



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

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель  
генерального директора  
ОАО «ИПП «Пульсар»

  
М.М. Крымко  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального  
директора  
ФБУ «Ростест-Москва»

  
Е.В. Морин  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Установка для измерения параметров мощных транзисторов  
«Гамма РХІ»

Методика поверки  
МП РТ 094/551-2015

и.р. 61454-15

г. Москва  
2015

Настоящая методика поверки распространяется на установку для измерения параметров мощных транзисторов «Гамма РХІ» с заводским номером 286-001 (далее – установка), изготовленной АОЗТ «АНИ-ТЕСТ», Армения (место эксплуатации – ОАО «НПП «Пульсар», г. Москва), и устанавливает методы и средства ее поверки.

Интервал между поверками – один год.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
2	3	4	5
Внешний осмотр	6.1	да	да
Опробование и идентификация	6.2	да	да
Определение метрологических характеристик в статическом режиме	6.3	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения на затворе	6.3.1	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения низковольтного импульсного напряжения коллектора (стока)	6.3.2	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного тока коллектора (стока)	6.3.3	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения силы импульсного тока в диапазоне от 1 до 200 А	6.3.4	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения высоковольтного импульсного напряжения коллектора (стока)	6.3.5	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения импульсного напряжения	6.3.6	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного тока коллектора (стока) при высоковольтном напряжении	6.3.7	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения силы импульсного тока в диапазоне от 0,1 до 100 мА	6.3.8	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока	6.3.9	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения синусоидального напряжения	6.3.10	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения емкости	6.3.11	да	да
Определение метрологических характеристик в динамическом режиме	6.4	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного напряжения затвора	6.4.1	да	да

Продолжение таблицы 1

2	3	4	5
Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного тока затвора	6.4.2	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения коллектора (стока)	6.4.3	да	да
Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного тока коллектора (стока)	6.4.4	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения длительности импульсов	6.4.5	да	да

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

2.2 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

2.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поверены и иметь документы о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование и обозначение средства поверки, основные метрологические и технические характеристики
1	2
6.3.1, 6.3.2, 6.3.3, 6.3.5, 6.3.7, 6.4.1	Осциллограф универсальный С1-76; полоса пропускания от 0 до 10 МГц, относительная погрешность коэффициента отклонения не более $\pm 3 \%$
6.3.2, 6.3.3, 6.3.5 – 6.3.9, 6.4.1	Прибор для поверки вольтметров программируемый В1-13; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения $U$ от 1 мВ до 500 В $\pm (6 \cdot 10^{-5} \cdot U + 5 \text{ мкВ})$ , от 500 до 1000 В $\pm 1 \cdot 10^{-4} \cdot U$
6.3.10	Милливольтметр В3-52/1; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения переменного напряжения $U$ частотой 1 МГц на пределе 3 В $\pm [0,02 \cdot U + 0,005 \cdot (3 \text{ В} - U)]$
6.3.1, 6.4.2, 6.4.3	Вольтметр универсальный В7-40; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения $U$ на пределе 20 В $\pm (5 \cdot 10^{-4} \cdot U + 4 \text{ мкВ})$
6.4.5	Генератор Г5-72; амплитуда импульсов от 0,001 до 10 В, абсолютная погрешность воспроизведения периода $T$ импульсов от 100 нс до 10 с $\pm 1 \cdot 10^{-6} \cdot T$ , длительности $\tau$ импульсов от 50 нс до 1 с $(\pm 1 \cdot 10^{-6} \cdot \tau + 10 \text{ нс})$
6.3.10	Частотомер электронно-счетный универсальный ЧЗ-54; относительная погрешность измерения частоты 1 МГц не более $\pm 1,5 \cdot 10^{-7}$
6.3.5, 6.3.7, 6.3.8	Магазин сопротивлений рычажный Р4002; диапазон от 10 кОм до 100 МОм, класс точности 0,05 Магазин сопротивлений Р327; диапазон от 0,1 Ом до 10 кОм, класс точности 0,01/1,5 $\cdot 10^{-6}$
6.3.11	Измеритель иммитанса Е7-14; относительная погрешность измерения емкости от 10 пФ до 100 нФ не более $\pm 0,1 \%$ .

### **3 ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

3.2 Перед началом выполнения операций поверки необходимо проверить сопротивление между заземляющим винтом и металлическими частями установки, а также сопротивление изоляции между контактами вилки питания в соответствии указаниями в эксплуатационной документации установки.

3.2 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные в соответствии с ПР 50.2.012-94.

### **4 УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха от 20 до 30 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106.7 кПа.

### **5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

Установка и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией (раздел 7 формуляра).

### **6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

#### **6.1 Внешний осмотр**

6.1.1 При проведении внешнего осмотра проверяются:

- комплектность установки;
- отсутствие механических повреждений;
- четкость фиксации органов управления и коммутации;
- чистота гнезд, разъемов и клемм блока измерений;
- исправность состояния соединительных проводов и кабелей;
- однозначность и четкость маркировки.

6.1.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого прибора, его направляют в ремонт.

#### **6.2 Опробование и идентификация**

6.2.1. Выполнить идентификацию установленного на контроллере программного обеспечения, для чего программу «Гамма РХІ».

Проверить номер версии программы, он должен быть не ниже 1.0.0.

6.2.2 Проверить работоспособность установки в режиме «Самоконтроль» для чего:

- подсоединить адаптер статики MOSFET и IGBT;
- подсоединить к разъему ХР4 (вилка WF-4), выведенного на лицевую панель адаптера, ответный разъем (розетка НУ-4) из комплекта ЗИП установки;
- подключить разъемы на адаптере согласно КСФН.411242.053 ЭЗ;
- вызвать программу SPXI;

- установить режим работы: АВТОМАТ;
- установить очередность прохождения параметров 1-33;
- нажать на кнопку «Пуск», расположенную на адаптере.

Установка работоспособна, если после прохождения программы на экране дисплея высвечивается «Годен».

### 6.3 Определение метрологических характеристик в статическом режиме

Загрузить в память компьютера программу поверки PstPXI.

#### 6.3.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения на затворе

6.3.1.1 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) статики-189 из комплекта ЗИП установки.

6.3.1.2 Из меню программы «Pst PXI» выбрать пункт 1 «Задание напряжения постоянного тока  $\pm(0,5-20)\text{В}$ »; установить очередность прохождения параметров 1 - 8.

6.3.1.3 Подключить к клеммам ХТ3 и ХТ5 колодки поверки, используя резисторы из ЗИП установки:

- вход вольтметра В7-40 в режиме измерения постоянного напряжения;
- вход осциллографа С1-76 через последовательный резистор 1 кОм;
- нагрузочный резистор 2 кОм/0,5 Вт).

6.3.1.4 Для каждого шага таблицы 6.3.1:

- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;
- ввести в окно программы отсчет значения напряжения на вольтметре В7-40, подтвердить ввод клавишей Enter;
- ввести в окно программы значение амплитуды пульсаций напряжения (п-п), определенное по шкале осциллографа С1-76.

6.3.1.5 Программа производит сравнение введенных (измеренных) значений с пределами допускаемых значений, указанными в таблице 6.3.1.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.1. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.pov» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.3.1

Номер шага	Значение напряжения, В	Нижний предел допускаемых значений, В	Верхний предел допускаемых значений, В	Допускаемая амплитуда пульсаций, мВ
1	0,5	0,485	0,515	10
2	5	4,940	5,060	
3	10	9,890	10,110	
4	20	19,790	20,210	
5	– 0,5	– 0,515	– 0,485	
6	– 5	– 5,060	– 4,940	
7	– 10	– 10,110	– 9,880	
8	– 20	– 20,210	– 19,790	

### 6.3.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения низковольтного импульсного напряжения коллектора (стока)

6.3.2.1 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) статики-189 из комплекта ЗИП установки.

6.3.2.2 Из меню программы «Pst PXI» выбрать пункт 2 «Задание импульсного низковольтного напряжения коллектора (стока)  $\pm(1 - 30)\text{В}$ »; установить очередность прохождения параметров 1 - 8.

6.3.2.3 Подключить к клеммам ХТ3 и ХТ7 колодки поверки вход прибора В1-13.

6.3.2.4 Подключить к клеммам ХТ4 и ХТ7 колодки поверки вход осциллографа С1-76; подключить вход синхронизации к разъему «Синхр.» на адаптере; установить осциллограф в ждущий режим.

6.3.2.5 Установить между клеммами ХТ5 и ХТ7 колодки поверки перемычку из комплекта ЗИП установки.

6.3.2.6 Для каждого шага таблицы 6.3.2:

- подключить к клеммам ХТ1/ХТ2 и ХТ5/ХТ6 выводы резистора из набора, входящего в ЗИП установки, значение сопротивления которого указано в таблице 6.3.2;

- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;

- произвести измерение амплитуды импульсов следующим образом: изменяя напряжение на выходе прибора В1-13 (обратной полярности по отношению к полярности импульсов), поместить вершину импульсов на середину вертикальной сетки экрана осциллографа;

- ввести в окно программы отсчет значения выходного напряжения прибора В1-13, подтвердить ввод клавишей Enter;

6.3.2.7 Программа производит сравнение введенных (измеренных) значений с пределами допускаемых значений, указанными в таблице 6.3.2.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.2. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.pov» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.3.2

Номер шага	Значение напряжения, В	Номинал резистора, Ом	Длительность импульса, не более, мкс	Нижний предел допускаемых значений, В	Верхний предел допускаемых значений, В
1	1	0,05	300	0,94	1,06
2	- 1			- 1,06	- 0,94
3	10		150	9,49	10,51
4	- 10			- 10,51	- 9,49
5	20	0,2		18,99	21,01
6	- 20			- 21,01	- 18,99
7	30	1	300	28,49	31,51
8	- 30	- 1		- 31,51	- 28,49

### 6.3.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного тока коллектора (стока)

6.3.3.1 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) статики-189 из комплекта ЗИП установки.

6.3.3.2 Из меню программы «Pst PXI» выбрать пункт 3 «Задание импульсного тока коллектора (стока)  $\pm(1-200)\text{A}$ »; установить очередность прохождения параметров 1 - 8.

6.3.3.3 Подключить к клеммам ХТ3 и ХТ7 колодки поверки вход прибора В1-13.

6.3.3.4 Подключить к клеммам ХТ4 и ХТ7 колодки поверки вход осциллографа С1-76; подключить вход синхронизации к разъему «Синхр.» на адаптере; установить осциллограф в ждущий режим.

6.3.3.5 Установить между клеммами ХТ5 и ХТ7 колодки поверки перемычку из комплекта ЗИП установки.

6.3.3.6 Для шага таблицы 6.3.3:

- подключить к клеммам ХТ1/ХТ2 и ХТ5/ХТ6 выводы резистора из набора, входящего в ЗИП установки, значение сопротивления которого указано в таблице 6.3.3;
- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;
- произвести измерение амплитуды импульсов следующим образом: изменяя напряжение на выходе прибора В1-13 (обратной полярности по отношению к полярности импульсов), поместить вершину импульсов на середину вертикальной сетки экрана осциллографа;

- по запросу ввести в окно программы отсчет значения выходного напряжения прибора В1-13, подтвердить ввод клавишей Enter.

6.3.3.7 Программа производит вычисление значения силы тока  $I$  по формуле

$$I = U / R,$$

где  $U$  – отсчет значения выходного напряжения прибора В1-13;

$R$  – значение сопротивления резистора, подключенного к клеммам ХТ1/ХТ2 и ХТ5/ХТ6.

Вычисленные значения силы тока программа сравнивает с пределами допускаемых значений, указанными в таблице 6.3.3.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.3. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.pov» (где  $n$  – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.3.3

Номер шага	Значение силы тока, А	Номинал резистора, Ом	Длительность импульса, не более, мкс	Нижний предел допускаемых значений, А	Верхний предел допускаемых значений, А
1	1	30,1	300	0,90	1,10
2	- 1			- 1,10	- 0,90
3	30	1,0		28,45	31,55
4	- 30			- 31,55	- 28,45
5	100	0,3		94,95	105,05
6	- 100			- 105,05	- 94,95
7	200	0,15	300	189,95	210,05
8	- 200			- 210,05	- 189,95

### 6.3.4 Определение абсолютной погрешности измерения силы импульсного тока в диапазоне от 1 до 200 А

6.3.4.1 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) статики-189 из комплекта ЗИП установки.

6.3.4.2 Из меню программы «Pst PXI» выбрать пункт 4 «Измерение импульсного тока коллектора (стока)  $\pm(1-200)\text{А}$ »; установить очередность прохождения параметров 1 - 8.

6.3.4.3 Для каждого шага таблицы 6.3.4:

- подключить к клеммам XT1/XT2 и XT5/XT6 выводы резистора из набора, входящего в ЗИП установки, значение сопротивления которого указано в таблице 6.3.4;
- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;
- по запросу программы ввести отсчет значения силы тока  $I_{\text{уст}}$  из файла отчета «З.ров» по предыдущей операции для соответствующего шага, подтвердить ввод клавишей Enter.

6.3.4.4 Программа считывает значение силы тока  $I_{\text{изм}}$ , измеренное установкой, вычисляет разностное значение  $\Delta I = I_{\text{изм}} - I_{\text{уст}}$  (абсолютную погрешность), и сравнивает его с значениями, указанными в таблице 6.3.4.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.4. В данном случае программа выдает на дисплей «Годеп» и формирует файл отчета «п.ров» (где п – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.3.4

Номер шага	Значение силы тока, А	Номинал резистора, Ом	Длительность импульса, не более, мкс	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности, А
1	1	30,1	300	± 0,06
2	- 1			
3	30			
4	- 30	1,0		± 1,51
5	100			
6	- 100			
7	200	0,3		± 5,01
8	- 200			
		0,15	300	± 10,01

### 6.3.5 Определение абсолютной погрешности воспроизведения высоковольтного импульсного напряжения коллектора (стока)

6.3.5.1 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) ИНВ-7 из ЗИП установки.

6.3.5.2 Подключить к клеммам XT1 и XT2 колодки поверки магазин сопротивлений P327 или P4002 (в соответствии с значением сопротивления, указанного в таблице 6.3.5).

6.3.5.3 Подключить к клеммам XT3 и XT5 колодки поверки вход прибора В1-13.

6.3.5.4 Подключить к клеммам XT4 и XT5 колодки поверки вход осциллографа С1-76; подключить вход синхронизации к разъему «Синхр.» на адаптере; установить осциллограф в ждущий режим.

6.3.5.5 Установить между клеммами XT1 и XT6 колодки поверки перемычку из комплекта ЗИП установки.

6.3.5.6 Из меню программы «Pst PXI» выбрать пункт 5 «Задание импульсного высоковольтного напряжения  $\pm(30-700)\text{В}$ »; установить очередность прохождения параметров 1 - 6.



6.3.5.7 Для каждого шага таблицы 6.3.5:

- установить на магазине сопротивлений значение, как указано в таблице 6.3.5;
- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;
- произвести измерение амплитуды импульсов следующим образом: изменяя напряжение на выходе прибора В1-13 (обратной полярности по отношению к полярности импульсов), поместить вершину импульсов на середину вертикальной сетки экрана осциллографа;

- ввести по запросу в окно программы отсчет значение выходного напряжения прибора В1-13, подтвердить ввод клавишей Enter;

6.3.5.8 Программа производит вычисления путем умножения введенных значений на 10 (коэффициент делителя напряжения в колодке поверки ИНВ-7) и сравнения полученных значений с пределами допускаемых значений, указанными в таблице 6.3.5.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.5. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.pov» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.3.5

Номер шага	Значение напряжения, В	Сопротивление, Ом	Длительность импульса, не более, мс	Нижний предел допускаемых значений, В	Верхний предел допускаемых значений, В
1	30	5	50	26,1	33,9
2	- 30			- 33,9	- 26,1
3	300	30		288	312
4	- 300			- 312	- 288
5	700	70		676	724
6	- 700			- 724	- 676

### 6.3.6 Определение абсолютной погрешности измерения импульсного напряжения

6.3.6.1 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) ИНВ-7 из комплекта ЗИП установки.

6.3.6.2 Из меню программы «Pst PXI»; выбрать пункт 6 «Измерение импульсного напряжения  $\pm (0,03\text{--}700)\text{В}$ »; установить очередность прохождения параметров 1 - 6.

6.3.6.3 Подключить к клеммам ХТ3 и ХТ5 колодки поверки вход прибора В1-13.

6.3.6.4 Подключить к клеммам ХТ3 и ХТ6 колодки поверки перемычку из комплекта ЗИП установки.

6.3.6.5 Для каждого значения напряжения из таблицы 6.3.6 по шагам 1 – 6:

- установить на приборе В1-13 указанное в таблице 6.3.6 значение напряжения;
- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;

6.3.6.6 Программа считывает значение напряжения  $U_{\text{изм}}$ , измеренное установкой, и сравнивает его с значением  $U_{\text{уст}}$ , заданном на приборе В1-13, вычисляя разность  $\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{уст}}$  (абсолютную погрешность), и сравнивает полученную абсолютную погрешность с значениями, указанными в таблице 6.3.6.

6.3.6.7 После завершения шага 6 выбрать в меню программы «Pst PXI» очередность прохождения параметров 7 - 12.

6.3.6.8 Отсоединить перемычку от клемм ХТ3 и ХТ6 колодки поверки и установить ее между клеммами ХТ1 и ХТ6.

6.3.6.9 Для каждого значения напряжения из таблицы 6.3.6 по шагам 7 – 12:

- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;
- по запросу программы ввести отсчет значения напряжения  $U_{уст}$  из файла отчета «5.ров» по предыдущей операции для соответствующего значения напряжения, подтвердить ввод клавишей Enter.

6.3.6.10 Программа считывает значение напряжения  $U_{изм}$ , измеренное установкой, вычисляет разность  $\Delta U = U_{изм} - U_{уст}$  (абсолютную погрешность), и сравнивает полученную абсолютную погрешность с значениями, указанными в таблице 6.3.6.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.6. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.ров» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.3.6

Номер шага	Значение напряжения, В	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности, В	Номер шага	Значение напряжения, В	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности, В
1	0,03	$\pm 0,0019$	7	30	$\pm 0,901$
2	- 0,03		8	- 30	
3	0,5	$\pm 0,016$	9	300	$\pm 9,00$
4	- 0,5		10	- 300	
5	5	$\pm 0,151$	11	700	$\pm 21,0$
6	- 5		12	- 700	

### 6.3.7 Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного тока коллектора (стока) при высоковольтном напряжении

6.3.7.1 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) ИНВ-7 из комплекта ЗИП установки.

6.3.7.2 Подключить к клеммам ХТ1 и ХТ2 колодки поверки магазин сопротивлений Р327 или Р4002 (в соответствии с значением сопротивления, указанного в таблице 6.3.7). На шагах 1 и 2 магазин сопротивлений не подсоединять.

6.3.7.3 Подключить к клеммам ХТ3 и ХТ5 колодки поверки вход прибора В1-13.

6.3.7.4 Подключить к клеммам ХТ4 и ХТ5 колодки поверки вход осциллографа С1-76; подключить вход синхронизации к разъему «Синхр.» на адаптере; установить осциллограф в ждущий режим.

6.3.7.5 Установить между клеммами ХТ1 и ХТ6 колодки поверки перемычку из комплекта ЗИП установки.

6.3.7.6 Из меню программы «Pst PXI» выбрать пункт 7 «Задание импульсного тока (0,1–20) мА»; установить очередность прохождения параметров 1 - 12.

6.3.7.7 Для шага таблицы 6.3.7:

- установить на магазине сопротивлений значение, как указано в таблице 6.3.7;
- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;
- произвести измерение амплитуды импульсов следующим образом: изменяя напряжение на выходе прибора В1-13 (обратной полярности по отношению к полярности импульсов), поместить вершину импульсов на середину вертикальной сетки экрана осциллографа;

- ввести по запросу в окно программы отсчет значения выходного напряжения прибора В1-13, подтвердить ввод клавишей Enter;

#### 6.3.7.8 Программа производит вычисление значения силы тока I по формуле

$$I = U / R,$$

где U – отсчет значения выходного напряжения прибора В1-13;

R – значение сопротивления резистора, подключенного к клеммам ХТ1 и ХТ2.

Вычисленные значения силы тока программа сравнивает с пределами допускаемых значений, указанными в таблице 6.3.7.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.7. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.pov» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.3.7

Номер шага	Значение силы тока, мА	Сопротивление, кОм	Нижний предел допускаемых значений, мА	Верхний предел допускаемых значений, мА
1	0,1	-	0,096	0,104
2	- 0,1		- 0,104	- 0,096
3	0,5	1000	0,492	0,508
4	- 0,5		- 0,508	- 0,492
5	1,5	500	1,482	1,518
6	- 1,5		- 1,518	- 1,492
7	2,5	300	2,455	2,545
8	- 2,5		- 2,545	- 2,455
9	10	70	9,88	10,12
10	- 10		- 10,12	- 9,88
11	20	35	19,78	20,22
12	- 20		- 19,78	- 20,22

#### 6.3.8 Определение абсолютной погрешности измерения силы импульсного тока в диапазоне от 0,1 до 100 мА

6.3.8.1 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) ИНВ-7 из комплекта ЗИП установки.

6.3.8.2 Подключить к клеммам ХТ1 и ХТ2 колодки поверки магазин сопротивлений Р327 или Р4002 (в соответствии с значением сопротивления, указанного в таблице 6.3.8). На шагах 1 и 2 магазин сопротивлений не подсоединять.

6.3.8.3 Установить между клеммами ХТ1 и ХТ6 колодки поверки перемычку из комплекта ЗИП установки.

6.3.8.4 Из меню программы «Pst PXI» выбрать пункт 8 «Измерение импульсного тока (0,1 - 100)мА»; установить очередность прохождения параметров 1 - 6.

6.3.8.5 Для каждого шага таблицы 6.3.8:

- установить на магазине сопротивлений значение, как указано в таблице 6.3.8;
- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;
- по запросу программы ввести отсчет значения силы тока I<sub>уст</sub> из файла отчета «3.pov» по предыдущей операции для соответствующего шага, подтвердить ввод клавишей Enter.

6.3.8.6 Программа считывает значение силы тока I<sub>изм</sub>, измеренное установкой, вычисляет разностное значение  $\Delta I = I_{изм} - I_{уст}$  (абсолютную погрешность), и сравнивает его с значениями, указанными в таблице 6.3.8.

6.3.8.7 После завершения шага 6 выбрать в меню программы «Pst PXI» очередность прохождения параметров 7 - 12.

6.3.8.8 Отсоединить магазин сопротивлений от клемм ХТ1 и ХТ2 колодки поверки.

6.3.8.9 Подключить выход прибора В1-13 к клеммам ХТ5 и ХТ6 колодки поверки через резистор 1 кОм (мощностью не менее 10 Вт) из комплекта ЗИП установки.

6.3.8.10 На шаге 7 установить на приборе В1-13 напряжение + 100 В (при этом установленное значение силы тока  $I_{уст} = + 100$  мА) и запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск».

6.3.8.11 На шаге 8 установить на приборе В1-13 напряжение минус 100 В (при этом установленное значение силы тока  $I_{уст} = - 100$  мА) и запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск».

6.3.8.12 Программа считывает значение силы тока  $I_{изм}$ , измеренное установкой, вычисляет разностное значение  $\Delta I = I_{изм} - I_{уст}$  (абсолютную погрешность), и сравнивает его с значениями, указанными в таблице 6.3.8.

Таблица 6.3.8

Номер шага	Значение силы тока, мА	Сопротивление, кОм	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности, мА
1	0,1	-	$\pm 0,006$
2	- 0,1		
3	1,5	500	$\pm 0,076$
4	- 1,5		
5	10	70	$\pm 0,5$
6	- 10		
7	100	1	$\pm 5,0$
8	- 100		

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.8. В данном случае программа выдает на дисплей «Годеп» и формирует файл отчета «n.pov» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

### 6.3.9 Определение абсолютной погрешности измерения силы постоянного тока

6.3.9.1 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) статики-189 из комплекта ЗИП установки.

6.3.9.2 Из меню программы «Pst PXI» выбрать пункт 9 «Измерение постоянного тока (10 нА–100 мА)»; установить очередность прохождения параметров 1 - 12.

6.3.9.3 Присоединить общий провод выхода прибора В1-13 к клемме ХТ3 колодки поверки.

6.3.9.4 Для каждого шага таблицы 6.3.9:

- подсоединить к клемме ХТ5 выход прибора В1-13 через последовательный резистор из входящего в ЗИП установки набора с номиналом R, указанным для данного шага в таблице 6.3.9;

- установить на приборе В1-13 напряжение U, указанное для данного шага в таблице 6.3.9, при этом установленное значение силы тока  $I_{уст} = U/R$ ;

- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск».

6.3.9.5 Программа считывает значение силы тока  $I_{изм}$ , измеренное установкой, вычисляет разностное значение  $\Delta I = I_{изм} - I_{уст}$  (абсолютную погрешность), и сравнивает его с значениями, указанными в таблице 6.3.8.

Таблица 6.3.9

Номер шага	Напряжение на В1-13, В	Номинал резистора	Установленная сила тока	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности
1	1	10 МОм	10 нА	± 1,0 нА
2	- 1		- 10 нА	
3	10		100 нА	± 5,5 нА
4	- 10		- 100 нА	
5	10	100 кОм	100 мкА	± 5 мкА
6	- 10		- 100 мкА	
7	1	1 кОм	1 мА	± 0,031 мА
8	- 1		- 1 мА	
9	10		10 мА	± 0,301 мА
10	- 10		- 10 мА	
11	100		100 мА	± 3,001 мА
12	- 100		- 100 мА	

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.9. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.ров» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

#### **6.3.10 Определение абсолютной погрешности воспроизведения синусоидального напряжения**

6.3.10.1 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) статики-189 из комплекта ЗИП установки.

6.3.10.2 Из меню программы «Pst PXI» выбрать пункт 10 «Задание синусоидального напряжения».

6.3.10.3 Подключить к клеммам ХТ6 и ХТ3 колодки поверки частотомер ЧЗ-54 и милливольтметр ВЗ-52/1.

6.3.10.4 По запросу ввести в окно программы отсчет измеренных значений частоты и напряжения, подтвердить ввод клавишей Enter.

6.3.10.5 Программа производит сравнение введенных (измеренных) значений с пределами допускаемых значений, указанными в таблице 6.3.10.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.10. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.ров» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.3.10

Номер параметра	Параметр	Значение параметра	Нижний предел допускаемых значений	Верхний предел допускаемых значений
1	Частота, МГц	1	0,99 МГц	1,01 МГц
2	Напряжение, В	0,2	0,19 В	0,21 В

### **6.3.11 Определение абсолютной погрешности измерения емкости**

6.3.11.1 Измерить прибором E7-14 значения емкости в наборе конденсаторов из комплекта ЗИП установки, указанные в таблице 6.3.11. Убедиться в том, что отклонение от номинальных значений не превышает 0,3 %.

6.3.11.2 Подключить адаптер статики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) статики-189 из комплекта ЗИП установки.

6.3.11.3 Из меню программы «Pst PXI» выбрать пункт 11 «Измерение емкости»; установить очередность прохождения параметров 1 - 5.

6.3.11.4 Для каждого шага таблицы 6.3.11:

- подключить конденсатор из набора, входящего в ЗИП установки, с соответствующим значением емкости Суст;

- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск».

6.3.11.5 Программа считывает значение емкости Сизм, измеренное установкой, вычисляет разностное значение  $\Delta C = C_{изм} - C_{уст}$  (абсолютную погрешность), и сравнивает его с значениями, указанными в таблице 6.3.11.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.3.11. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.pov» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.3.11

Номер шага	Значение емкости, пФ	Пределы допускаемых значений абсолютной погрешности, пФ
1	100	$\pm 12$
2	1000	$\pm 102$
3	2000	$\pm 202$
4	5100	$\pm 512$
5	12000	$\pm 1202$

### **6.4 Определение метрологических характеристик в динамическом режиме**

Загрузить в память компьютера программу поверки PdnPXI.

#### **6.4.1 Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного напряжения затвора**

6.4.1.1. Подключить адаптер динамики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) динамики.

6.4.1.2. Установить на клеммы затвора колодки поверки резистор «0 Ом» из набора резисторов затвора, входящего в комплект ЗИП.

6.4.1.3 Подключить к клеммам ХТ3 и ХТ5 колодки поверки вход прибора В1-13.

6.4.1.4 Подключить к клеммам ХТ4 и ХТ5 колодки поверки вход осциллографа С1-76.

6.4.1.5 Из меню программы «Pdn PXI» выбрать пункт 1 «Задание импульсного напряжения затвора (5 – 15) В»; установить очередность прохождения параметров 1 - 3.

6.4.1.6 Для каждого шага таблицы 6.4.1:

- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;
- произвести измерение амплитуды импульсов следующим образом: изменяя напряжение на выходе прибора В1-13 (обратной полярности по отношению к полярности импульсов), поместить вершину импульсов на середину вертикальной сетки экрана осциллографа;

- после запроса ввести в окно программы отсчет значения выходного напряжения прибора В1-13, подтвердить ввод клавишей Enter.

6.4.1.7 Программа производит сравнение введенных (измеренных) значений с пределами допускаемых значений, указанными в таблице 6.4.1.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.4.1. В данном случае программа выдает на дисплей «Годеи» и формирует файл отчета «n.pov» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.4.1

Номер шага	Значение напряжения, В	Нижний предел допускаемых значений, В	Верхний предел допускаемых значений, В
1	5	4,845	5,155
2	10	9,695	10,305
3	15	14,545	15,455

#### 6.4.2 Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного тока затвора

6.4.2.1 Подключить адаптер динамики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) динамики.

6.4.2.2 Из меню программы «Pdn PXI» выбрать пункт 2 «Задание импульсного тока затвора (1–10)мА»; установить очередность прохождения параметров 1 - 3.

6.4.2.3 Установить между клеммами ХТ4 и ХТ6 колодки поверки перемычку из комплекта ЗИП установки.

6.4.2.4 Подключить к клеммам ХТ2 и ХТ6 колодки поверки вход вольтметра В7-40 (в режиме измерения постоянного напряжения).

6.4.2.5 Для каждого шага таблицы 6.4.2:

- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;
- произвести измерение напряжения вольтметром В7-40;
- по запросу программы ввести отсчет U вольтметра В7-40, подтвердить ввод клавишей

Enter.

6.4.2.6 Программа вычисляет измеренное значение силы тока I по формуле

$$I = U / R,$$

где R = 1 кОм - сопротивление находящегося в колодке поверки прецизионного резистора.

6.4.2.7 Программа производит сравнение измеренных значений силы тока с пределами допускаемых значений, указанными в таблице 6.4.2.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.4.2. В данном случае программа выдает на дисплей «Годеи» и формирует файл отчета «n.pov» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.4.2

Номер шага	Установленная сила тока, А	Нижний предел допускаемых значений, А	Верхний предел допускаемых значений, А
1	1	0,96	1,04
2	5	4,84	5,16
3	10	9,69	10,31

### **6.4.3 Определение абсолютной погрешности воспроизведения постоянного напряжения коллектора (стока)**

6.4.3.1 Подключить адаптер динамики MOSFET и IGBT и установить колодку поверки (калибровки) динамики.

6.4.3.2 Из меню программы «Pdn PXI» выбрать пункт 3 «Задание напряжения коллектора (30–700) В»; установить очередность прохождения параметров 1 - 4.

6.4.3.3 Подсоединить к контактам Lk адаптера динамики индуктивность 200 мкГн из комплекта ЗИП установки.

6.4.3.4 Подсоединить к контактам Ск адаптера динамики накопительный конденсатор 100 мкФ из комплекта ЗИП установки.

6.4.3.5 Подключить к клеммам ХТ1 и ХТ6 колодки поверки вход вольтметра В7-40 (в режиме измерения постоянного напряжения).

6.4.3.6 Для каждого шага таблицы 6.4.3:

- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск»;
- произвести измерение напряжения вольтметром В7-40;
- по запросу программы ввести отсчет U вольтметра В7-40, подтвердить ввод клавишей

Enter.

6.4.3.7 Программа производит сравнение измеренных значений напряжения с пределами допускаемых значений, указанными в таблице 6.4.3.

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.4.3. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.ров» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

Таблица 6.4.3

Номер шага	Установленное напряжение, В	Нижний предел допускаемых значений, В	Верхний предел допускаемых значений, В
1	30	27	33
2	100	93,5	106,5
3	300	283,5	316,5
4	700	663,5	736,5

### **6.4.4 Определение абсолютной погрешности воспроизведения импульсного тока коллектора (стока)**

6.4.4.1 Подключить адаптер динамики MOSFET и IGBT.

6.4.4.2 Из меню программы «Pdn PXI» выбрать пункт 4 «Задание импульсного тока (1–200)А»; установить очередность прохождения параметров 1 - 4.

6.4.4.3 Подсоединить к контактам Lk адаптера динамики индуктивность 200 мкГн из комплекта ЗИП установки.

6.4.4.4 Подсоединить к контактам Ск адаптера динамики накопительный конденсатор 100 мкФ из комплекта ЗИП установки.

6.4.4.5 Подсоединить к контактам Rz адаптера динамики резистор затвора 10 Ом из комплекта ЗИП установки.

6.4.4.6 Подсоединить к разъемам XS4 и XS5 адаптера динамики N соответствующие разъемы транзистора из комплекта ЗИП установки.

6.4.4.7 Для каждого шага таблицы 6.4.4 запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск».

Программа считывает измеренное по потенциометрической схеме с использованием внутренних прецизионных резисторов и модуля осциллографа NI PXIe-5162 значение силы тока.



Таблица 6.4.4

Номер шага	Установленная сила тока, А	Нижний предел допускаемых значений, А	Верхний предел допускаемых значений, А
1	10	9,4	10,6
2	50	47,4	52,6
3	100	94,9	105,1
4	200	189,9	210,1

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.4.4. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.pov» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

#### **6.4.5 Определение абсолютной погрешности измерения длительности импульсов**

6.4.5.1 Из меню программы «Pdn PXI» выбрать пункт 5 «Измерение времени»; установить очередность прохождения параметров 1 - 4.

6.4.5.2 Подсоединить выход генератора Г5-60 к входу канала «0» модуля осциллографа NI PXIe-5162, находящегося в шасси NI PXIe-1078.

6.4.5.3 Установить на генераторе Г5-60 амплитуду импульсов 4 В, период 1 мс.

6.4.5.4 Для каждого шага таблицы 6.4.5:

- установить на генераторе Г5-60 значение длительности, указанное в таблице 6.4.5;
- запустить установку расположенной на адаптере кнопкой «Пуск».

6.4.5.5 Программа считывает измеренное модулем NI PXIe-5162 значение длительности и сравнивает его с пределами допускаемых значений, указанных в таблице 6.4.5.

Таблица 6.4.5

Номер шага	Параметры импульсов Г5-60			Нижний предел допускаемых значений, нс	Верхний предел допускаемых значений, нс
	Амплитуда, В	Период, мс	Длительность, нс		
1	4	1	50	46,5	53,5
2			500	474	526
3			5000	4749	5251

Результаты по операции считаются положительными, если они находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 6.4.4. В данном случае программа выдает на дисплей «Годен» и формирует файл отчета «n.pov» (где n – номер пункта по порядку). В противном случае установка подлежит браковке.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 При выполнении операций поверки оформляются протоколы в произвольной форме.

7.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001. Поверительное клеймо наносится в соответствии с ПР 50.2.007-2001.

7.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Начальник лаборатории № 551  
ФБУ «Ростест-Москва»

Ю.Н. Ткаченко

Заместитель генерального директора  
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»

Д.Р. Васильев