.4.8.5.5 Измерить частоту следования импульсов с помощью частотомера.

7.4.8.5.6 Последовательно задавая значения частоты выходного сигнала цифрового тестера М9195В в соответствии с таблицей 28, измерить частоту сигнала при помощи частотомера. Результаты измерений занести в таблицу 28.

7.4.8.5.7 Рассчитать значения абсолютной погрешности установки частоты по формуле (26):

$$\Delta = F_{\text{уст}} - F_{\text{изм}} , \quad (26)$$

где  $F_{\text{уст}}$  – установленная частота выходного сигнала цифрового тестера М9195В, Гц;  
 $F_{\text{изм}}$  – частота, измеренная частотомером, Гц.

Таблица 28

Значение частоты, установленное на цифровом тестере М9195В, кГц	Измеренное значение частоты, Гц	Абсолютная погрешность установки частоты, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты, Гц
1	2	3	4
0,001			±0,1
1,0			±0,125
1000			±25,1
10000			±250
200000			±5000

7.4.8.5.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности установки частоты находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 28.

#### 7.4.9 Определение метрологических характеристик источника питания Е3644А

##### 7.4.9.1 Определение абсолютных погрешностей воспроизведения напряжения и измерений силы постоянного тока

7.4.9.1.1 Подсоединить меру сопротивления номинальным значением 1 кОм выходным клеммам источника питания. Подключить к потенциальным клеммам меры сопротивления мультиметр 3458 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

7.4.9.1.2 Установить на выходе источника питания напряжение 20 В.

7.4.9.1.3 Зафиксировать результат измерения блока питания силы выходного тока.

7.4.9.1.4 Измерить воспроизводимое источником питания напряжение с помощью мультиметра 3458А. Результаты измерений записать в таблицу 29.

7.4.9.1.5 Последовательно устанавливая напряжение выходного сигнала источника питания в соответствии с таблицей 29, повторить операции пунктов 7.4.9.1.4-7.4.9.1.5.

7.4.9.1.6 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока по формуле (27):

$$\Delta = U_{\text{уст}} - U_{\text{изм}} , \quad (27)$$

где  $U_{\text{уст}}$  – значение напряжения, установленное на источнике питания, В;  
 $U_{\text{изм}}$  – значение напряжения, измеренного мультиметром, В.

Таблица 29

Установлен- ное значение напряжения постоянного тока, В	Номиналь- ное значе- ние меры сопротив- ления Ом	Измерен- ное значе- ние напря- жения по- стоянного тока, В	Погреш- ность вос- произведе- ния напря- жения по- стоянного тока, мВ	Пределы допуска- емой абсолютной погрешности вос- произведения напряжения по- стоянного тока, мВ
1	2	3	4	5
20,0	10000			±305
10,0	10000			±155
5,0	10000			±80
1,0	10000			±20
0,5	10000			±12,5
0,1	10000			±6,5
0,01	10000			±5,15

7.4.9.1.7 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 8.

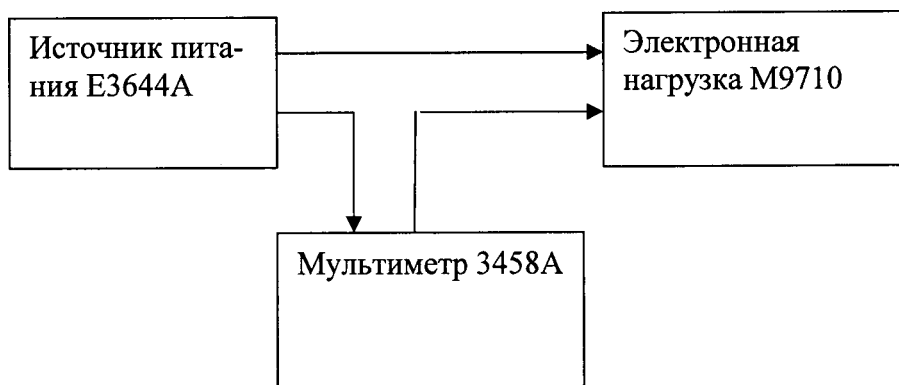


Рисунок 8

7.4.9.1.8 Перевести мультиметр 3458А в режим измерения силы тока.

7.4.9.1.9 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации силы тока 50 мА.

7.4.9.1.10 Установить напряжение на выходе блока питания равным 8 В.

7.4.9.1.11 Измерить силу тока с помощью источника питания E3644А. Результаты измерений записать в таблицу 30.

7.4.9.1.12 Измерить силу тока с помощью мультиметра 3458А. Результаты измерений записать в таблицу 30.

7.4.9.1.13 Последовательно устанавливая силу тока стабилизации электронной нагрузки в соответствии с таблицей 30, повторить пункты 7.4.9.1.11-7.4.9.1.12.

7.4.9.1.14 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы постоянного тока по формуле (28):

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_{\text{мульт}} \quad , \quad (28)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – значение силы тока, измеренной источником питания, мА;

$I_{\text{мульт}}$  – значение силы тока, измеренной мультиметром 3458А, мА.



Таблица 30

Значение стабилизации силы тока, мА	Измеренная источником питания сила тока, мА	Измеренная мультиметром 3458А сила тока, мА,	Погрешность измерения силы постоянного тока, мА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока, мА
1	2	3	4	5
50				$\pm 7,1$
100				$\pm 7,2$
500				$\pm 8,0$
1000				$\pm 9,0$
2000				$\pm 11$
8000				$\pm 23$

7.4.9.1.15 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности воспроизведения напряжения находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 29 а абсолютной погрешности измерений силы тока - в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 30.

#### 7.4.10 Определение метрологических характеристик электронной нагрузки постоянного тока М9710

##### 7.4.10.1 Определение абсолютной погрешности стабилизации силы постоянного тока нагрузки

7.4.10.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 9.

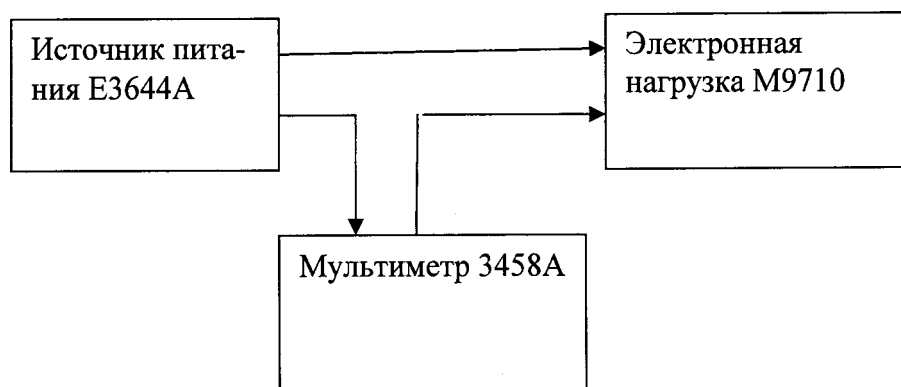


Рисунок 9

7.4.10.1.2 Перевести мультиметр 3458А в режим измерения силы тока.

7.4.10.1.3 Установить на электронной нагрузке режим стабилизации силы тока 10 мА.

7.4.10.1.4 Установить напряжение на выходе блока питания равным 8 В.

7.4.10.1.5 Измерить силу тока с помощью мультиметра 3458А. Результаты измерений записать в таблицу 4.33.1.

7.4.10.1.6 Последовательно устанавливая силу тока стабилизации электронной нагрузки в соответствии с таблицей 31, повторить операции пунктов 7.4.10.1.5.

Таблица 31

Значение стабилизации силы тока, мА	Измеренная мультиметром 3458А сила тока, мА,	Погрешность стабилизации силы постоянного тока, мА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности стабилизации силы постоянного тока, мА
1	2	3	4
10			±1,0
50			±3,0
100			±5,5
500			±25,5
1000			±50,5
2000			±100,5
8000			±400,5

7.4.10.1.7 Рассчитать абсолютную погрешность стабилизации силы постоянного тока по формуле (29):

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_{\text{мульт}} , \quad (29)$$

где  $I_{\text{изм}}$  – значение стабилизации силы тока, мА;

$I_{\text{мульт}}$  – значение силы тока, измеренной мультиметром 3458А, мА.

7.4.10.1.8 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности стабилизации силы постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 31.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки комплекса выдается свидетельство установленной формы.

8.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемый комплекс к дальнейшему применению не допускается. На него выдается извещение об её непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

8.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

Начальник лаборатории 620  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



Н.В Нечаев