

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по инновациям

ФГУП «ВНИИОФИ»



  
И.С. Филимонов

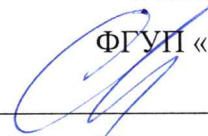
«31» 07 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ НАВЕДЕННЫХ ТОКОВ СИНТ**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**  
**МП 021.М12-20**

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

  
С.Н. Негода

«31» 07 2020 г.

Главный научный сотрудник

ФГУП «ВНИИОФИ»

  
В.Н. Крутиков

«31» 07 2020 г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Системы измерения наведенных токов СИИТ (далее по тексту – системы СИИТ) предназначены для измерений тока в электрических цепях технических систем и объектов при воздействиях импульсных и низкочастотных электромагнитных полей. Количество измерительных каналов – 8.

Настоящая методика поверки распространяется на системы СИИТ и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Опробование	8.2	Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	8.3	Да	Да
Определение метрологических характеристик*	8.4		
Определение диапазона измерений тока	8.4.1	Да	Да
Расчет относительной погрешности измерений тока	8.4.2	Да	Да
Определение максимальной длительности измеряемых сигналов тока	8.4.3	Да	Да
* – допускается проведение поверки для одного или нескольких каналов измерений наведенных токов в соответствии с заявлением заказчика			

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

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

2.4 Метрологические характеристики по пунктам 8.4.1 – 8.4.3 допускается определять не в полном объеме, при этом поверка проводится по сокращенной программе. Объем поверочных работ определяется совместным решением (или по договоренности) между заказчиком и исполнителем проведения работ.

2.5 Системы СИИТ обеспечивают следующие метрологические характеристики:

- диапазон измерений тока от  $\pm 1,0 \cdot 10^{-3}$  до  $\pm 1,0 \cdot 10^{-1}$  А;
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений тока  $\pm 15$  %;
- максимальная длительность измеряемых сигналов тока: 10 с.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются эталоны и поверенные средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства для проведения первичной и периодической поверок

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Основные технические и (или) метрологические характеристики
<i>Основные средства поверки</i>		
8.2; 8.4	1) Рабочий эталон единицы импульсного электрического напряжения 2-го разряда (далее – рабочий эталон)	<p>Диапазон значений импульсного электрического напряжения, в котором эталон хранит и передает значение величины, составляет от <math>1,0 \cdot 10^{-3}</math> до <math>1,0 \cdot 10^5</math> В.</p> <p>Верхняя граничная частота полосы пропускания цифровых осциллографов составляет от 16 до 50 ГГц, а преобразователя 10 ГГц.</p> <p>Относительная погрешность измерений напряжения постоянного тока цифрового осциллографа составляет от 1,0 до 2,5 %.</p> <p>Относительная погрешность измерений коэффициента преобразования преобразователя составляет от 4,0 до 6,0 %</p>
	2) Генератор импульсов Г5-102 (далее – генератор) (регистрационный номер 39224-08)	<p>Выход 1: нагрузка от 49,5 до 50,5 Ом, амплитуда импульсов от 10 мВ до 9,9 В; абсолютная погрешность установки амплитуды импульсов в основном диапазоне <math>\pm (0,03 \cdot U + 3 \text{ мВ})</math>, <math>U</math> – установленное значение амплитуды импульсов, В;</p> <p>период повторения одинарных импульсов от 10 нс до 100 с;</p> <p>предел допускаемой абсолютной погрешности установки периода <math>\pm 10^{-6} \cdot T_{\text{пп}}</math>, <math>T_{\text{пп}}</math> – установленное значение периода повторения, с;</p> <p>длительность основных импульсов от 5 нс до 10 с;</p> <p>предел допускаемой абсолютной погрешности установки длительности импульсов <math>\pm (10^{-4} \cdot T_{\text{дл}} + 0,5 \text{ нс} + T_{\text{фр}})</math>, <math>T_{\text{дл}}</math> – установленное значение длительности импульсов, с;</p> <p>длительность фронта и среза импульсов 4 нс.</p>
	3) Вольтметр универсальный В7-54/3 (далее – вольтметр) (регистрационный номер 15250-96)	<p>Пределы измерений напряжения постоянного тока: 0,2; 2,0; 20,0; 200,0; 1000,0 В;</p> <p>пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока от <math>\pm (0,004 \% \cdot U + 4 \text{ мкВ})</math> в пределе измерений 0,2 В до <math>\pm (0,005 \% \cdot U + 20 \text{ мВ})</math> в пределе измерений до 1000 В, где <math>U</math> – измеряемое значение напряжения, В;</p>

		<p>пределы измерений сопротивления постоянному току 0,2; 2,0; 20,0; 200,0; 2000,0 кОм, 20,0 МОм;</p> <p>пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений сопротивления постоянному току в пределе измерений до 0,2 кОм <math>\pm (0,01 \% \cdot R + 3 \text{ мОм})</math>, где R – измеряемое значение сопротивления, Ом.</p>
	4) Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп» (регистрационный номер 32014-06)	<p>Диапазон измеряемой температуры воздуха от минус 10 до плюс 50 °С;</p> <p>пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности измерений температуры <math>\pm 0,2</math> °С;</p> <p>диапазон измеряемой относительной влажности от 30 до 98 %;</p> <p>пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности измерений относительной влажности <math>\pm 3</math> %;</p> <p>диапазон измеряемого давления воздуха от 80 до 110 кПа;</p> <p>пределы допускаемого значения основной абсолютной погрешности измерений давления <math>\pm 0,13</math> кПа</p>
<i>Вспомогательные средства поверки</i>		
8.2; 8.4	Набор резистивных элементов	<p>Номинальные значения сопротивления от 0,1 до 50 Ом;</p> <p>относительная погрешность номинального значения сопротивления не более <math>\pm 5</math> %</p>
	Согласующий переходной адаптер СПА1 (далее – адаптер СПА1)	Входное сопротивление 50 Ом
Примечание – Генератор импульсов Г5-102 с набором резистивных элементов и адаптером СПА1 образуют источник импульсов тока		

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

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

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации на систему СИИТ и средства поверки, имеющие квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328н, прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

#### **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 Перед началом поверки необходимо изучить руководство по эксплуатации систем СИИТ и настоящую методику поверки.

5.2 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.2013 № 328н. 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 для легких физических работ.

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

5.4 При выполнении измерений должны соблюдаться требования, указанные в руководстве по эксплуатации системы СИНТ.

5.5 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.

## 6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 18 до 35;
- относительная влажность воздуха, % от 50 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104;
- напряжение питания сети, В от 200 до 240;
- частота сети, Гц от 49 до 51.

6.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим, свободным от пыли, паров кислот и щелочей.

6.3 В помещении, где проводится поверка, должны отсутствовать механические вибрации, а также постоянные и переменные электрические и магнитные поля, которые могут привести к искажению результатов измерений.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Проверьте наличие средств поверки по таблице 2, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

7.2 Используемые средства поверки разместите, заземлите и соедините в соответствии с требованиями их технической документации.

7.3 Подготовку, соединение, включение и прогрев системы СИНТ и средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке произведите в соответствии с эксплуатационной документацией на указанные средства.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Проверяют комплектность систем СИНТ.

Комплектность систем СИНТ должна соответствовать таблице 3.

Таблица 3 – Комплектность систем СИНТ

Наименование	Обозначение	Количество
Первичный измерительный преобразователь тока ПИП(Т)	–	8 шт.
Соединительный кабель	–	8 шт.
Восьмиканальный измерительный модуль на основе аналого-цифрового преобразователя с оптико-электронным устройством передачи сигнала ИМ	зав.№01/зав.№02/ зав.№03	1 шт.
Волоконно-оптический кабель ВОК	–	1 шт
Оптико-электронное устройство приема и преобразования сигнала УПП	зав.№01/зав.№02/ зав.№03	1 шт

USB кабель	–	1 шт
Регистрирующее устройство на основе ПЭВМ (типа ноутбук) с установленным специальным программным обеспечением СПО «Система СИНТ»	–	1 шт.
Зарядное устройство ЗУ	зав.№01/зав.№02/ зав.№03	1 шт.
Комплект ЗИП	–	1 шт.
Паспорт	КВФШ.468165.020 ПС	1 экз.
Руководство по эксплуатации	КВФШ.468165.020 РЭ	1 экз.
Методика поверки	МП 021.М12-20	1 экз.
Упаковка	–	1 шт.

8.1.2 Проверяют системы СИНТ на отсутствие механических повреждений и ослаблений элементов конструкции.

8.1.3 Системы СИНТ признаются прошедшими операцию поверки, если не обнаружены несоответствия комплектности, механические повреждения, ослабления элементов конструкции, неисправности разъемов.

## 8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании систем СИНТ оценивают работоспособность измерительных каналов системы с целью выявления внутренних скрытых дефектов (нарушение целостности сборки), возникших при транспортировании или эксплуатации, препятствующих дальнейшей эксплуатации систем СИНТ.

8.2.2 Первоначально собирают источник импульсов тока.

Для этого подключают вольтметр В7-54/3 к входным измерительным клеммам первичного измерительного преобразователя тока ПИП(Т) первого канала системы СИНТ. Устанавливают на вольтметре режим измерения сопротивления постоянному току и нижний предел измерений «0,2 кОм». Проводят измерение значения сопротивления нити накаливания датчика  $R_{нн}$ , Ом.

8.2.3 Из набора резистивных элементов (см. таблицу 1) подбирают согласующий резистор  $R_6$ , Ом, с таким номинальным значением сопротивления, чтобы суммарное значение сопротивления  $R_{изм.1} = (R_6 + R_{нн})$ , Ом, находилось в диапазоне от 49,5 до 50,5 Ом. Согласующий резистор устанавливают в адаптер СПА1 (см. рисунок 1), который подключают к входным контактам соединителя ПИП(Т) первого канала.

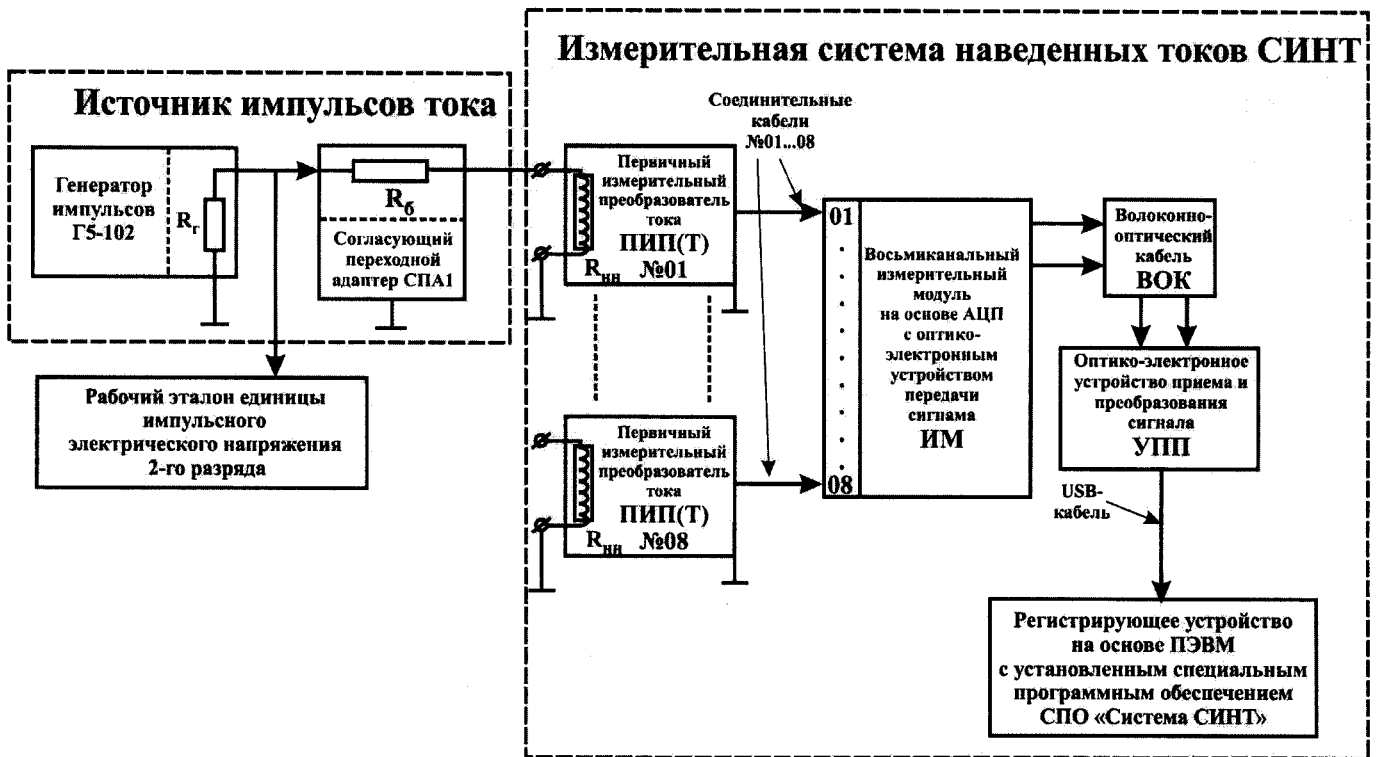


Рисунок 1 – Схема соединений при проведении измерений системы СИИТ

Выходы ПИП(Т) с помощью соединительного кабеля из состава системы СИИТ подключают к первому входу восьмиканального измерительного модуля на основе аналого-цифрового преобразователя с оптоэлектронным устройством передачи сигнала ИМ. Выход ИМ с помощью волоконно-оптического кабеля ВОК соединяют с оптоэлектронного устройства приема и преобразования сигнала УПП, а его выход посредством USB кабеля подключают к ПЭВМ из состава системы СИИТ, где с помощью установленного специального программного обеспечения СПО «Система СИИТ» осуществляется регистрация, визуализация и обработка сигналов (см. рисунки 2 и 3).

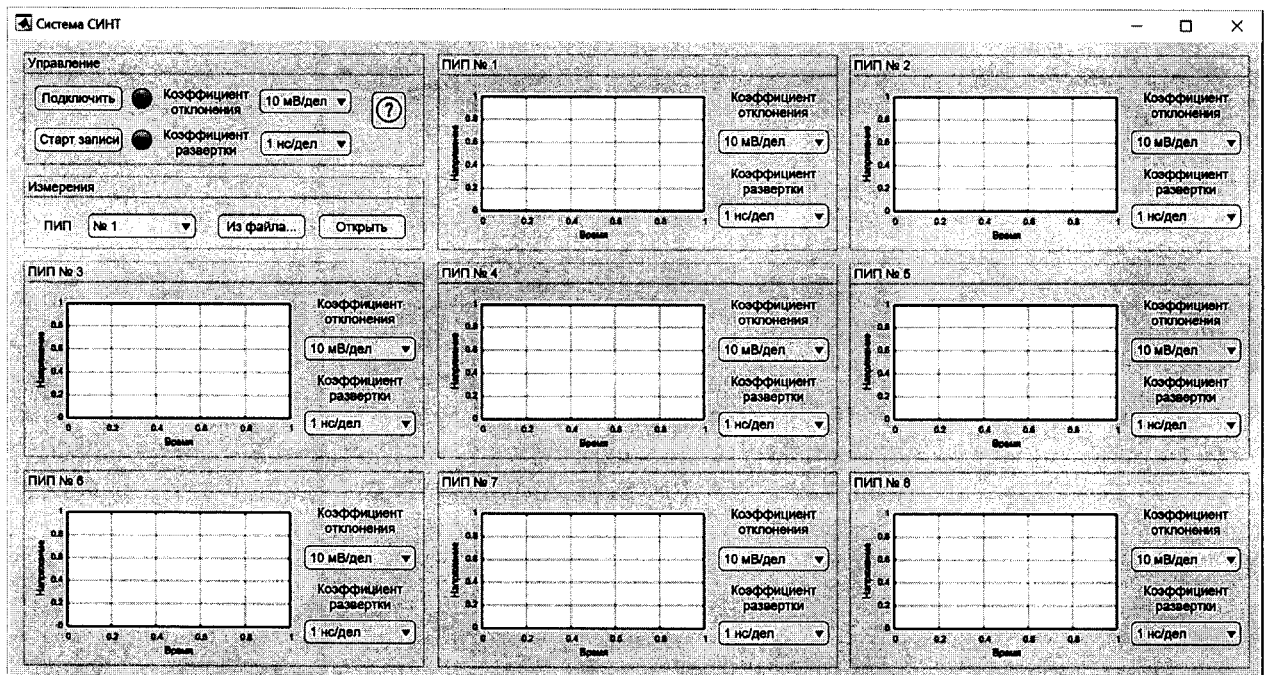


Рисунок 2 – Интерфейс СПО «Система СИИТ»

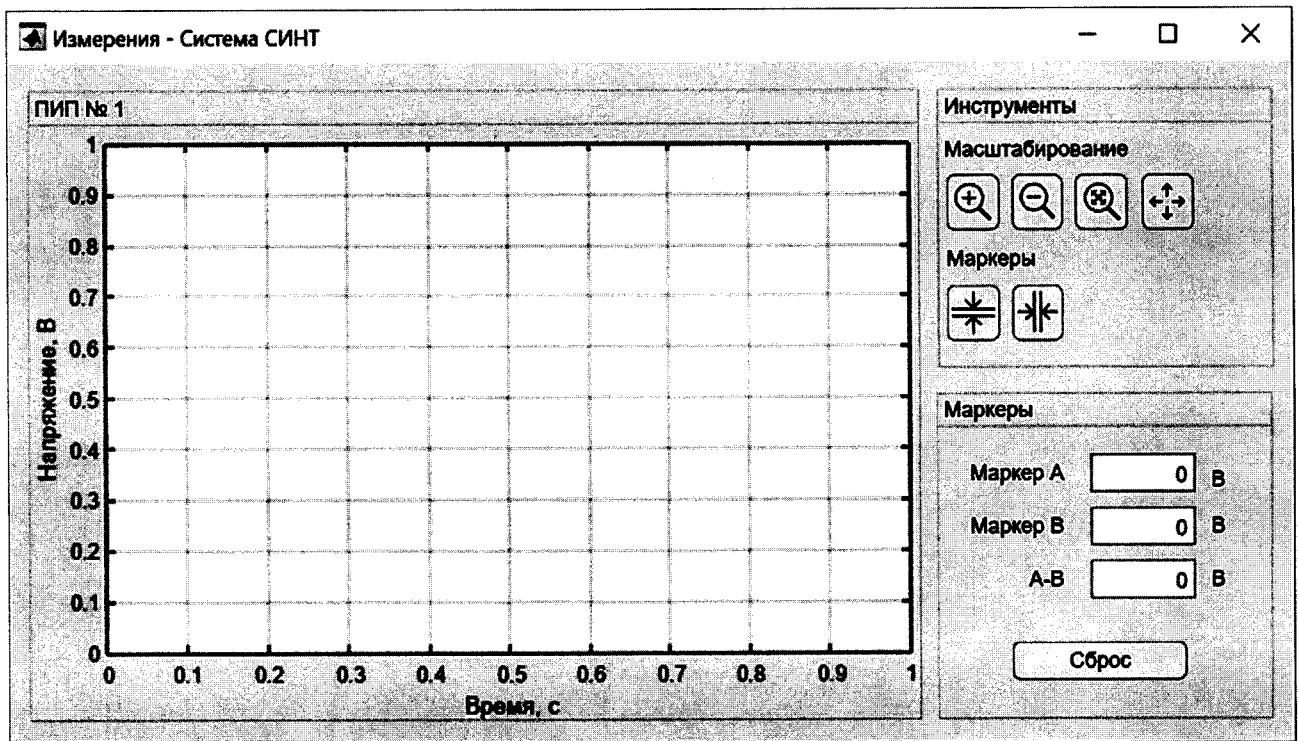


Рисунок 3 – Вкладка СПО «Система СИНТ» измерений и обработки сигналов

8.2.4 Подключают первый импульсный выход генератора Г5-102 в соответствии с рисунком 1 к цифровому осциллографу из состава рабочего эталона единицы импульсного электрического напряжения 2-го разряда. Подготавливают генератор для воспроизведения однократных импульсов напряжения с действующей амплитудой  $V_{Г5-102}$  порядка 1 В и длительностью  $T_{имп}$  равной 5 с и регистрируют импульс с указанными параметрами на экране осциллографа. Переключают импульсный выход генератора ко входу согласующему перехода СПА. С помощью СПО подготавливают ПЭВМ к регистрации и отображению двухполярных импульсов напряжения  $V_{max}$ ,  $V_{max}$ , В, с амплитудой порядка  $\pm 0,4$  В, длительностью порядка 0,5 с и временем задержки  $T_{дл.зд}$  порядка 5 с.

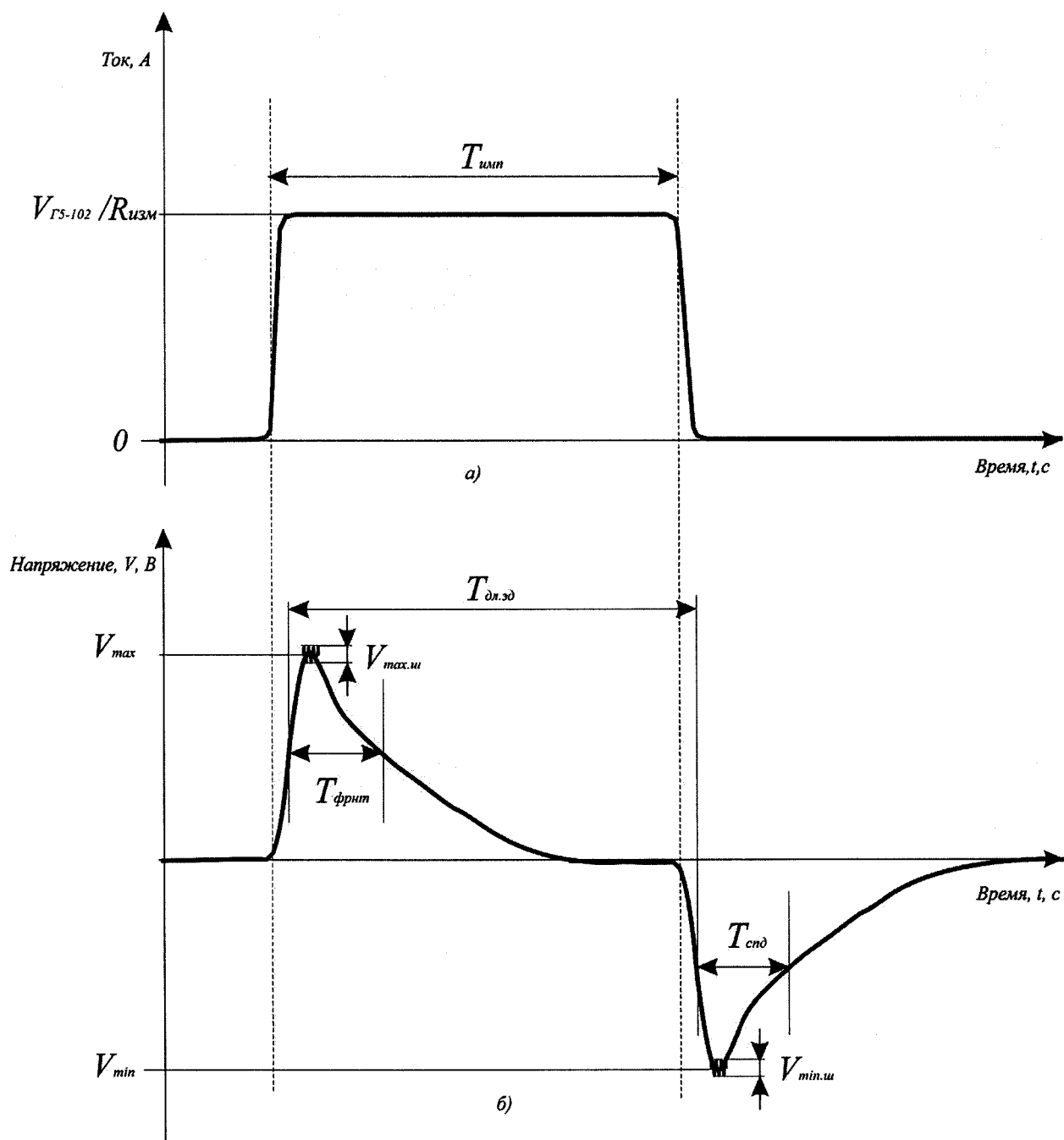
8.2.5 На выходе источника импульсов тока, образованного генератором импульсов Г5-102, набором резистивных элементов и адаптером СПА1 воспроизводят однократный импульс тока с амплитудой  $V_{Г5-102}/R_{изм.1}$ , А, и с помощью СПО обеспечивают регистрацию импульса напряжения на экране ПЭВМ на выходе первого измерительного канала системы СИНТ.

8.2.6 Аналогичные работы по 8.2.2 – 8.2.5 проводят для второго – восьмого измерительных каналов системы СИНТ.

8.2.7 Системы СИНТ признаются прошедшими операцию проверки, если на выходе системы СИНТ для каждого из каналов на экране ПЭВМ отображаются сигналы напряжения (см. рисунок 4б) с первым импульсом  $V_{max}$ , В, длительностью  $T_{фрнт}$  по уровню 0,5 от амплитуды порядка 1 с (отклик ПИП(Т) на фронт воздействующего импульса) и с вторым импульсом  $V_{min}$ , В, противоположной полярности с длительностью  $T_{спд}$  по уровню 0,5 от амплитуды порядка 1 с (отклик ПИП(Т) на спад воздействующего импульса), при этом длительность временного интервала задержки между фронтами указанных импульсов  $T_{дл.зд}$ , с, соответствует длительности  $T_{имп}$ , с, импульса, воспроизводимого генератором и амплитуды паразитных колебаний  $V_{max.ш}$ ,  $V_{min.ш}$ , В, на вершинах регистрируемых импульсов составляет не более  $\pm 10\%$  от величины  $V_{max}$ , В.

В случае, если амплитуда паразитных колебаний на вершине регистрируемых импульсов превышает  $\pm 10\%$ , принимают меры к выявлению источников электромагнитных помех и проводят работы по уменьшению их влияния на регистрирующую аппаратуру.





$V_{Г5-102} / R_{изм}$  – амплитуда входных импульсов тока,  $T_{имп}$  – длительность выходных импульсов тока,  $V_{max}$  – амплитуда первого выходного импульса СИИТ (отклик ПИП(Т) на фронт воздействующего импульса),  $V_{min}$  – амплитуда второго выходного импульса СИИТ (отклик ПИП(Т) на спад воздействующего импульса),  $T_{фронт}$  – длительность первого выходного импульса СИИТ,  $T_{спд}$  – длительность второго выходного импульса СИИТ,  $T_{дл.зд}$  – длительность временного интервала задержки,  $V_{max.ш}$  – амплитуда шумов на уровне максимальной амплитуды,  $V_{min.ш}$  – амплитуда шумов на уровне минимальной амплитуды

Рисунок 4 – Типовая эпюра импульсов напряжения на выходе системы СИИТ при входном импульсном сигнале тока с длительностью порядка единиц секунд

### 8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

8.3.1 Для просмотра идентификационных данных специального программного обеспечения «Система СИИТ» в главном окне программы, в верхнем правом углу, нажимают на пункт меню «О программе», отобразится диалоговое окно, которое содержит наименование

ПО, версию ПО, контрольную сумму метрологически значимой части и название организации, разработавшей ПО (см. рисунок 5).

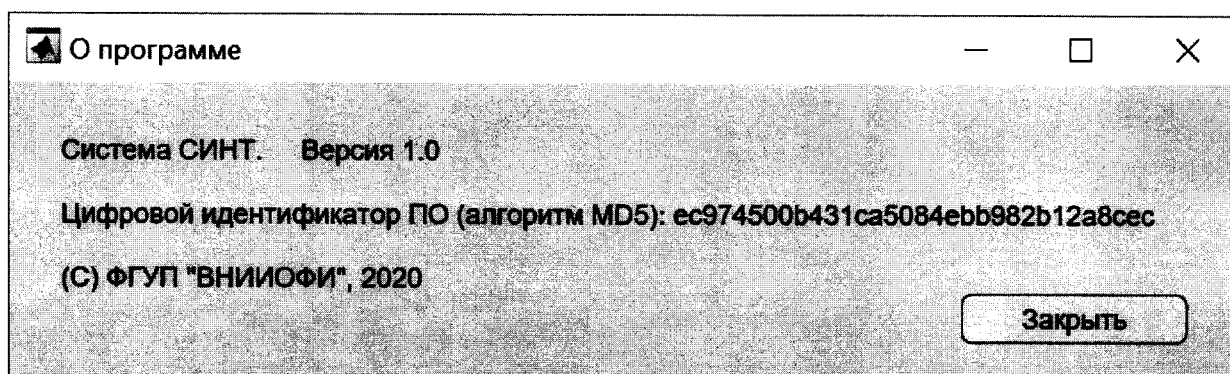


Рисунок 5 – Просмотр идентификационных данных программного обеспечения

8.3.2 Системы СИНТ считаются прошедшими операцию поверки, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные признаки специального программного обеспечения «Система СИНТ»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	«Система СИНТ»
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма метрологически значимой части ПО)	ec974500b431ca5084ebb982b12a8cec
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	md5

## 8.4 Определение метрологических характеристик

### 8.4.1 Определение диапазона измерений тока

8.4.1.1 Определение зависимости амплитуды выходного напряжения от входного тока (коэффициентов преобразования по току в точках рабочего диапазона)

8.4.1.1.1 Первоначально проводят измерение сопротивления нити накаливания первичного измерительного преобразователя тока ПИП(Т). Проводят работы по 8.2.3 и 8.2.4 для первого измерительного канала системы СИНТ, подбирают согласующий резистор  $R_6$ , Ом, с таким номинальным значением сопротивления, чтобы суммарное значение сопротивления  $R_{изм.1к.i} = (R_6 + R_{нн})$ , Ом, находилось в диапазоне от 49,5 до 50,5 Ом и устанавливают его в адаптер СПА1. Подключают вольтметр к входу адаптера СПА1. Устанавливают на вольтметре режим измерения сопротивления постоянному току и нижний предел измерений «0,2 кОм» и проводят измерение значения сопротивления  $R_{изм.1к.i}$ , Ом.

Описанные измерения проводят десять раз и вычисляют среднее арифметическое значение  $R_{изм.1к}$ , Ом, по формуле

$$R_{изм.1к} = \frac{\sum_{i=1}^n R_{изм.1к.i}}{n} \quad (1)$$

8.4.1.1.2 Подключают генератор импульсов Г5-102 (в соответствии с рисунком 1) к цифровому осциллографу из состава рабочего эталона. Подготавливают генератор для воспроизведения однократных импульсов напряжения с длительностью  $T_{имп}$  равной 5 с и амплитудой  $V_{Г5-102}$ , В, которую определяют по формуле

$$I_{изм.1.вх} = V_{Г5-102} / R_{изм.1к}, \quad (2)$$

где  $I_{изм.1.вх} = 1,0 \cdot 10^{-3}$  А – нижняя граница заданного динамического диапазона входного тока.

Воспроизводят однократный импульс напряжения амплитудой  $V_{Г5-102}$ , В, на выходе генератора и с помощью цифрового осциллографа из состава рабочего эталона подтверждают установленные параметры (см. рисунок 4а).

Собирают источник импульсов тока. Для этого соединяют импульсный выход генератора со входом адаптера СПА1, воспроизводят однократный импульс тока установленной амплитудой  $V_{Г5-102} / R_{изм.1к}$ , А, на выходе генератора тока и с помощью СПО обеспечивают регистрацию импульса напряжения на экране ПЭВМ на выходе первого измерительного канала системы СИИТ.

Примечание – В силу физических принципов работы первичных измерительных преобразователей тока ПИП(Т) метрологические характеристики систем СИИТ не зависят от полярности измеряемых сигналов тока, которые могут быть как положительными, так и отрицательными.

По полученной осциллограмме определяют (см. рисунок 4б):

–  $V_{max}$  - амплитуду первого выходного импульса системы СИИТ (отклик ПИП(Т) на фронт воздействующего импульса), В;

–  $V_{min}$  - амплитуду второго выходного импульса системы СИИТ (отклик ПИП(Т) на спад воздействующего импульса), В;

–  $V_{max.u}$  – амплитуду шумов на уровне максимальной амплитуды, В;

–  $V_{min.u}$  – амплитуду шумов на уровне минимальной амплитуды, В.

8.4.1.1.3 Измерения по 8.4.1.1.2 производят  $n = 10$  раз и вычисляют средние арифметические значения  $\bar{V}_{max}$ , В и  $\bar{V}_{min}$ , В, по формулам

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

$$\bar{V}_{min} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{min\_i}, \quad (4)$$

где  $V_{max\_i}$  –  $i$ -е измерение напряжения  $V_{max}$ , В;

$V_{min\_i}$  –  $i$ -е измерение напряжения  $V_{min}$ , В.

Примечание – определение амплитуды шумов на уровне максимальной амплитуды  $V_{max.u}$ , В, и амплитуды шумов на уровне минимальной амплитуды  $V_{min.u}$ , В, проводят однократно в каждой точке динамического диапазона действующего значения входного тока.

Относительную случайную погрешность измерения напряжения, обусловленную шумами на вершинах измеряемых импульсов на выходе ПИП(Т),  $\Theta_{нер.вер}$ , %, определяют по формуле

$$\Theta_{нер.вер} = 100 \% \cdot (V_{max.u} + V_{min.u}) / 2 \cdot (\bar{V}_{max} - \bar{V}_{min}). \quad (5)$$

8.4.1.1.4 Коэффициент преобразования по току в первой точке рабочего диапазона при амплитуде входного тока  $I_{изм.1.вх} = 1,0 \cdot 10^{-3}$  А первого канала системы СИИТ определяют по формуле

$$K_{пр1} = (\bar{V}_{max} - \bar{V}_{min}) / (2 \cdot I_{изм.1.вх}). \quad (6)$$

8.4.1.1.5 Вычисляют средние квадратические отклонения среднего арифметического (СКО)  $S(\bar{V}_{max})$  и  $S(\bar{V}_{min})$ , %, измерений максимального  $V_{max}$ , В, и минимального  $V_{min}$ , В, значений напряжения на выходе ПИП(Т) и получают оценку СКО коэффициента преобразования  $S(K_{пр1})$ , %, по формулам

$$S(\bar{V}_{\max}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{\max_i} - \bar{V}_{\max})^2}{n(n-1)}} \cdot \frac{100\%}{\bar{V}_{\max}}, \quad (7)$$

$$S(\bar{V}_{\min}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{\min_i} - \bar{V}_{\min})^2}{n(n-1)}} \cdot \frac{100\%}{\bar{V}_{\min}} \quad (8)$$

$$S(K_{np1}) = \sqrt{S(\bar{V}_{\max})^2 + S(\bar{V}_{\min})^2}. \quad (9)$$

8.4.1.1.6 Доверительные границы случайной составляющей погрешности измерений коэффициента преобразования преобразователя (без учета знака),  $\varepsilon_{Knp1}$ , %, при доверительной вероятности  $P = 0,95$  и  $n = 10$  находят по формуле

$$\varepsilon_{Knp1} = 2,262 \cdot S(K_{np1}). \quad (10)$$

8.4.1.1.7 Повторяют измерения по 8.4.1.1.2 – 8.4.1.1.6, устанавливая последовательно следующие значения входного тока (точки рабочего диапазона):  $I_{\text{изм.2.вх}} = 2,0 \cdot 10^{-3}$  А;  $I_{\text{изм.3.вх}} = 3,0 \cdot 10^{-3}$  А;  $I_{\text{изм.4.вх}} = 5,0 \cdot 10^{-3}$  А;  $I_{\text{изм.5.вх}} = 1,0 \cdot 10^{-2}$  А;  $I_{\text{изм.6.вх}} = 1,5 \cdot 10^{-2}$  А;  $I_{\text{изм.7.вх}} = 2,0 \cdot 10^{-2}$  А;  $I_{\text{изм.8.вх}} = 3,0 \cdot 10^{-2}$  А;  $I_{\text{изм.9.вх}} = 6,0 \cdot 10^{-2}$  А и  $I_{\text{изм.10.вх}} = 1,0 \cdot 10^{-1}$  А. При этом, амплитуду  $V_{Г5-102}$ , В, импульсов напряжения, устанавливаемую на выходе генератора, определяют в соответствии с формулой (2).

8.4.1.1.8 Проводят аналогичные работы по 8.4.1.1.1 – 8.4.1.1.7 для второго – восьмого измерительных каналов системы СИНТ.

8.4.1.2 Системы СИНТ признаются прошедшими операцию поверки, если для первого – восьмого измерительных каналов обеспечивается диапазон измерений тока от  $\pm 1,0 \cdot 10^{-3}$  до  $\pm 1,0 \cdot 10^{-1}$  А.

## 8.4.2 Расчет относительной погрешности измерений тока

8.4.2.1 Доверительные границы  $\varepsilon_{Knp}$ , %, случайной составляющей погрешности измерений тока (коэффициента преобразования по току в первой точке рабочего диапазона при  $I_{\text{изм.1.вх}} = 1,0 \cdot 10^{-3}$  А) в предположении о нормальном распределении результатов измерений входящих величин при доверительной вероятности  $P=0,95$  и числе измерений  $n = 10$  для первого измерительного канала принимаются равными значению, полученному в 8.4.1.1.6.

8.4.2.2 Доверительные границы  $\Theta_{Knp}$ , %, неисключенной систематической составляющей погрешности измерений значения тока (коэффициента преобразования по току в первой точке рабочего диапазона при  $I_{\text{изм.1.вх}} = 1,0 \cdot 10^{-3}$  А) при доверительной вероятности  $P=0,95$  и поправочном коэффициенте  $k = 1,1$  в каждой точке рабочего диапазона определяют по формуле

$$\Theta_{Knp} = 1,1 \cdot (\Theta_{\text{Ризм}}^2 + \Theta_{V_{Г5-102}}^2 + \Theta_{\text{нер.вер}}^2)^{1/2}, \quad (11)$$

где  $\Theta_{\text{Ризм}}$  – относительная погрешность измерения сопротивления вольтметра (в соответствии с технической документацией на средство измерений), %;

$\Theta_{V_{Г5-102}}$  – относительная погрешность установки амплитуды импульсов напряжения на выходе генератора (в соответствии с технической документацией на средство измерений), %;

$\Theta_{\text{нер.вер}}$  – относительная случайная погрешность измерения напряжения, обусловленная шумами на вершинах измеряемых импульсов на выходе ПИП(Т), определяемая по формуле (5), %.

8.4.2.3 Доверительные границы относительной погрешности измерений тока (коэффициента преобразования по току в первой точке рабочего диапазона при  $I_{\text{изм.1.вх}} = 1,0 \cdot 10^{-3}$  А) вычисляют по полученным значениям случайной и неисключенной систематической погрешности в соответствии с ГОСТ 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения» по формуле

$$\delta_{K_{np}} = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (12)$$

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

$S_{\Sigma}$  – суммарное среднее квадратическое отклонение измерений тока (коэффициента преобразования по току в точках рабочего диапазона), %, определяемое по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S(K_{np})^2}, \quad (13)$$

где  $S_{\Theta}$  – СКО неисключенной систематической погрешности измерений тока (коэффициента преобразования по току в точках рабочего диапазона), %, вычисляемое по формуле

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{K_{np}}}{1,1\sqrt{3}}. \quad (14)$$

Коэффициент  $K$  вычисляют по формуле

$$K = \frac{\varepsilon_{K_{np}} + \Theta_{K_{np}}}{S(K_{np}) + S_{\Theta}}. \quad (15)$$

8.4.2.4 Проводят работы по 8.4.2.1 – 8.4.2.3 и выполняют расчет относительной погрешности измерений тока (коэффициента преобразования по току) для остальных точек рабочего диапазона  $I_{\text{изм.2.вх}} = 2,0 \cdot 10^{-3}$  А;  $I_{\text{изм.3.вх}} = 3,0 \cdot 10^{-3}$  А;  $I_{\text{изм.4.вх}} = 5,0 \cdot 10^{-3}$  А;  $I_{\text{изм.5.вх}} = 1,0 \cdot 10^{-2}$  А;  $I_{\text{изм.6.вх}} = 1,5 \cdot 10^{-2}$  А;  $I_{\text{изм.7.вх}} = 2,0 \cdot 10^{-2}$  А;  $I_{\text{изм.8.вх}} = 3,0 \cdot 10^{-2}$  А;  $I_{\text{изм.9.вх}} = 6,0 \cdot 10^{-2}$  А;  $I_{\text{изм.10.вх}} = 1,0 \cdot 10^{-1}$  А.

8.4.2.5 Проводят аналогичные работы по 8.4.2.1 – 8.4.2.4 и выполняют расчет относительной погрешности измерений значения тока (коэффициента преобразования по току) для первого второго – восьмого измерительных каналов системы СИНТ.

8.4.2.6 Системы СИНТ признаются прошедшими операцию поверки, если для первого – восьмого измерительных каналов относительная погрешность измерений тока (коэффициента преобразования по току во всех точках рабочего диапазона) не превышает установленных пределов  $\pm 15$  %.

### 8.4.3 Определение максимальной длительности измеряемых сигналов тока

8.4.3.1 Проводят работы по 8.2.3 – 8.2.5 для первого измерительного канала и подготавливают генератор тока для воспроизведения однократных импульсов тока с длительностью  $T_{\text{имп}}$  равной 11 с и амплитудой  $V_{Г5-102.дл} / R_{\text{изм.1к}}$ , А, которую определяют по формуле (2) для точки рабочего диапазона измеряемых сигналов тока, составляющей  $1,0 \cdot 10^{-2}$  А.

8.4.3.2 Воспроизводят однократный импульс на выходе генератора импульсов тока и с помощью СПО обеспечивают регистрацию импульса напряжения на экране ПЭВМ на выходе первого измерительного канала системы СИНТ. По полученной осциллограмме определяют в соответствии с рисунком 2 время задержки  $T_{\text{дл.зд}}$ , с.

Описанные измерения проводят десять раз и вычисляют среднее арифметическое значение максимальной длительности измеряемых сигналов тока  $T_{дл.макс}$ , с, по формуле

$$T_{дл.макс} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{дл.зл.i}}{n}. \quad (16)$$

8.4.3.3 Аналогичные работы по 8.4.3.1 – 8.4.3.2 проводят для второго – восьмого измерительных каналов системы СИИТ.

8.4.3.4 Системы СИИТ признаются прошедшими операцию поверки, если максимальная длительность измеряемых сигналов тока для первого – восьмого измерительных каналов составляет 10 с.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты измерений при поверке заносят в протокол (форма протокола приведена в приложении А настоящей методики поверки).

9.2 Системы СИИТ, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них выдается протокол (в соответствии с приложением А) и свидетельство о поверке установленной формы с указанием полученных по 8.4.1 – 8.4.3 фактических значений метрологических характеристик, наносят знак поверки (место нанесения указано в описании типа) согласно Приказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», и системы СИИТ допускают к эксплуатации.

9.3 При отрицательных результатах поверки системы СИИТ признаются непригодными, не допускаются к применению и на них выдается «Извещение о непригодности» с указанием причин в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

Начальник лаборатории  
ФГУП «ВНИИОФИ»

Ведущий научный сотрудник  
ФГУП «ВНИИОФИ»

К.Ю. Сахаров

О.В. Михеев

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**к Методике поверки МП 021.М12-20**  
**«Система измерения наведенных токов СИИТ»**

**ПРОТОКОЛ**  
**первичной / периодической поверки**  
**от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года**

**Средство измерений:** Система измерения наведенных токов СИИТ \_\_\_\_\_

(Наименование СИ, тип (если в состав СИ входит несколько автономных блоков)

\_\_\_\_\_ то приводят их перечень (наименования) и типы с разделением знаком «косая дробь» / )

**Зав. №** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Заводские номера блоков

**Принадлежащее** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Наименование юридического лица, ИНН

**Поверено в соответствии с методикой поверки «ГСИ. Системы измерения наведенных токов СИИТ. Методика поверки МП 021.М12-20», утвержденной ФГУП «ВНИИОФИ» «31» июля 2020 г.**

\_\_\_\_\_ Наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

**С применением эталонов** \_\_\_\_\_

(наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность)

**При следующих значениях влияющих факторов:** \_\_\_\_\_

(приводят перечень и значения влияющих факторов, нормированных в методике поверки)

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность воздуха, %, не более
- атмосферное давление, кПа
- напряжение питания сети, В
- частота сети, Гц

**Внешний осмотр** \_\_\_\_\_.

**Опробование** \_\_\_\_\_.

**Получены результаты поверки метрологических характеристик:**

Характеристика	Результат	Требования методики поверки
Диапазон измерений тока, А		от $\pm 1,0 \cdot 10^{-3}$ до $\pm 1,0 \cdot 10^{-1}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений тока, %		$\pm 15$
Максимальная длительность измеряемых сигналов тока, с		10

**Рекомендации** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

**Исполнители:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ подписи, ФИО, должность