

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»



Е.А. Гаврилова

20 25 г.

**«ГСИ. Системы измерения импульсного электрического
напряжения СИИЭН.**

Методика поверки»

МП 050.M12-24

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 24 » 01 20 25 г.

Москва 20 ____

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы измерения импульсного электрического напряжения СИИЭН и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Системы измерения импульсного электрического напряжения СИИЭН (далее – системы СИИЭН) предназначены для измерений амплитудных значений импульсов электрического напряжения при их регистрации в миллисекундном и секундном диапазонах.

Принцип действия систем основан на пропорциональном аналого-цифровом преобразовании входных импульсов электрического напряжения в цифровой код с последующей обработкой, запоминанием и измерением их амплитудных значений с помощью программного обеспечения, функционирующего под управлением персональной электронно-вычислительной машины.

1.3 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 182-2010 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений импульсного электрического напряжения (далее - ГПС), утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 30 декабря 2019 г. № 3463.

1.4 Поверка систем СИИЭН выполняется методом прямых измерений.

1.5 Системы СИИЭН обеспечивают метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Метрологические характеристики систем СИИЭН

Наименование характеристики	Значение
Максимальное измеряемое значение амплитуды импульсов электрического напряжения отрицательной и положительной полярностей, В	10
Коэффициент преобразования, В/В	от 0,95 до 1,05
Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента преобразования, %	± 10
Время установления переходной характеристики, мс, не более	5,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений времени установления переходной характеристики, %	± 15
Длительность переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды, с, не менее	5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений длительности переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды, %	± 15
Примечание – Время установления переходной характеристики определяется как интервал с момента начала выходного импульса напряжения (уровень 0,1 от среднего значения амплитуды на фронте импульса) до момента установления выходного напряжения в пределах зоны, определяемой размахом колебаний на вершине $\pm 5\%$	

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Операции первичной и периодической поверок

№ п/п	Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
		первичной поверке	периодической поверке	
1	Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2	Подготовка к поверке и опробование средств измерений	Да	Да	8
3	Подтверждение соответствия программного обеспечения	Да	Да	9
4	Определение метрологических характеристик средств измерений			10
5	Определение коэффициента преобразования	Да	Да	10.1
6	Определение времени установления переходной характеристики	Да	Нет	10.2
7	Определение длительности переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды	Да	Нет	10.3
8	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			11
9	Расчет коэффициента преобразования	Да	Да	11.1
10	Расчет относительной погрешности коэффициента преобразования	Да	Нет	11.2
11	Расчет времени установления переходной характеристики	Да	Нет	11.3
12	Расчет относительной погрешности измерений времени установления переходной характеристики	Да	Нет	11.4
13	Расчет длительности переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды	Да	Нет	11.5
14	Расчет относительной погрешности измерений длительности переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды	Да	Нет	11.6
15	Определение максимального измеряемого значения амплитуды	Да	Нет	11.7

№ п/п	Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела
	импульсов электрического напряжения отрицательной и положительной полярностей			

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении любой операции поверка прекращается.

2.3 Первичная (периодическая) поверка, проводится на основании письменного заявления владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, оформленного в произвольной форме, с указанием заводских номеров представляемых изделий.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +20 до +30;
- относительная влажность воздуха, %, не более 70;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104;
- напряжение питания сети, В от 207 до 253;
- частота сети, Гц от 49 до 51.

3.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим, свободным от пыли.

4 Требования к специалистам, осуществляющих поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации (РЭ) на системы СИИЭН, правила по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н, имеющие опыт работы с высокоточными средствами измерений в области измерений электрических величин и прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

4.2 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры воздуха от плюс 20 °С до плюс 30 °С и пределами допускаемого значения основной абсолютной погрешности измерений температуры ± 1 °С. Средства измерений относительной влажности до 70 % и пределами допускаемого значения основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 3 %. Средства измерений давления воздуха от 94 до 107 кПа и пределами допускаемого значения основной абсолютной погрешности измерений давления $\pm 0,5$ кПа. Средства измерений напряжение питания сети в диапазоне от 207 до 253 В и относительной погрешностью измерений не более ± 3 %. Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 49 до 51 Гц и относительной погрешностью измерений не более ± 3 %	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег. № 32014-06 Вольтметр универсальный В7-54/3, рег. № 15250-12. Вольтметр универсальный В7-54М, рег. № 50973-12
п.8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Рабочие эталоны единицы импульсного электрического напряжения (осциллографические регистраторы) соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2-го разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 30 декабря 2019 г. № 3463 в диапазоне измерений амплитуды электрического напряжения от 10 мВ до 1 В, полосой пропускания не менее 500 МГц, входным сопротивлением 1 МОм/50 Ом и относительной погрешностью измерений амплитудно-временных значений регистрируемых сигналов ± 3 %	Осциллограф цифровой Tektronix TDS 784D, рег. № 19296-00
	Средства измерений (генераторы импульсов напряжения) с диапазоном установки амплитуды на 50-омной нагрузке от 0,1 до 10,0 В, погрешность установки амплитуды ± 3 %, длительность фронта выходных импульсов до 10 нс, длительность выходных импульсов от 50 нс до 5 с	Генератор импульсов Г5-102, рег. № 39224-08. Генератор импульсов точной амплитуды Г5-75, рег. № 7767-12
	Средства измерений (осциллографические	Осциллограф

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	регистраторы) в диапазоне измерений амплитуды электрического напряжения от 10 мВ до 1 В, полосой пропускания не менее 500 МГц, входным сопротивлением 1 МОм/50 Ом и относительной погрешностью измерений амплитудно-временных значений регистрируемых сигналов $\pm 3 \%$	цифровой Tektronix DPO71604C, рег.№ 48470-11
п.10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Рабочие эталоны единицы импульсного электрического напряжения (осциллографические регистраторы) соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2-го разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) от 30 декабря 2019 г. № 3463 в диапазоне измерений амплитуды электрического напряжения от 10 мВ до 1 В, полосой пропускания не менее 500 МГц, входным сопротивлением 1 МОм/50 Ом и относительной погрешностью измерений амплитудно-временных значений регистрируемых сигналов $\pm 3 \%$	Осциллограф цифровой Tektronix TDS 784D, рег.№ 19296-00
	Средства измерений (осциллографические регистраторы) в диапазоне измерений амплитуды электрического напряжения от 10 мВ до 1 В, полосой пропускания не менее 500 МГц, входным сопротивлением 1 МОм/50 Ом и относительной погрешностью измерений амплитудно-временных значений регистрируемых сигналов $\pm 3 \%$	Осциллограф цифровой Tektronix DPO71604C, рег.№ 48470-11
	Средства измерений (генераторы импульсов напряжения) с диапазоном установки амплитуды на 50-омной нагрузке от 0,1 до 5 В, погрешность установки амплитуды $\pm 5 \%$, длительность фронта выходных импульсов от 0,5 до 10 нс, длительность выходных импульсов от 50 нс до 100 с	Генератор импульсов Г5-102, рег.№ 39224-08. Генератор импульсов точной амплитуды Г5-75, рег.№ 7767-12

5.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

5.3 Средства измерений, указанные в таблице 2, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Перед началом поверки необходимо изучить руководство по эксплуатации на системы СИИЭН и настоящую методику поверки.

6.2 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанные в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н. Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

6.3 Система электрического питания приборов должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения.

6.4 При выполнении измерений должны соблюдаться требования, указанные в руководстве по эксплуатации на системы СИИЭН.

6.5 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Проверяют комплектность систем СИИЭН.

Комплектность систем СИИЭН должна соответствовать таблице 4.

Т а б л и ц а 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Система измерения импульсного электрического напряжения в составе:	СИИЭН	1 шт.
Блок преобразования аналогового сигнала	БПАС	1 шт.
Блок измерительный цифровой	БИЦ	1 шт.
Кабель оптоволоконный	ВОЛС	1 шт.
Персональная электронно-вычислительная машина (типа ноутбук)	ПЭВМ	1 шт.
Специальное программное обеспечения	Signal – 22	1 шт.
Кабель USB соединительный	–	1 шт.
Руководство по эксплуатации	–	1 экз.
Формуляр	–	1 экз.
Упаковка	–	1 шт.

7.2 Проверяют системы СИИЭН на отсутствие механических повреждений и ослаблений элементов конструкции.

7.3 Системы СИИЭН признаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если не обнаружены несоответствия комплектности, механические повреждения, ослабления элементов конструкции, неисправности разъемов.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Проверить наличие средств поверки по таблице 2, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

Проверить условия проведения поверки при помощи измерителя параметров микроклимата «Метеоскоп» и вольтметра В7-54М.

8.2 Используемые средства поверки разместить, заземлить и соединить в соответствии с требованиями их технической документации.

8.3 Подготовку, соединение, включение и прогрев систем СИИЭН и средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке проводить в соответствии с эксплуатационной документацией на указанные средства.

8.4 При опробовании систем СИИЭН оценивают их работоспособность с целью выявления внутренних скрытых дефектов, возникших при транспортировании или эксплуатации и препятствующих дальнейшей эксплуатации.

8.5 Подключают к выходу генератора импульсов Г5-102 (Г5-75) согласованную проходную 50-омную нагрузку. К выходу нагрузки, используя несогласованный тройник-разветвитель, подсоединяют (см. рисунок 1) с помощью 50-омных кабелей вход измерительного канала рабочего эталона 2-го разряда – осциллографа цифрового Tektronix TDS 784D с установленным входным сопротивлением 1 МОм и вход первого измерительного канала БПАС.

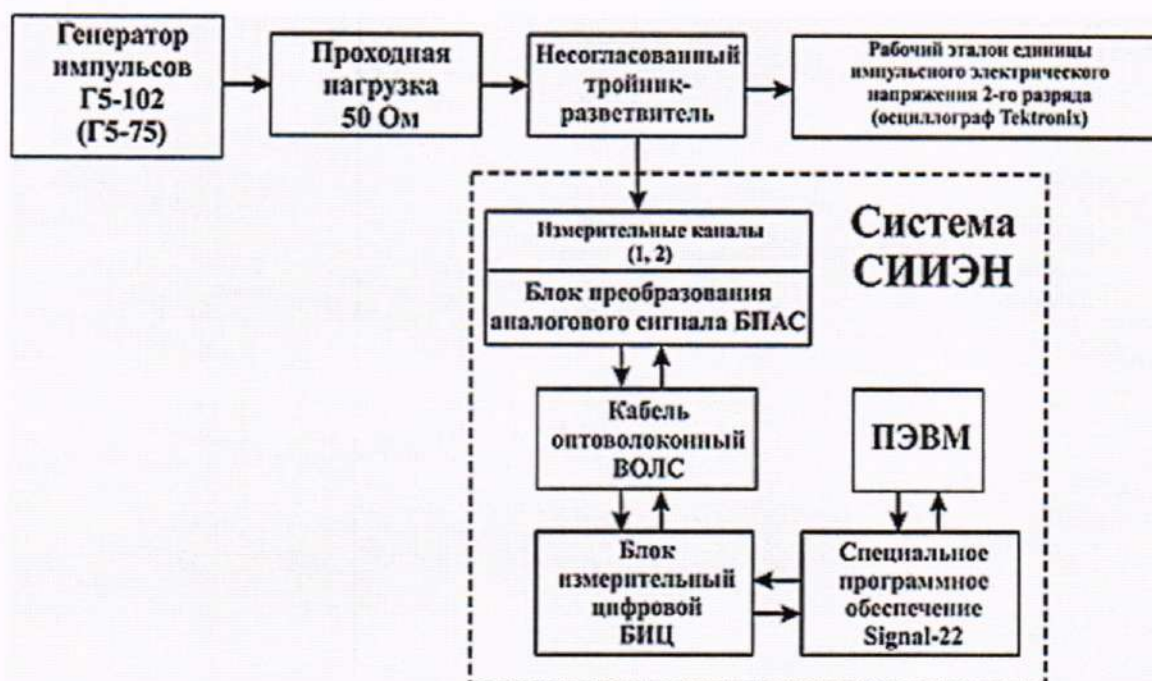


Рисунок 1 – Схема соединений при опробовании и определения характеристик систем СИИЭН

8.6 Воспроизводят однократные импульсы напряжения на выходе генератора Г5-102 (Г5-75) и с помощью осциллографа Tektronix TDS 784D устанавливают амплитуду $U_{Г5-102}$ импульсов напряжения на выходе генератора равной 10 В и длительностью не менее 1 с.

8.7 Подготавливают систему СИИЭН, в соответствии с РЭ, к регистрации импульсов напряжения с помощью персональной электронно-вычислительной машины (ПЭВМ) и установленного специального программного обеспечения Signal – 22 (ПО). Запускают

программное обеспечение в соответствии с руководством по эксплуатации на системы СИИЭН.

8.8 Воспроизводят однократные импульсы напряжения на выходе генератора Г5-102 (Г5-75) и, в соответствии с РЭ на систему СИИЭН, обеспечивают регистрацию импульсов напряжения, их обработку и вывод в графическом виде полученной измерительной информации на монитор ПЭВМ. При помощи ПО определяют среднее значение амплитуды V_{cp} В импульса напряжения на выходе первого канала (см. рисунок 2).

8.9 Вычисляют значение коэффициента преобразования первого измерительного канала системы СИИЭН при опробовании по формуле

$$K_{пр.К1} = V_{cp} / U_{Г5-102} \quad (1)$$

8.10 Работы по 8.5 – 8.9 проводят для второго измерительного канала системы СИИЭП.

8.11 Системы СИИЭН признаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если вычисленные значения коэффициентов преобразования для первого и второго каналов составляют от 0,95 до 1,05 В/В.

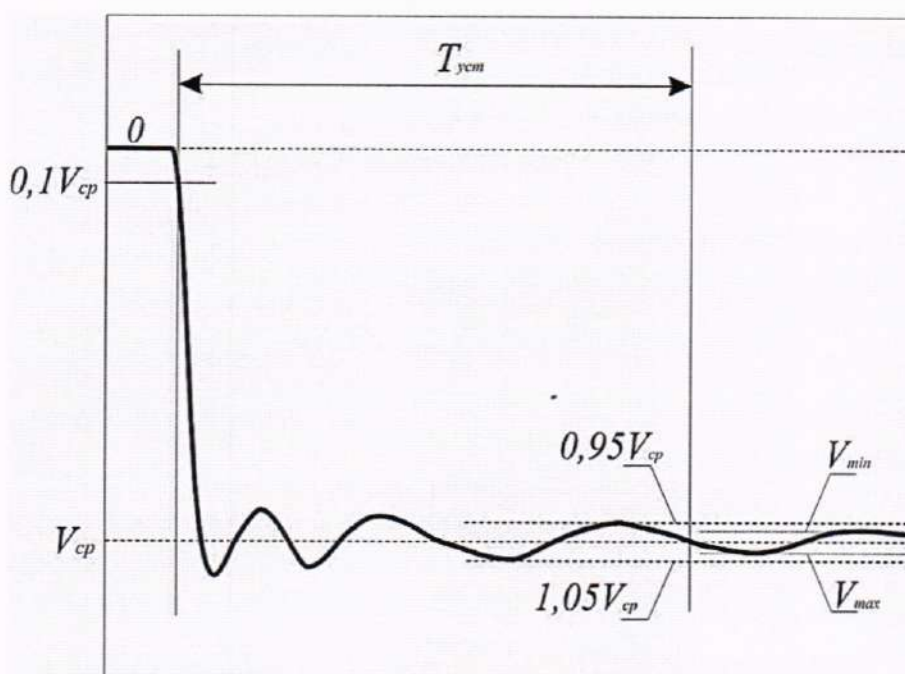


Рисунок 2 – Эмпора напряжения на выходе системы СИИЭН при определении метрологических характеристик

9 Подтверждение соответствия программного обеспечения

9.1 Для просмотра идентификационных данных специального программного обеспечения систем СИИЭН в главном окне программы нажимают на пункт меню «Справка», при этом отобразится диалоговое окно, которое содержит наименование ПО и версию ПО.

9.2 Системы СИИЭН признаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные специального программного обеспечения соответствуют значениям, приведенным в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 – Идентификационные данные (признаки) ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Signal – 22
Номер версии (идентификационный номер) ПО	0.45 и выше

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение коэффициента преобразования

10.1.1 Проводят работы по 8.5 – 8.7 для первого измерительного канала, воспроизводят импульсы напряжения на выходе генератора Г5-102 (Г5-75) с амплитудой равной плюс 10 В и при помощи ПО обеспечивают регистрацию и вывод в графическом виде полученной измерительной информации на монитор ПЭВМ.

По полученной осциллограмме на вершине импульса при помощи ПО через интервал времени $T_{\text{изм.Кпр}}$, с, превышающий удесятеренное значение времени установления $10 \cdot T_{\text{уст}}$, мс, переходной характеристики, измеряют два значения:

- V_{max} , В, – соответствующую максимальному значению амплитуды;
- V_{min} , В, – соответствующую минимальному значению амплитуды (см. рисунок 2).

П р и м е ч а н и е – Время установления переходной характеристики (см. рисунок 2) определяется как интервал с момента начала выходного импульса напряжения (уровень 0,1 от среднего значения амплитуды на фронте импульса) до момента установления выходного напряжения в пределах зоны, определяемой размахом колебаний на вершине $\pm 5\%$.

10.1.2 Измерения по 10.1.1 производят $n = 10$ раз

10.1.3 Работы по 10.1.2 – 10.1.3 проводят для установленной отрицательной полярности импульсов напряжения на выходе генератора Г5-102 (Г5-75) с амплитудой минус 10 В.

10.1.4 Работы по 10.1.3 проводят для второго измерительного канала системы.

10.1.5 Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А.

10.2 Определение времени установления переходной характеристики

10.2.1 Проводят работы по 8.5 – 8.8 для первого измерительного канала и при помощи ПО обеспечивают вывод в графическом виде полученной измерительной информации на монитор ПЭВМ.

10.2.2 В соответствии с рисунком 2, по полученной осциллограмме, определяют время установления $T_{\text{уст.к1.пол.ПХ}}$, мс, переходной характеристики (ПХ) как интервал с момента начала выходного импульса напряжения (уровень 0,1 от среднего значения амплитуды на фронте импульса) до момента установления выходного напряжения в пределах зоны, определяемой размахом колебаний на вершине $\pm 5\%$.

10.2.3 Работы по 10.2.1 – 10.2.2 последовательно проводят десять раз и определяют для каждого измерения время установления ПХ $T_{уст.к1.пол.ПХ.i}$, мс.

10.2.4 Работы по 10.2.3 проводят для установленной отрицательной полярности импульсов напряжения на выходе генератора Г5-102 (Г5-75) с амплитудой минус 10 В.

10.2.5 Работы по 10.2.4 проводят для второго измерительного канала системы.

10.2.6 Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А.

10.3 Определение длительности переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды

10.3.1 Проводят работы по 8.5 – 8.8, воспроизводят импульсы напряжения на выходе генератора Г5-102 (Г5-75) с амплитудой 10 В и длительностью не менее 5 с и при помощи ПО обеспечивают регистрацию и вывод в графическом виде полученной измерительной информации на монитор ПЭВМ и по полученной осциллограмме при помощи маркеров определяют длительность $T_{дл.к1.пол.ПХ.i}$, с, переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды на выходе первого канала.

10.3.2 Работы по 10.3.1 последовательно проводят десять раз и определяют для каждого измерения длительность $T_{дл.кан1.пол.ПХ.i}$, с, $i = 1...10$ переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды на выходе канала.

10.3.3 Работы по 10.3.2 проводят для установленной отрицательной полярности импульсов напряжения на выходе генератора Г5-102 (Г5-75) с амплитудой минус 10 В.

10.3.4 Работы по 10.3.3 проводят для второго измерительного канала системы.

10.3.5 Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Расчет коэффициента преобразования

11.1.1 Используя полученные значения по 10.1, вычисляют средние арифметические значения $\bar{V}_{max}$, В, и $\bar{V}_{min}$, В, по формулам

$$\bar{V}_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{max_i}, \quad (2)$$

$$\bar{V}_{min} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{min_i}, \quad (3)$$

где V_{max_i} – i -е измерение напряжения V_{max} , В;

V_{min_i} – i -е измерение напряжения V_{min} , В.

11.1.2 Значение коэффициента преобразования первого измерительного канала при амплитуде входного импульса положительной полярности равной плюс 10 В, $K_{пр}$, В/В, определяют по формуле

$$K_{пр} = (\bar{V}_{max} + \bar{V}_{min}) / U_{Г5-102}. \quad (4)$$

11.1.3 Работы по 11.1.1 – 11.1.2 проводят для отрицательной полярности импульсов напряжения на выходе генератора Г5-102 (Г5-75).

11.1.4 Работы по 11.1.3 проводят для второго измерительного канала системы.

11.1.5 Системы СИИЭН признаются прошедшими операции поверки по 10.1, 11.1 с положительным результатом, если значения коэффициентов преобразования для первого и второго измерительных каналов составляют от 0,95 до 1,05 В/В.

11.2 Расчет относительной погрешности коэффициента преобразования

11.2.1 Используя полученные значения по 11.1, вычисляют среднее квадратические отклонение (СКО) $S(\bar{V}_{\max})$, %, и $S(\bar{V}_{\min})$, %, измерений максимального $V_{\max}$, В, и минимального $V_{\min}$, В, значений напряжения на выходе канала и оценку СКО коэффициента преобразования $S(K_{\text{пр}})$, %, по формулам

$$S(\bar{V}_{\max}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{\max_i} - \bar{V}_{\max})^2}{n(n-1)}} \cdot \frac{100\%}{\bar{V}_{\max}}, \quad (5)$$

$$S(\bar{V}_{\min}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{\min_i} - \bar{V}_{\min})^2}{n(n-1)}} \cdot \frac{100\%}{\bar{V}_{\min}}, \quad (6)$$

$$S(K_{\text{пр}}) = \sqrt{S(\bar{V}_{\max})^2 + S(\bar{V}_{\min})^2}. \quad (7)$$

11.2.2 Доверительные границы случайной составляющей погрешности измерений коэффициента преобразования (без учета знака) $\varepsilon_{K_{\text{пр}}}$, %, при доверительной вероятности $P = 0,95$ и $n = 10$ находят по формуле

$$\varepsilon_{K_{\text{пр}}} = 2,262 \cdot S(K_{\text{пр}}). \quad (8)$$

11.2.3 Относительную погрешность $\Theta_{\text{нер.вер}}$, %, обусловленную неравномерностью вершины импульса на выходе канала находят по формуле

$$\Theta_{\text{нер.вер}} = (\bar{V}_{\max} - \bar{V}_{\min}) / (\bar{V}_{\max} + \bar{V}_{\min}) \cdot 100\%, \quad (9)$$

где $\bar{V}_{\max}$, В, и $\bar{V}_{\min}$, В, - средние арифметические значения в соответствии с 11.1.1.

11.2.4 Доверительные границы неисключенной систематической составляющей погрешности коэффициента преобразования $\Theta_{K_{\text{пр}}}$, %, при доверительной вероятности $P=0,95$ и поправочном коэффициенте $k = 1,1$ для первого измерительного канала при положительной полярности входного импульса определяют по формуле

$$\Theta_{K_{\text{пр}}} = 1,1 \sqrt{\theta_{\text{Г5-102}}^2 + \theta_{\text{нер.вер}}^2}, \quad (10)$$

где $\theta_{\text{Г5-102}}$ – неисключенная систематическая погрешность установления амплитуды импульсного электрического напряжения на выходе генератора Г5-102 (Г5-75) с помощью осциллографа Tektronix TDS 784D, %;

$\Theta_{\text{нер.вер}}$ – относительная погрешность, обусловленная неравномерностью вершины импульса на выходе канала, вычисляемая по формуле (9), %.

11.2.5 Доверительные границы относительной погрешности коэффициента преобразования $\delta_{K_{np.k1.пол}}$, %, для первого измерительного канала для положительной полярности входного импульса вычисляют по полученным значениям случайной и неисключенной систематической погрешности в соответствии с ГОСТ 8.736 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения» по формуле

$$\delta_{K_{np.k1.пол}} = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (11)$$

где K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и неисключенной систематической погрешности,

S_{Σ} – суммарное среднее квадратическое отклонение измерения коэффициента преобразования, определяемое по формуле

$$S_{\Sigma} = 1,1 \sqrt{S_{\theta}^2 + S(K_{np})^2}, \quad (12)$$

где S_{θ} – СКО неисключенной систематической погрешности измерений коэффициента преобразования, вычисляемое по формуле

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{K_{np}}}{1,1\sqrt{3}}. \quad (13)$$

Коэффициент K вычисляют по формуле

$$K = \frac{\varepsilon_{K_{np}} + \theta_{K_{np}}}{S(K_{np}) + S_{\theta}}. \quad (14)$$

11.2.6 Работы по 11.2.1 – 11.2.5 проводят для отрицательной полярности импульсов напряжения на выходе генератора Г5-102 (Г5-75) и рассчитывают значение $\delta_{K_{np.k1.отр}}$, %.

11.2.7 Работы по 11.2.6 проводят для второго измерительного канала системы и рассчитывают значения $\delta_{K_{np.k2.пол}}$, %, $\delta_{K_{np.k2.отр}}$, %.

11.2.8 Из полученных значений $\{\delta_{K_{np.k1.пол/отр}}, \delta_{K_{np.k2.пол/отр}}\}$ выбирают максимальное значение $\delta_{K_{np}}$, % и принимают его за относительную погрешность коэффициента преобразования системы СИИЭН.

11.2.9 Системы СИИЭН признаются прошедшими операции поверки по 11.2 с положительным результатом, если пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента преобразования не превышают ± 10 %.

11.3 Расчет времени установления переходной характеристики

11.3.1 Используя полученные значения по 10.2, вычисляют среднее арифметическое значение времени установления ПХ для первого канала для импульсов положительной полярности $\bar{T}_{уст.к1.пол.ПХ}$, мс, по 10 вычислениям по формуле

$$\bar{T}_{уст.к1.пол.ПХ} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{уст.к1.пол.ПХ.i}, \quad (15)$$

где $T_{уст.к1.пол.ПХ.i}$, - i – тый результат измерений, мс;
 n – количество измерений.

11.3.2 Проводят аналогичные работы по 11.3.1 и рассчитывают соответствующее время установления $T_{уст.к1.отр.ПХ}$, мс, для импульсов отрицательной полярности.

11.3.3 Работы по 11.3.1 – 11.3.2 проводят для второго измерительного канала системы и определяют соответствующие значения времени установления ПХ $T_{уст.к2.пол.ПХ}$, мс, и $T_{уст.к2.отр.ПХ}$, мс.

11.3.4 Из полученных значений $\{T_{уст.к1.пол/отр.ПХ}, T_{уст.к2.пол/отр.ПХ}\}$ выбирают максимальное значение, которое и принимают за время установления $T_{уст.ПХ}$, мс, переходной характеристики системы СИИЭН.

11.3.5 Системы СИИЭН признаются прошедшими операции поверки по 11.3 с положительным результатом, если полученное значение времени установления $T_{уст.ПХ}$, мс, переходной характеристики для первого и второго измерительных каналов для положительных и отрицательных полярностей входных сигналов не превышает 5 мс.

11.4 Расчет относительной погрешности измерений времени установления переходной характеристики

11.4.1 Доверительные границы $\Theta_{вр.уст.ПХ}$, %, относительной погрешности измерений времени установления переходной характеристики при доверительной вероятности $P = 0,95$ (без учета знака) для первого и второго измерительных каналов для импульсов положительной и отрицательной полярностей определяют по формуле

$$\Theta_{вр.уст.ПХ} = 1,1 \sqrt{2 \cdot \Theta_{осц.V.вн}^2 + 2 \cdot \Theta_{осц.T.вн}^2}, \quad (16)$$

где $\Theta_{осц.V.вн}$ – относительная погрешность осциллографа Tektronix TDS 784D при определении максимальной и минимальной амплитуды импульсов напряжения при определении времени установления (в соответствии с технической документацией на средство измерений), %;

$\Theta_{осц.T.вн}$ – относительная погрешность осциллографа Tektronix TDS 784D при определении интервала с момента начала выходного импульса напряжения (уровень 0,1 от среднего значения амплитуды на фронте импульса) до момента установления выходного напряжения в пределах зоны, определяемой размахом колебаний на вершине $\pm 5\%$ и уровня 0,1 на фронте импульса (в соответствии с технической документацией на средство измерений), %.

11.4.2 Системы СИИЭН признаются прошедшими операции поверки по 11.4 с положительным результатом, если значения относительной погрешности измерений времени установления переходной характеристики для первого и второго измерительных каналов для

импульсов положительной и отрицательной полярностей не превышают установленных пределов $\pm 15\%$.

11.5 Расчет длительности переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды

11.5.1 Используя полученные значения по 10.3, вычисляют среднее арифметическое значение длительности $\bar{T}_{\text{дл.кан1.пол.ПХ}}$, с, переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды на выходе канала по формуле

$$\bar{T}_{\text{дл.кан1.пол.ПХ}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_{\text{дл.кан1.пол.ПХ},i}, \quad (17)$$

где $T_{\text{дл.кан1.пол.ПХ},i}$ – i -тый результат измерений, с;
 n – количество измерений.

11.5.2 Полученное среднее арифметическое значение длительности $\bar{T}_{\text{дл.кан1.пол.ПХ}}$, с, переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды принимают за длительность $T_{\text{дл.кан1.пол.ПХ}}$, с, переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды на выходе канала для положительной полярности входного сигнала.

11.5.3 Проводят аналогичные работы по 11.5.1 – 11.5.2 и рассчитывают соответствующее значение длительности ПХ $T_{\text{дл.кан1.отр.ПХ}}$, с, для импульсов отрицательной полярности.

11.5.4 Работы по 11.5.1 – 11.5.3 проводят для второго измерительного канала системы и определяют соответствующие значения длительности ПХ $T_{\text{дл.кан2.отр.ПХ}}$, с, $T_{\text{дл.кан2.пол.ПХ}}$, с.

11.5.5 Из полученных значений $\{T_{\text{дл.кан1.пол.отр.ПХ}}, T_{\text{дл.кан2.пол.отр.ПХ}}\}$ выбирают минимальное значение, которое и принимают за длительность $T_{\text{дл.ПХ}}$, с, переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды системы СИИЭН.

11.5.6 Системы СИИЭН признаются прошедшими операции поверки по 11.5 с положительным результатом, если полученное значение длительности $T_{\text{дл.ПХ}}$, с, переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения составляет не менее 5 с.

11.6 Расчет относительной погрешности измерений длительности переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды

11.6.1 Доверительные границы $\Theta_{\text{дл.ПХ}}$, %, относительной погрешности измерений длительности переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды при доверительной вероятности $P = 0,95$ (без учета знака) для первого и второго измерительных каналов для импульсов положительной и отрицательной полярностей определяют по формуле

$$\Theta_{\text{дл.ПХ}} = 1,1 \sqrt{\Theta_{\text{дл.ген}}^2 + \Theta_{\text{осц.V.вн}}^2 + \Theta_{\text{осц.T.вн}}^2}, \quad (18)$$

где $\Theta_{\text{дл.ген}}$ — относительная погрешность воспроизведения длительности импульсов на выходе генератора импульсов Г5-102 (Г5-75) (в соответствии с технической документацией на соответствующее средство измерений), %;

$\Theta_{\text{осц.V.вн}}$ — относительная погрешность осциллографа Tektronix TDS 784D при определении амплитуды импульсов напряжения в установившемся режиме на выходе канала (в соответствии с технической документацией на средство измерений), %;

$\Theta_{\text{осц.T.вн}}$ — относительная погрешность осциллографа Tektronix TDS 784D при определении длительности переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды на выходе канала (в соответствии с технической документацией на средство измерений), %.

11.6.2 Системы СИИЭН признаются прошедшими операции поверки по 11.6 с положительным результатом, если значения относительной погрешности измерений длительности переходной характеристики по уровню 0,5 от установившегося значения амплитуды для первого и второго измерительных каналов для импульсов положительной и отрицательной полярностей не превышают установленных пределов $\pm 15\%$.

11.7 Определение максимального измеряемого значения амплитуды импульсов электрического напряжения отрицательной и положительной полярностей

11.7.1 За максимальные измеряемые значения амплитуды импульсов электрического напряжения отрицательной и положительной полярностей принимаются, установленные в процессе проведения работ по 10.1, значения амплитуды импульсов на входе канала: 10 В.

11.7.2 Системы СИИЭН признаются прошедшими операции поверки по 11.7 с положительным результатом, если при максимальных установленных значениях амплитуд входных импульсов электрического напряжения отрицательной и положительной полярностей 10 В полученные значения коэффициентов преобразования для первого и второго каналов составляют от 0,95 до 1,05 В/В, а рассчитанные значения пределов допускаемой относительной погрешности коэффициента преобразования не превышают $\pm 10\%$.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

12.2 Системы СИИЭН считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае системы СИИЭН считаются прошедшими поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской

Федерации от 31.07.2020 № 2510. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

12.5 Сведения о результатах поверки (как положительных, так и отрицательных) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник лаборатории
ФГБУ «ВНИИОФИ»

К.Ю. Сахаров

Ведущий научный сотрудник
ФГБУ «ВНИИОФИ»

О.В. Михеев

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ/ПЕРИОДИЧЕСКОЙ ПОВЕРКИ № _____

(наименование, тип СИ и модификация в соответствии с описанием типа, в единственном числе, регистрационный номер)

Заводской номер: _____ Год выпуска: _____
Изготовитель: _____
Владелец СИ: _____
Применяемые средства поверки: _____
Применяемая методика поверки: ГСИ. Системы измерения импульсного электрического напряжения СИИЭН. Методика поверки МП 050.М12-24

Условия поверки:
- температура окружающего воздуха _____ °С;
- относительная влажность воздуха _____ %;
- атмосферное давление _____ кПа;
- напряжение питания сети _____ В;
- частота сети _____ Гц.
Место проведения поверки: _____

Проведение поверки

1 Внешний осмотр

Соответствует/не соответствует п. XX методики поверки (при несоответствии перечисляют все несоответствия).

2 Опробование

Соответствует/не соответствует п. XX методики поверки (при несоответствии перечисляют все несоответствия).

3 Идентификация программного обеспечения (при наличии)

Указывается идентификационный номер.

4 Определение метрологических характеристик

Описывают все процедуры определения метрологических характеристик, измеренные величины, расчет погрешности.

5 Заключение по результатам поверки

По результатам поверки средство измерений соответствует / не соответствует метрологическим характеристикам, указанным в описании типа средства измерений, и признается пригодным/не пригодным к применению.

Средство измерений соответствует уровню N-го разряда по ГПС _____, утвержденной приказом Росстандарта (ГОСТ _____) от _____ № _____.

Поверитель:

подпись

Фамилия И.О.

Дата поверки: _____

Руководитель
подразделения:

подпись

Фамилия И.О.