



## 1. Общие положения

1.1 Настоящая программа и методика аттестации (далее – ПМА) распространяется на установки пробойные универсальные ТЕТРОН УПУ-5А, УПУ-5М, УПУ-5АС, УПУ-5МС, УПУ-6М, УПУ-1М, УПУ-10М, УПУ-10МС (далее – установка), изготавливаемые ООО «Тетрон», г. Москва, и выпущенные не ранее 07.2020г.

1.2 Программа и методика аттестации составлена на основании требований следующих нормативных документов:

- ГОСТ Р 8.568-2017 Аттестация испытательного оборудования. Основные положения;
- Установки пробойные универсальные ТЕТРОН УПУ-5А, УПУ-5М, УПУ-5АС, УПУ-5МС, УПУ-6М, УПУ-1М, УПУ-10М, УПУ-10МС. Паспорт.

1.3 Программа и методика аттестации распространяется на первичную, периодическую и повторную аттестацию установки.

1.3.1 Аттестация испытательного оборудования заключается в экспертизе эксплуатационной документации, экспериментального определения его технических характеристик и подтверждения пригодности использования испытательного оборудования.

1.3.2 Периодическую аттестацию испытательного оборудования, в процессе его эксплуатации, проводят в объеме, необходимом для подтверждения соответствия характеристик испытательного оборудования требованиям нормативных документов на основании методики испытаний и эксплуатационных документов на оборудование и пригодности его к дальнейшему использованию.

1.3.3 Повторную аттестацию испытательного оборудования после ремонта или модернизации осуществляют в порядке, установленном для первичной аттестации испытательного оборудования.

1.4 ПМА устанавливает методы и средства аттестации установки:

- перечень характеристик установки, подлежащих оценке при аттестации;
- наименование и последовательность операций, проводимых при аттестации;
- перечень средств аттестации;
- условия аттестации;
- перечень работ и порядок проведения аттестации;
- требования по оформлению результатов проведения аттестации.

1.5 Аттестация проводится с целью определения:

- возможности установки воспроизводить эксплуатационные воздействующие факторы во время эксплуатации;
- перечня нормативных характеристик установки, подлежащих проверке при эксплуатации;
- действительных значений характеристик установки и его соответствия паспорту и руководству по эксплуатации.

1.6 Аттестация может проводиться перед введением установки в эксплуатацию, периодически, а также после ремонта и модернизации, в случае внесения изменений в стандарты на методы испытаний.

1.7 Рекомендуемая периодичность проведения аттестации – 1 год.

## 2. Перечень характеристик, подлежащих определению при аттестации

2.1 Перечень характеристик, подлежащих определению при аттестации, представлен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерений напряжения переменного тока промышленной частоты, кВ, для модификаций: - УПУ-5А, УПУ-5М, УПУ-5АС, УПУ-5МС, УПУ-6М; - УПУ-1М, УПУ-10М, УПУ-10МС	от 0,0 до 5,0 от 0,0 до 10,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока промышленной частоты, %	$\pm(5+3_{\text{е.м.р.}})$
Диапазоны измерений напряжения постоянного тока, кВ, для модификаций: - УПУ-5М, УПУ-5МС, УПУ-6М; - УПУ-1М, УПУ-10М, УПУ-10МС	от 0,0 до 5,0 от 0,0 до 10,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	$\pm(5+3_{\text{е.м.р.}})$
Диапазоны измерений силы переменного тока, мА, для модификаций: - УПУ-5А, УПУ-5М, УПУ-1М; - УПУ-10М; - УПУ-5АС, УПУ-10МС, УПУ-6М; - УПУ-5МС	от 0,1 до 19,9 от 0,1 до 50,0 от 0,1 до 100,0 0,1 до 199,9
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы постоянного тока, %	$\pm(3+3_{\text{е.м.р.}})$
Диапазоны измерений силы постоянного тока, мА, для модификаций: - УПУ-5М, - УПУ-1М; - УПУ-5МС, УПУ-6М, УПУ-10М, УПУ-10МС	от 0,1 до 10,0 от 0,1 до 19,9
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока, %	$\pm(3+3_{\text{е.м.р.}})$

## 3. Операции аттестации

3.1 При проведении аттестации установки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

№	Наименование операции	Номер пункта ПМА	Обязательность выполнения при	
			первичной	периодической
1	Проверка документации и внешний осмотр	9.1	+	+
2	Опробование	9.2		
2.1	Проверка целостности изоляции и заземления	9.2.1		
2.2	Проверка работоспособности переключателей и предела диапазонов тока	9.2.2	+	+
2.3	Проверка основных органов управления и диапазона воспроизведения напряжения	9.2.3		
2.4	Проверка защиты от превышения тока	9.2.4		
3	Определение действительных метрологических и технических	9.3	+	+

	характеристик установки			
4	Оформление результатов аттестации	10	+	+

#### 4. Средства аттестации

4.1 Средства измерений, используемые при аттестации установки, представлены в таблице 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование средств измерений и вспомогательного оборудования	Диапазон измерений	Класс точности (погрешность измерений)	Рекомендуемый тип
1	Измеритель температуры, влажности, давления (термогигрометр)	от -10 до +60 °С от 0 до 99 % ОВ от 80 до 110 кПа	±0,5 °С ±3 % ОВ ±0,3 кПа	Testo 622
2	Киловольтметр цифровой	от 0,2 до 10 кВ	±0,5 %	КВЦ-120
3	Нагрузка высоковольтная (нагрузочное сопротивление), номинал, не более: 200кОм, 100Вт (для УПУ-5А, УПУ-5М) 40кОм, 500Вт (для УПУ-5АС, УПУ-6М) 20кОм, 800Вт (для УПУ-5МС) 400кОм, 200Вт (для УПУ-1М) 160кОм, 500Вт (для УПУ-10М) 80кОм, 800Вт (для УПУ-10МС)	не менее 10кВ не менее 10кВ не менее 10кВ не менее 15кВ не менее 15кВ не менее 15кВ	не более ±5 %	-
4	Мультиметр цифровой	диапазон измерений напряжения переменного тока от 200 мВ до 750В диапазон измерений напряжения постоянного тока от 200мВ до 1000В диапазон измерений силы постоянного тока от 100мкА до 1А диапазон измерений силы переменного тока от 100мкА до 1А	±0,2 % ±0,1 % ±0,15 % ±0,15 %	34460А

Примечание:

1. Допускается применение других средств измерений утвержденного типа. При выборе средств измерений необходимо исходить из условия выполнения требований отклонению измерений, установленных в столбце 2 таблицы 1. Погрешность измерений должна быть не более 1/3 предела допускаемого отклонения параметра.

2. Все средства измерений, применяемые при аттестации, должны быть утвержденного типа, поверены и иметь свидетельства о поверке, установленной формы и (или) отметки в формуляре (оттиск поверительного клейма) с не истекшим сроком действия.

3. Для проведения аттестации допускается использование высоковольтных нагрузок меньшего номинала и мощности, чем приведенные в таблице 3.

4. Мультиметр цифровой может быть заменен на отдельные приборы для каждого вида измерения, при условии соответствия диапазона измерения и класса точности.

## **5. Условия аттестации**

5.1 Аттестация должна проводиться при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха от 20 до 30 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 85 до 105 кПа (от 637 до 787 мм.рт.ст.);
- напряжение питающей сети от 210 до 230В;
- частота питающей сети (50 ± 2) Гц;
- коэффициент несинусоидальности формы кривой напряжения не более 5%.

## **6. Требования к квалификации персонала**

7.1 К проведению аттестации допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на установку, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие группу по электробезопасности не ниже III.

## **7. Требования безопасности**

8.1 При подготовке и проведении аттестации следует соблюдать требования безопасности и производственной санитарии, установленные в эксплуатационной документации на установку и средства измерений.

8.2 Подготовку к измерениям, включение, выключение, выбор режимов должны выполнять специалисты организации, эксплуатирующей данное испытательное оборудование, изучившие указания по мерам безопасности и особенности эксплуатации установки, изложенные в паспорте.

8.3 Перед проведением аттестации установки проводится техническое обслуживание и подготовка к работе, согласно технической документации.

8.4 Подготовку установки к аттестации, сборку и разборку измерительных схем следует выполнять при отсутствии напряжения или остаточного заряда.

8.5 Розетка однофазной сети питания установки должна иметь контакт заземления, соединенный с контуром защитного заземления.

8.6 В цепях питания используемых средств аттестации должны быть предохранители или автоматические выключатели.

8.7 Помещения, предназначенные для проведения аттестации, должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и отвечать следующим критериям: наличие выделенной шины заземления; обеспечение аварийным освещением, в том числе переносным с автономным питанием; наличие средств пожаротушения и оказания первой медицинской помощи.

## **8. Подготовка к проведению аттестации**

8.1 Перед началом работ по определению метрологических характеристик должны быть выполнены следующие подготовительные действия:

- установка должна быть выдержана не менее 1 часа при нормальных условиях внешней среды, если перед аттестацией она содержалась в условиях, отличающихся от указанных;
- установка должна быть размещена на горизонтальной поверхности с соблюдением условий и правил, предусмотренных руководством по эксплуатации;
- выполнены операции по подготовке к работе, предусмотренные руководствами по эксплуатации применяемых средств измерений.

## 9. Проведение аттестации

### 9.1 Проверка документации и внешний осмотр.

9.1.1 При проведении проверки эксплуатационной документации на установку должно быть установлено ее соответствие конкретному изделию, состояние и правильность ведения документации.

#### 9.1.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие маркировки технической документации (наименование модели, серийный номер), наличие гарантийных пломб;
- соответствие комплектности паспорту на установку;
- отсутствие механических повреждений корпуса или органов управления, влияющих на работу установки;
- отсутствие загрязнений или окисления разъемов и клемм;
- исправность разъема сетевого питания и заземления.

### 9.2 Опробование.

9.2.1 При опробовании проводят проверку изоляции, работоспособности органов управления и основных систем установки. Проверка целостности изоляции и контура заземления проводится следующим образом:

- не подключая установку к питающей сети измерить сопротивление между разъемом заземления на передней панели, разъемом заземления на задней панели, заземляющим контактом в разъеме сетевого питания. Результаты проверки считаются удовлетворительными, если сопротивление составляет менее 1 Ом;
- не подключая установку к питающей сети убедиться в отсутствии замыкания между каждым высоковольтным выходом и разъемом заземления на передней панели.

9.2.2 Проверка работоспособности переключателей режимов и диапазонов тока проводится следующим образом:

- подключить установку к питающей сети сетевым кабелем, к шине заземления отдельным проводом;
- включить установку кнопкой POWER;
- нажать и удерживать кнопку установки таймера «вверх», значение на дисплее должно расти от 0,0 до 999, после нажать и удерживать кнопку «вниз», значение уменьшится в обратном порядке до 0,0;
- нажать дважды каждую фиксирующуюся кнопку выбора режимов, после первого нажатия кнопка должна остаться в нижнем положении, после второго вернуться в верхнее;
- нажать кнопку ИЗМ/УСТ, дисплей тока должен отобразить установленное предельное значение для текущего диапазона;
- повернуть потенциометр плавной регулировки тока по часовой и против часовой стрелки, при этом значение на дисплее тока должно меняться в соответствии с направлением вращения. Плавным вращением потенциометра установить предельное значение для действующего диапазона тока, в соответствии с техническими характеристиками амперметра для данной модели. По окончании вернуть кнопку ИЗМ/УСТ в верхнее положение, при этом дисплей тока должен показать начальные значения (начальное значение для младшего разряда может отличаться от нуля при отключенном или малом напряжении);

- нажать кнопку выбора следующего диапазона тока, при этом на дисплее должно измениться положение десятичной точки, в соответствии с выбранным диапазоном и разрешением. Нажать кнопку ИЗМ/УСТ и повторить процедуру установки предельного значения для текущего диапазона. По окончании вернуть кнопки в верхнее положение и повторить перечисленные выше операции для всех доступных диапазонов.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если работа установки полностью соответствует вышеописанному. При выявлении существенных расхождений установка признается непригодной к эксплуатации и направляется в ремонт.

9.2.3 Проверку диапазона воспроизведения напряжения и работоспособность основных органов управления установки необходимо проводить в следующем порядке:

- подключить установку к питающей сети сетевым кабелем, к шине заземления отдельным проводом;

- проверить работоспособность зеленой контрольной лампы СЕТЬ;

- включить установку кнопкой POWER, дисплей вольтметра должен показать нулевые значения (допустимое отклонение  $3\text{e.m.p.}$ );

- подключить киловольтметр (V1) согласно схеме, приведенной на рис.1 (подключение и последующее измерение должны осуществляться в строгом соответствии с руководством по эксплуатации на используемые приборы);

- нажать кнопку запуска, при этом загорится красный индикатор ТЕСТ, таймер начнет отсчет времени с момента запуска;

- плавным вращением регулятора по часовой стрелке поднять выходное напряжение до максимума, указанного в технических характеристиках, контролируя нарастание по дисплею напряжения и киловольтметру. В процессе подачи напряжения должен гореть красный индикатор высокого напряжения;

- нажатием кнопки STOP отключить подачу напряжения, при этом индикатор ТЕСТ погаснет, таймер сбросит отсчет, дисплей напряжения обнулится, индикатор высокого напряжения погаснет (скорость спада напряжения и соответствующее время отключения индикатора высокого напряжения зависят от величины и типа выходного напряжения и могут различаться) (после отключения на высоковольтных выходах может оставаться незначительное остаточное напряжение);

- установить время таймера равно  $60\text{c}$ ;

- повторно нажать кнопку запуска, дисплей напряжения должен показать установленное ранее значение (допустимое отклонение  $200\text{В}$ ), таймер начнет обратный отсчет времени;

- по окончании обратного отсчета подача напряжения должна прекратиться, индикатор ТЕСТ погаснет, дисплей напряжения обнулится, индикатор высокого напряжения погаснет;

- плавным вращением против часовой стрелки вернуть регулятор напряжения в начальное положение;

- при наличии переключателя AC/DC повторить приведенные выше операции для режима постоянного тока;

- при наличии переключателя  $10\text{kВ}/5\text{kВ}$  повторить все операции в двух диапазонах напряжения.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если работа установки полностью соответствует вышеописанному. При выявлении существенных расхождений установка признается непригодной к эксплуатации и направляется в ремонт.

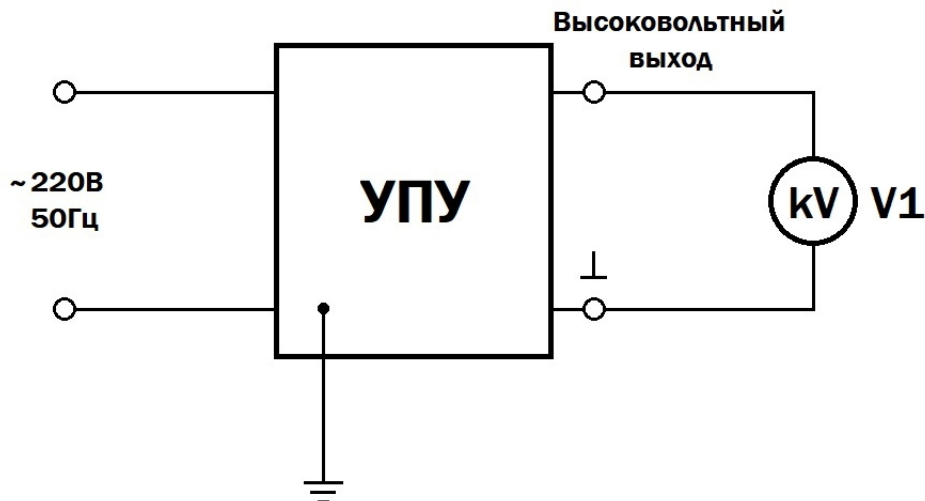


Рис. 1

9.2.4 Проверка автоматического отключения высокого напряжения при превышении диапазона тока проводится в следующем порядке:

- подключить установку к питающей сети сетевым кабелем, к шине заземления отдельным проводом;
- включить установку кнопкой POWER;
- подключить высоковольтную нагрузку ( $R_n$ ) и киловольтметр (V1) согласно схеме, приведенной на рис.2 (номинал нагрузки выбирается исходя из верхнего диапазона тока и мощности установки, рекомендуемые максимальные значения приведены в таблице 3, также допустимо использовать меньшие номиналы);
- установить первый диапазон тока (последовательность действий описана в п.9.2.2);
- нажать кнопку запуска;
- медленным вращением регулятора по часовой стрелке повышать напряжение, отслеживая показания дисплея тока;
- по достижении или превышении установленного предела тока загорится красный индикатор ПРОБОЙ и раздастся длительный звуковой сигнал, при этом выходное напряжение должно отключиться, таймер сбросит отсчет времени (после отключения на высоковольтных выходах может оставаться незначительное остаточное напряжение);
- нажать кнопку стоп, звуковой сигнал должен прекратиться, индикатор ПРОБОЙ погаснуть;
- плавным вращением против часовой стрелки вернуть регулятор напряжения в начальное положение;
- установить следующий диапазон тока и повторить вышеописанные операции для всех доступных диапазонов.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если работа установки полностью соответствует вышеописанному. При выявлении существенных расхождений установка признается непригодной к эксплуатации и направляется в ремонт.



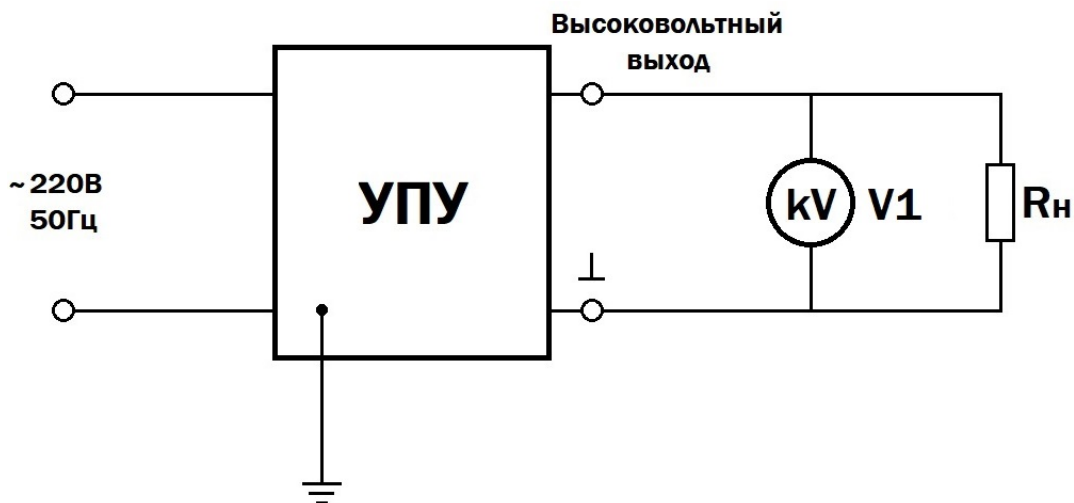


Рис. 2

9.3 Определение действительных метрологических и технических характеристик установки.

9.3.1 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений напряжения переменного тока и напряжения постоянного тока:

- собрать схему, приведенную на рис. 1;
- выставить режим АС соответствующим переключателем на передней панели установки;
- нажать кнопку запуска и выставить по показаниям дисплея напряжения значения, приведенные в таблице 4 (до 5кВ) и 5 (до 10кВ);
- зафиксировать соответствующие показания эталонного киловольтметра (V1) в каждой точке;
- повторить вышеописанные измерения для режима DC (при его наличии);
- рассчитать относительную погрешность измерений напряжения в каждой точке по формуле:

$$\delta_U = \frac{U - U_3}{U_3} 100\%$$

где:

$\delta$  – относительная погрешность, %;

$U$  – показания установки, кВ;

$U_3$  – показания эталонного киловольтметра, кВ.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность измерений напряжения переменного и постоянного тока находится в пределах допуска. При выходе относительной погрешности за пределы допуска установка признается непригодной к эксплуатации и направляется в ремонт.

Таблица 4 – Результаты определения относительной погрешности измерений напряжения переменного или постоянного тока для установок до 5кВ.

Устанавливаемые значения напряжения, кВ	Измеренные значения, кВ		Рассчитанная относительная погрешность, $\delta_U$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности
	$U$	$U_3$		
0,2				$\pm(5\%+3_{e.m.p.})$
1				
2				
3				
4				
5				

Примечания:

U – показания аттестуемой установки, кВ.

U<sub>э</sub> - показания эталонного измерителя, кВ.

Таблица 5 – Результаты определения относительной погрешности измерений напряжения переменного или постоянного тока для установок до 10кВ.

Устанавливаемые значения напряжения, кВ	Измеренные значения, кВ		Рассчитанная относительная погрешность, $\delta_U$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности
	U	U <sub>э</sub>		
0,5				$\pm(5\%+3_{\text{с.м.р.}})$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Примечания:

U – показания аттестуемой установки, кВ.

U<sub>э</sub> - показания эталонного измерителя, кВ.

9.3.2 Определение пределов допускаемой относительной погрешности измерений силы переменного тока и силы постоянного тока:

- собрать схему, приведенную на рис. 3 (нагрузка (Rн), используемая ранее в п.9.2.4);
- установить первый диапазон тока;
- выставить режим АС соответствующим переключателем на передней панели установки;
- нажать кнопку запуска и плавным вращением регулятора напряжения выставить по показаниям дисплея тока значения, приведенные в таблицах 6 - 11;
- зафиксировать соответствующие показания эталонного амперметра (А1) в каждой точке;
- повторить вышеописанные измерения для режима DC (при его наличии) и для каждого доступного диапазона тока;
- рассчитать относительную погрешность измерений тока в каждой точке по формуле:

$$\delta_I = \frac{I - I_э}{I_э} 100\%$$

где:

$\delta$  – относительная погрешность, %;

I – показания установки, мА;

I<sub>э</sub> – показания эталонного амперметра, мА.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если относительная погрешность измерений силы переменного и постоянного тока находится в пределах допуска. При выходе относительной погрешности за пределы допуска установка признается непригодной к эксплуатации и направляется в ремонт.

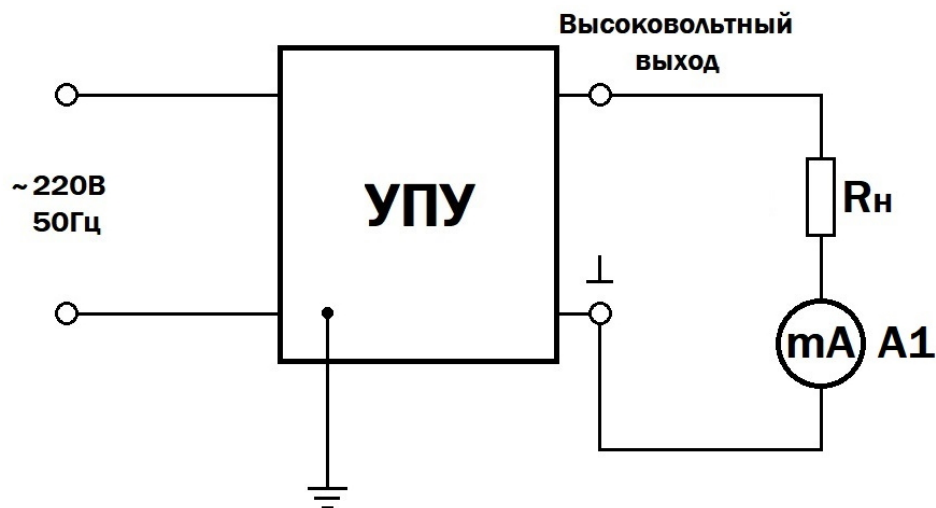


Рис. 3

Таблица 6 – Результаты определения относительной погрешности измерений силы переменного или постоянного тока в диапазоне до 2мА.

Устанавливаемые значения силы тока, мА	Измеренные значения, мА		Рассчитанная относительная погрешность, $\delta_1$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности
	I	I <sub>э</sub>		
0,2				±(3%+3 <sub>е.м.р.</sub> )
0,5				
1,0				
1,5				
1,9				

Примечания:

I – показания аттестуемой установки, мА.

I<sub>э</sub> - показания эталонного измерителя, мА.

Таблица 7 – Результаты определения относительной погрешности измерений силы постоянного тока в диапазоне до 10мА.

Устанавливаемые значения силы тока, мА	Измеренные значения, мА		Рассчитанная относительная погрешность, $\delta_1$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности
	I	I <sub>э</sub>		
2				±(3%+3 <sub>е.м.р.</sub> )
4				
6				
8				
9,5				

Примечания:

I – показания аттестуемой установки, мА.

I<sub>э</sub> - показания эталонного измерителя, мА.

Таблица 8 – Результаты определения относительной погрешности измерений силы переменного или постоянного тока в диапазоне до 20мА.

Устанавливаемые значения силы тока, мА	Измеренные значения, мА		Рассчитанная относительная погрешность, $\delta_1$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности
	I	I <sub>э</sub>		
2				±(3%+3 <sub>е.м.р.</sub> )
5				
10				
15				
19				

Примечания:

I – показания аттестуемой установки, мА.

I<sub>э</sub> - показания эталонного измерителя, мА.

Таблица 9 – Результаты определения относительной погрешности измерений силы переменного тока в диапазоне до 50мА.

Устанавливаемые значения силы тока, мА	Измеренные значения, мА		Рассчитанная относительная погрешность, $\delta_1$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности
	I	I <sub>э</sub>		
10				±(3%+3 <sub>е.м.р.</sub> )
20				
30				
40				
48				

Примечания:

I – показания аттестуемой установки, мА.

I<sub>э</sub> - показания эталонного измерителя, мА.

Таблица 10 – Результаты определения относительной погрешности измерений силы переменного тока в диапазоне до 100мА.

Устанавливаемые значения силы тока, мА	Измеренные значения, мА		Рассчитанная относительная погрешность, $\delta_1$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности
	I	I <sub>э</sub>		
10				±(3%+3 <sub>е.м.р.</sub> )
20				
50				
75				
95				

Примечания:

I – показания аттестуемой установки, мА.

I<sub>э</sub> - показания эталонного измерителя, мА.

Таблица 11 – Результаты определения относительной погрешности измерений силы переменного тока в диапазоне до 200мА.

Устанавливаемые значения силы тока, мА	Измеренные значения, мА		Рассчитанная относительная погрешность, $\delta_1$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности
	I	I <sub>э</sub>		
10				±(3%+3 <sub>е.м.р.</sub> )
50				
100				
150				
190				

Примечания:

I – показания аттестуемой установки, мА.

I<sub>э</sub> - показания эталонного измерителя, мА.

### 10 Оформление результатов аттестации

10.1 Результаты аттестации установки оформляют протоколом. Содержание протокола первичной аттестации испытательного оборудования приведено в приложении А, ГОСТ Р 8.568-2017.

10.2 При положительных результатах аттестации на основании протокола установка признается пригодной для использования при испытаниях, оформляется аттестат по форме, приведенной в приложении Б, ГОСТ Р 8.568-2017.

10.3 При отрицательных результатах аттестации на основании протокола установка признается непригодной к применению, оформляется извещение о непригодности. В извещении указываются причины непригодности.

10.4 Сведения о проведенной аттестации и ее результатах заносятся в техническую документацию на установку.