

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



Федеральное бюджетное учреждение  
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и  
испытаний в Красноярском крае, Республике Хакасия и Республике Тыва»

СОГЛАСОВАНО:

Главный метролог

ФБУ «Красноярский ЦСМ»

А.В. Самонин

«29» июня 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Терминалы измерительные «СТРУНА-5»

Методика поверки

18-18/041 МП

г. Красноярск

2023 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 Общие положения .....	3
2 Нормативные ссылки .....	3
3 Обозначения и сокращения .....	4
4 Операции и средства поверки .....	6
4.1 Операции поверки .....	6
4.2 Средства поверки .....	6
5 Требования к квалификации поверителей .....	7
6 Требования безопасности .....	8
7 Условия поверки .....	8
8 Проведение поверки.....	8
8.1 Внешний осмотр.....	8
8.2 Подготовка к поверке и опробование.....	8
8.3 Проверка программного обеспечения .....	9
8.4 Проверка электрических характеристик терминалов .....	11
8.5 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия терминалов метрологическим требованиям .....	12
9 Оформление результатов поверки .....	22
Приложение А .....	24

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее по тексту – методика) распространяется на средство измерений (далее – СИ) «Терминалы измерительные «СТРУНА-5» (терминалы) серийного производства и устанавливает методы и средства его первичной и периодической.

1.2 Методика разработана в соответствии с требованиями приказа Минпромторга РФ от 28.08.2020 г. № 2907 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требований к методикам поверки средств измерений» и с учетом рекомендаций МИ 3650.

1.3 Прослеживаемость поверяемого терминала к государственным первичным эталонам обеспечивается:

- передачей единицы электрического сопротивления к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456;
- передачей единицы силы переменного электрического тока к государственному первичному эталону единицы электрического тока ГЭТ 88-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 17.03.2021 г. № 668;
- передачей единицы напряжения переменного тока промышленной частоты к государственному первичному эталону единицы напряжения переменного тока промышленной частоты ГЭТ 191-2019 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 31.12.2020 г. № 2316.

1.4 При проведении поверки должны быть подтверждены нормированные диапазоны измерений с пределом допускаемой абсолютной погрешности нормированного диапазона измерений метрологических характеристик, приведенных в приложении А.

1.5 Поверку терминалов осуществляют на месте эксплуатации терминалов.

1.6 Первичную поверку терминалов проводят до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта.

1.7 Периодическую поверку терминалов проводят в процессе эксплуатации с установленным интервалом времени между поверками.

1.8 При определении метрологических характеристик поверяемых терминалов используется метод прямых многократных измерений.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящей методике применены ссылки на следующие документы:

ГОСТ Р 8.596-2002	ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ Р 56069-2018	Требования к экспертам и специалистам. Поверитель средств измерений. Общие требования
ГОСТ 22261-94	Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия
ГОСТ 26828-86	Изделия машиностроения и приборостроения. Маркировка
Р 50.2.077-2014	ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Прoverка обеспечения защиты программного обеспечения
МИ 3650-2022	ГСИ. Рекомендация по оформлению заявок, заявлений и прилагаемых к ним документов при утверждении типа средств измерений и внесении изменений в сведения о них, содержащиеся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений
ПОТ РМ-016 (РД 153-34.0-03.150)	Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок

Приказ Минпромторга «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» № 2510

Приказ Росстандарта от «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока» 30.12.2019 г. № 3456

Приказ Росстандарта от «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электрического тока от  $1 \cdot 10^{-8}$  до 100 А в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $1 \cdot 10^6$  Гц» 17.03.2021 г. № 668

Приказ Росстандарта от «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений напряжения переменного тока промышленной частоты и коммутационного напряжения в диапазоне от 1 до 500 кВ с гармоническими составляющими от 0,3 до 50 порядка, в диапазоне частот от 15 до 2500 Гц» 31.12.2020 г. № 2316

Приказ Минпромторга «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требований к методикам поверки средств измерений» № 2907

Примечание – При пользовании настоящей методики поверки целесообразно проверять действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методики поверки, следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### 3 Обозначения и сокращения

3.1 В настоящей методике поверки использованы следующие сокращения:

**ЛЧМ** – линейно-частотная модуляция;

**МХ** – метрологическая характеристика;

**ПК** – персональный компьютер;

**ПО** – программное обеспечение;

**СИ** – средство измерений;

**ФИФ** – федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

3.2 В настоящей методике поверки использованы следующие обозначения:

$R, U, d$  – измеряемые значения сопротивления, уровня и декремента затухания входного сигнала соответственно;

$R_{yctm}$  – установленное значение сопротивления на магазине сопротивлений, Ом;

$R_{i_{izm}}$  – единичное измерение значения сопротивления ( $R_{i+izm}$  в режиме  $R+$ ,  $R_{i-izm}$  в режиме  $R-$ ), Ом;

$R_{izm}$  – измеренное значение установленной величины  $R_{yctm}$ ;

$\Delta R_{yctm}$  – полученное значение (оценка) установленной ТУ абсолютной погрешности измерений сопротивления, Ом;

$\delta R_{yctm}$  – полученное значение (оценка) установленной ТУ относительной погрешности измерений сопротивления ( $\delta_{+izm}$  в режиме  $R+$ ,  $\delta_{-izm}$  в режиме  $R-$ ), %;

$U_{zzi}$  – установленная на генераторе величина зондирующего импульса, В;

$U_{i_{izm}}$  – единичное измерение значения величины зондирующего импульса, В;

$T_{zzi}$  – установленная на генераторе величина длительности зондирующего импульса, мс;

$T_{i_{izm}}$  – единичное измерение значения длительности зондирующего импульса, мс;

$U_{изм}^{3И}$	– измеренное значение величины зондирующего импульса, В;
$\Delta U_{изм}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ абсолютной погрешности измерений величины зондирующего импульса, В;
$T_{изм}^{3И}$	– измеренное значение длительности зондирующего импульса, мс;
$\Delta T_{изм}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ абсолютной погрешности измерений длительности зондирующего импульса, мс;
$T_{уст}$	– установленное на генераторе значение периода синусоидальных колебаний, мкс;
$T_{i_{изм}}^{CK}$	– единичное измерение значения периода синусоидальных колебаний, мкс;
$T_{изм}^{CK}$	– измеренное терминалом значение периода синусоидальных колебаний, мкс;
$\Delta T_{уст}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ абсолютной погрешности измерений периода синусоидальных колебаний, мкс;
$\delta T_{уст}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ относительной погрешности измерений периода синусоидальных колебаний, %;
$U_e$	– уровень сигнала выходного напряжения генератора, мВ;
$U_{i_{изм}}^{BH}$	– единичное измерение значения уровня сигнала выходного напряжения генератора, мВ;
$U_{изм}^{BH}$	– измеренное значение уровня сигнала выходного напряжения генератора, мВ;
$\Delta U_e$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ абсолютной погрешности измерений уровня сигнала выходного напряжения генератора, мВ;
$\delta U_e$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ относительной погрешности измерений уровня сигнала выходного напряжения генератора, %;
$U_{сиг}$	– установленная амплитуда сигнала возбуждения ЛЧМ, В;
$f_{1уст}, f_{2уст}$	– установленные соответственно начальная ( $f_{1уст}$ ) и конечная ( $f_{2уст}$ ) частоты сигнала возбуждения ЛЧМ, Гц;
$T_{сиг}$	– установленная длительность сигнала возбуждения ЛЧМ, В;
$U_{изм}^{ЛЧМ}$	– измеренная амплитуда сигнала возбуждения ЛЧМ, В;
$f_{1изм}, f_{2изм}$	– измеренные соответственно начальная ( $f_{1изм}$ ) и конечная ( $f_{2изм}$ ) частоты сигнала возбуждения ЛЧМ, Гц;
$T_{изм}^{ЛЧМ}$	– измеренная длительность сигнала возбуждения ЛЧМ, В;
$\Delta U_{сиг}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ абсолютной погрешности измерений амплитуды сигнала возбуждения ЛЧМ, В;
$\delta U_{сиг}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ относительной погрешности измерений амплитуды сигнала возбуждения ЛЧМ, В;
$\Delta f_{уст}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ абсолютной погрешности измерений частоты сигнала возбуждения ЛЧМ, Гц;
$\delta f_{уст}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ относительной погрешности измерений частоты сигнала возбуждения ЛЧМ, Гц;
$\Delta T_{сиг}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ абсолютной погрешности измерений длительности сигнала возбуждения ЛЧМ, В;
$\delta T_{сиг}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ относительной погрешности измерений длительности сигнала возбуждения ЛЧМ, В;
$I_{эт}$	– значение тока в эталонном миллиамперметре, мА;
$I_{изм}$	– измеренное терминалом значение тока, мА;

$\Delta I_{\text{эм}}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ абсолютной погрешности измерений силы тока, мА;
$\delta I_{\text{эм}}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ относительной погрешности измерений силы тока, %;
$T_{\text{ген}}/F_{\text{ген}}$	– период/частота экспоненциально затухающего синусоидального сигнала, мс/Гц;
$U_{\text{т.ген}}$	– начальная амплитуда экспоненциально затухающего синусоидального сигнала, В;
$d_{\text{уст}}$	– установленное значение логарифмического декремента затухания;
$d_{\text{изм}}$	– единичное измерение значения логарифмического декремента затухания;
$d_{\text{изм}}$	– измеренное терминалом значение логарифмического декремента затухания;
$\Delta d_{\text{уст}}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ абсолютной погрешности измерений логарифмического декремента затухания;
$\delta d_{\text{уст}}$	– полученное значение (оценка) установленной ТУ относительной погрешности измерений логарифмического декремента затухания, %.

## 4 Операции и средства поверки

### 4.1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Подготовка к поверке и опробование	8.2	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	8.3	Да	Да
4 Проверка электрических характеристик терминала	8.4	Да	Нет
5 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8.5	Да	Да

### 4.2 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательные устройства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.4.1÷8.6.3 Контроль условий поверки (при проведении всех операций поверки по указанным пунктам)	Средства измерений температуры, атмосферного давления и относительной влажности, диапазон измерений: – атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа;	Термогигрометр ИВА-6 мод. ИВА-6Н-Д, (рег. № в ФИФ 46434-11)

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– температуры от минус 20 до +60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры ±0,3 °С;</li> <li>– относительной влажности от 0 до 90 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относят влажности ±2 %.</li> </ul> <p>Средства измерений переменного напряжения и частоты с диапазоном измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– переменного напряжения от 10 мВ до 750 В,</li> <li>– частоты от 0,01 Гц до 4 МГц,</li> <li>– базовая погрешность 0,06%</li> </ul>	
п. 8.4.1-8.4.3 Проверка электрических характеристик терминалов (при проведении операций поверки по данным пунктам)	<p>Средства измерений сопротивления с диапазоном измерений от 0 до 200 МОм с погрешностью не более ±1,5 %</p> <p>Калибратор-вольтметр с диапазоном измерений от 0,01 мВ до 700 В с погрешностью <math>\pm(4 \cdot 10^{-5} - 2,8)</math> В</p> <p>Универсальная пробойная установка с диапазоном измерений тока утечки от 1 до 99 мА с погрешностью 5%</p>	<p>Мегаомметр М1101М (рег. № 101-62)</p> <p>Калибратор-вольтметр универсальный В1-28 (рег. № 10759-86)</p> <p>Универсальная пробойная установка УПУ-5М</p>
п. 8.5.1÷8.5.7 Определение метрологических характеристик (при проведении операций поверки по данным пунктам)	<p>Магазин сопротивлений MCP-60M, диапазон измерений от 0,01 до 111111,1 Ом с погрешностью 0,02 %, рег. № 2751-71</p> <p>Средства измерений с диапазоном измерений частоты от 1 Гц до 100 МГц с погрешностью <math>\pm 2,5 \cdot 10^{-7}</math> Гц, с диапазоном измерения коэффициента отклонения от 2 мВ/дел до 10 В/дел с погрешностью ±3 %</p> <p>Генератор сигналов с диапазоном измерений от <math>9 \cdot 10^3</math> до <math>1,1 \cdot 10^9</math> Гц с погрешностью <math>\pm 3 \cdot 10^{-6}</math> Гц</p> <p>Калибратор-вольтметр с диапазоном измерений от 0,01 мВ до 700 В с погрешностью <math>\pm(4 \cdot 10^{-5} - 2,8)</math> В</p> <p>Устройство проверочное (сервисное)</p> <p>Персональный компьютер с ПО «АИС «Струна-5»</p>	<p>Магазин сопротивлений MCP-60M (рег. № 2751-71)</p> <p>Осциллограф цифровой ADS-2221M (рег. № 49918-12)</p> <p>Генератор сигналов SMB 100A (рег. № 50188-12)</p> <p>Калибратор-вольтметр универсальный В1-28 (рег. № 10759-86)</p>
<p>Примечание – Допускается применение других (аналогичных) средств поверки, обеспечивающих проверку метрологических характеристик СИ с требуемой точностью. Применяемые средства измерений должны быть утвержденного типа и должны быть поверены (сведения о поверке включены в ФИФ).</p>		

## 5 Требования к квалификации поверителей

5.1 Для проведения поверки допускают поверителей, аттестованных на соответствие требований ГОСТ Р 56069, изучивших эксплуатационную документацию на терминалы, настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию и инструкцию по применению средств измерений, применяемых при поверке терминала, имеющих стаж работы по данному

виду измерений не менее 1 (одного) года, а так же прошедших инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

## **6 Требования безопасности**

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.2.007.0, «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», а также требования безопасности указанные в эксплуатационных документах на средства поверки и терминал.

## **7 Условия поверки**

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С                     $20 \pm 5$ ;
- атмосферное давление, кПа (гПа)                    от 84,0 до 106,0 (от 840 до 1060);
- относительная влажность воздуха, %                от 30 до 80;
- напряжение питающей сети, В                         $220 \pm 22$ ;
- частота питающей сети, Гц                         $50 \pm 1$ .

## **8 Проведение поверки**

### **8.1 Внешний осмотр**

При проверке внешнего вида проверяют целостность корпусов, отсутствие видимых повреждений измерительных компонентов терминалов, коррозии, забоин и других дефектов, влияющих на функционирование терминалов;

Результаты проверки по подр. 8.1 положительные, если выполняются все вышеуказанные требования.

### **8.2 Подготовка к поверке и опробование**

#### **8.2.1 Подготовка к поверке**

Для проведения поверки представляют следующую документацию:

- комплект эксплуатационной документации на терминалы;
- описание типа терминалов;
- свидетельства о предыдущих поверках терминалов (при периодической поверке);
- рабочие журналы с данными по климатическим и иным условиям эксплуатации за интервал между поверками (только при периодической поверке).

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- терминалы выдерживают при температуре  $20 \pm 5$  °С не менее 2-х часов (если терминалы находились в других температурных условиях);
- терминалы устанавливают на устойчивую горизонтальную поверхность;
- терминалы готовят к измерениям в соответствии с руководством по эксплуатации.

Средства поверки подготавливают к работе в соответствие с технической документацией на них. Проверяют наличие свидетельств о поверке и клейм на средство поверки, а также срок очередной поверки средства измерений.

#### **8.2.2 Опробование**

Собирают рабочее место в соответствии с рисунком 1.

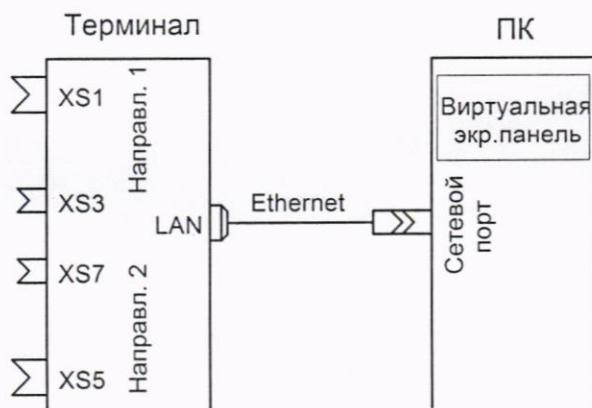


Рисунок 1 – Схема опробования Терминала

Включают ПК, устанавливают диск с ПО «АИС «Струна-5» и запускают файл «struna\_manual.exe».

На экране ПК должна открыться экранная панель терминала, приведенная на рисунке 2.

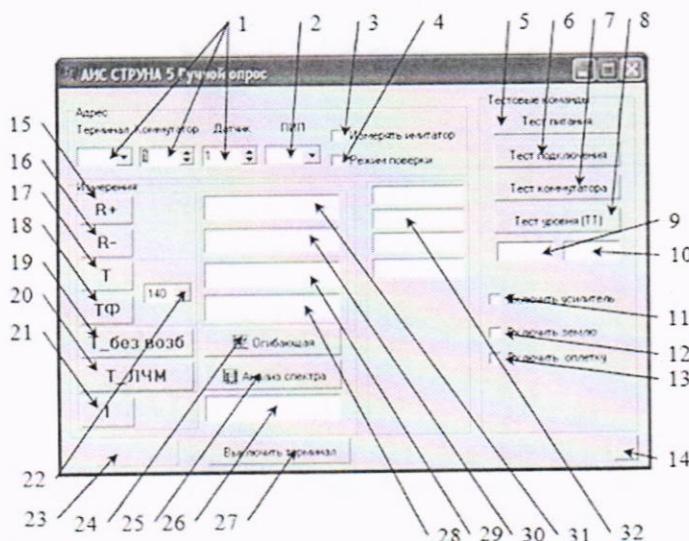


Рисунок 2 – Экранная панель терминала

### 8.3 Проверка программного обеспечения

Проверку ПО терминала проводят в форме подтверждения соответствия ПО, которое было установлено при испытаниях в целях утверждения типа. Процедура соответствия состоит из:

- установление идентификационных данных ПО;
- сравнение полученных идентификационных данных ПО терминалов с данными, которые были внесены в описания типа;
- подтверждение соответствие этим данным.

Дополнительно проводят проверку с учетом требования Р 50.2.077-2014 осуществляя:

- проверку технической документации на СИ в части ПО СИ;
- проверку заявленных идентификации данных ПО;
- оценку уровня защиты ПО и результатов измерений от непреднамеренных и преднамеренных изменений;
- функциональные проверки.

#### 8.3.1 Проверка технической документации

Проверяют наличие, достаточность и правильность представленной документации. В представленной документации проверяют наличие информации об обозначении и описании назначения ПО, его структуры и выполняемых функций, методов и способов идентификации, описание реализованных расчетных алгоритмов, интерфейсов пользователя и интерфейсов связи для передачи, обработки и хранения данных, описание реализованных методов защиты ПО и

данных, описание способов хранения измеренных данных на встроенном, удаленном или съемном носителе, описание требуемых системных и аппаратных средств.

Результаты проверки считаются положительными, если на основе анализа документации определена достаточность и полнота технической документации на терминалы в части ПО для определения идентификационных данных ПО.

### 8.3.2 Проверка заявленных идентификационных данных ПО

Идентификационные данные ПО проводятся путём анализа документации и функциональными (экспериментальными) проверками на образцах СИ, представленных на поверку.

После запуска программного модуля «struna\_manual.exe» на открывшейся виртуальной панели (рисунок 2) устанавливают флажок 4 «Режим поверки».

После запуска программного модуля «struna\_control.exe» запускают программу хеширования файлов «MD5.exe» и открывают каталог модулей ПО.

Проверку считают успешной, если идентификационные данные ПО соответствуют данным, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 — Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	struna_manual.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V52.9.104
Цифровой идентификатор ПО	B9E13C7D032ED64B4C8CB0B5ABFA1D84
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	MD5
Идентификационное наименование ПО	struna_control.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V52.10.104
Цифровой идентификатор ПО	9835F37A6F369A4E5FC0FD768F81E7DB
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	MD5

8.3.3 Оценка уровня защиты ПО и результатов измерений от непреднамеренных и преднамеренных изменений

Для оценки степени защищенности ПО проверяют наличие средств защиты метрологически значимой части ПО и измеренных данных.

На основании проведенных исследований и анализа технической документации определяют уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений.

Результаты проверки считаются положительными, если на основе анализа документации определена достаточность и полнота технической документации на терминалы в части ПО для определения идентификационных данных ПО, структуры ПО, выделения метрологически значимой части ПО и уровня защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений.

### 8.3.4 Функциональные проверки

Путем проверки интерфейсов пользователя следует убедиться в правильности вводимых команд, и отображения соответствующих режимов и установок, связанных с отображением результатов измерений.

Результаты считаются положительными, если на основе проверки подтверждаются:

- наличие средств, информирующих пользователя об изменении ПО;
- правильность функционирования средств защиты метрологически значимой части ПО.

8.3.5 Результаты проверки анализатора положительные по подразделу 8.3, если выполняются все вышеперечисленные требования и идентификационные данные, которые были внесены в описания типа, совпадают с данными указанным в таблице 3.

## 8.4 Проверка электрических характеристик терминалов

### 8.4.1 Проверка величины напряжения питания периферийных устройств

При проверке величины напряжения питания периферийных устройств выполняют следующие действия:

- собирают рабочее место в соответствии с рисунком 3;

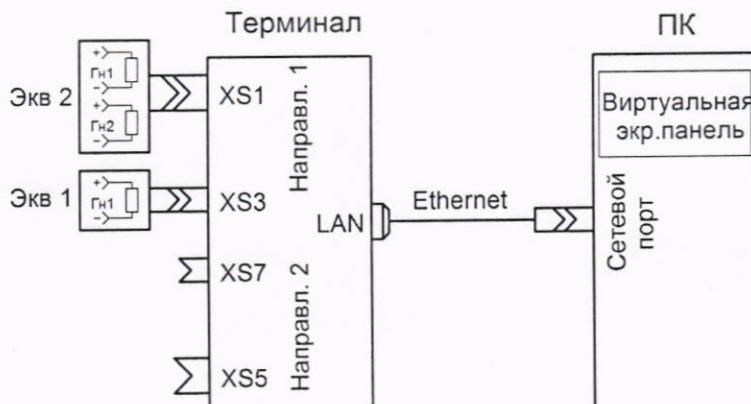


Рисунок 3 – Схема измерения напряжения периферийных устройств

- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «1» (приложение Б);
- эквиваленты нагрузки «Экв. нагр.1» и «Экв. нагр.2» (приложение В) подсоединяют к разъемам XS3 и XS1 терминала соответственно (Направление 1);
  - на виртуальной панели в окнах 3 «Измерять имитатор» и 4 «Режим поверки» флагок должен отсутствовать;
  - в окне «Измерения» нажимают кнопку 15 «R+»;
  - калибратором-вольтметром В1-28 измеряют постоянное напряжение на гнёздах XS1 эквивалентов «Экв. нагр.1» и «Экв. нагр.2»;
  - на виртуальной панели устанавливают флагок в окне 3 «Измерять имитатор». В окне «Измерения» нажимают кнопку 15 «R+» для отключения измерения напряжения;
    - в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «9»;
    - на виртуальной панели убирают флагок в окне 3 «Измерять имитатор»;
    - в окне «Измерения» нажимают кнопку 15 «R+»;
    - измеряют постоянное напряжение XS2 эквивалента «Экв. нагр.2»;
    - в окне 1 «Коммутатор» установить «20»;
    - эквиваленты нагрузки «Экв. нагр.1» и «Экв. нагр.2» подсоединяют к разъемам XS5 и XS7 терминала (Направление 2);
      - аналогичным образом производят измерения постоянного напряжения на разъёмах XS5, XS7 терминала.

Терминал соответствует установленным требованиям, если измеренные значения постоянного напряжения не превышают величины  $22 \pm 1$  В.

### 8.4.2 Проверка электрической прочности и сопротивления изоляции

Проверку на электрическую прочность производят пробойной установкой УПУ-5М (при отключенном от внешних цепей терминале) между клеммой заземления (корпусом) и электрически соединенными вместе штырями сетевой вилки (сетевыми выводами изделия). Контируемая цепь должна выдерживать в течение 1 минуты действие испытательного напряжения 660 В синусоидальной формы частотой 50 Гц.

Проверку сопротивления изоляции производят измерением мегаомметром (при отключенном от внешних цепей терминале) между клеммой заземления (корпусом изделия) и соединенными вместе штырями сетевой вилки (сетевыми выводами изделия). Сопротивление изоляции между клеммами сетевой вилки и клеммами заземления должно быть не менее 20 МОм.

### 8.4.3 Проверка требований к электропитанию

Проверку требований к электропитанию терминалов осуществляют методом расчета потребляемой мощности при значении питающего переменного напряжения  $220 \pm 22$  В. При включенном терминале мультиметром производят измерения величин напряжения и тока потребления и рассчитывают потребляемую терминалом мощность по формуле  $P = U_d \times I_d$ .

Измеренная мощность не должна превышать 20 ВА.

### 8.5 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия терминалов метрологическим требованиям

#### 8.5.1 Проверка диапазона и относительной погрешности измеряемых сопротивлений

При проверке диапазона и относительной погрешности измерений сопротивления выполняют следующие действия:

- собирают рабочее место в соответствии с рисунком 4;
- тумблер S1 на УП установить в положение Rx;
- устанавливают перемычки между  $\Gamma_{H_1}$  и  $\Gamma_{H_2}$ , между  $\Gamma_{H_3}$  и  $\Gamma_{H_4}$  (2 шт. перемычек с наконечниками являются принадлежностью УП);
- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «1» (приложение Б);
- УП подсоединяют к разъему XS3 «Направление 1» терминала;
- на магазине сопротивлений последовательно устанавливают значения сопротивлений  $R = 1,0$  Ом; 50,0 Ом; 100,0 Ом; 200,0 Ом; 500,0 Ом; 1000,0 Ом; 1500,0 Ом; 2000,0 Ом; 3000,0 Ом. При каждой установке производят трехкратное измерение величины сопротивления в режимах «R+» и «R-» нажатием соответствующих кнопок на экранной панели. Результаты заносят в таблицу 4;

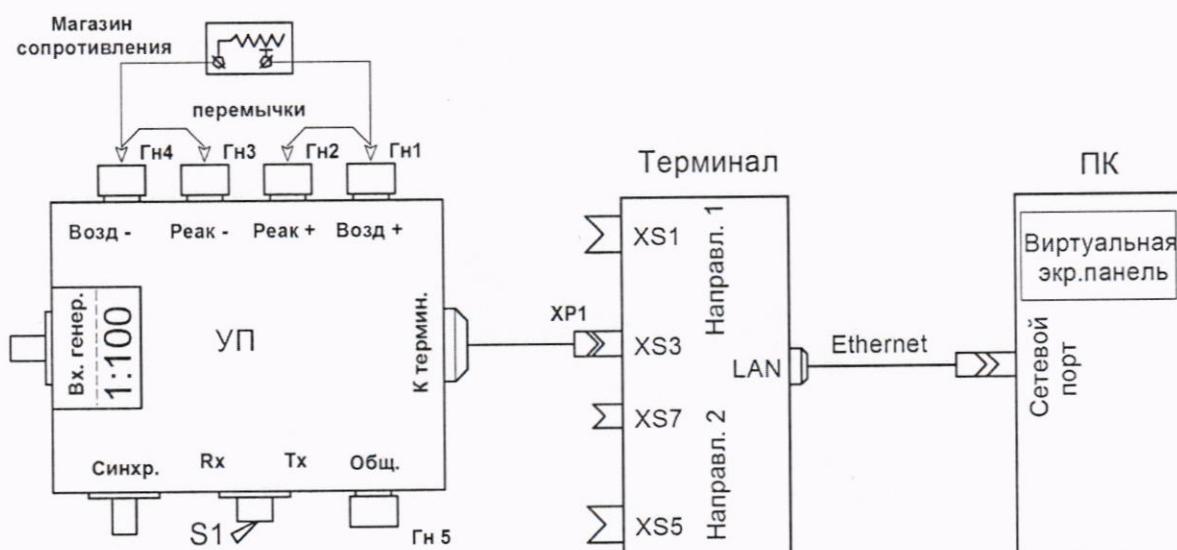


Рисунок 4 – Схема измерения Rx

Таблица 4 – Результаты измерений сопротивлений

№ п/п	Установленное значение $R_{yctm}$ , Ом	Единичное измерение $R_{i+izm} / R_{i-izm}$ , Ом			Измеренное значение $R_{+izm} / R_{-izm}$ , Ом	Относительная погрешность $\delta_{+izm} / \delta_{-izm}$ , %
		1	2	3		
1	Направление 1	1,0				
2		100,0				
3		500,0				
4		1500,0				
5		3000,0				

№ п/п	Установленное значение $R_{ycm}$ , Ом	Единичное измерение $R_{i+изм} / R_{i-изм}$ , Ом			Измеренное значение $R_{+изм} / R_{-изм}$ , Ом	Относительная погрешность $\delta_{+изм} / \delta_{-изм}$ , %
		1	2	3		
6	Направление 2	1,0				
7		100,0				
8		500,0				
9		1500,0				
10		3000,0				

- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «20»;
- УП подсоединяют к разъему XS5 «Направление 2» терминала;
- повторяют измерения, проведенные выше. Результаты считывают в окне результатов и фиксируют в таблице 4. Относительную погрешность рассчитывают по формуле:

$$\delta R_{ycm} = (\Delta R_{ycm} / R_{изм}) \cdot 100, \quad (1)$$

где  $R_{изм} = (R_{1_{изм}} + R_{2_{изм}} + R_{3_{изм}}) / 3$ ;  $\Delta R_{изм} = |R_{изм} - R_{ycm}|$ .

Все значения  $\delta R_{изм}$  не должны превышать значений МХ А.1.2.

### 8.5.2 Проверка параметров сигнала возбуждения (зондирующего импульса)

При проверке параметров сигнала возбуждения (зондирующего импульса) выполняют следующие действия:

- собирают рабочее место в соответствии с рисунком 5 (перемычки не устанавливают);
- тумблер S на УП устанавливают в положение  $R_x$ ;
- в окне 1 «Коммутатор» установить «1» (рисунок 2);
- УП подсоединить к разъему XS3 «Направление 1» терминала;
- на магазине сопротивления устанавливают величину сопротивления  $R = 1$  кОм;
- осциллограф настроить на измерение одиночного импульса амплитудой до 200 В и длительностью до 2 мс;
- устанавливают в окне 22 величину импульса возбуждения  $U_{ззи} = 140$  В (длительность импульса определяется по приложению Г);
- нажать кнопку 17 «Т»;

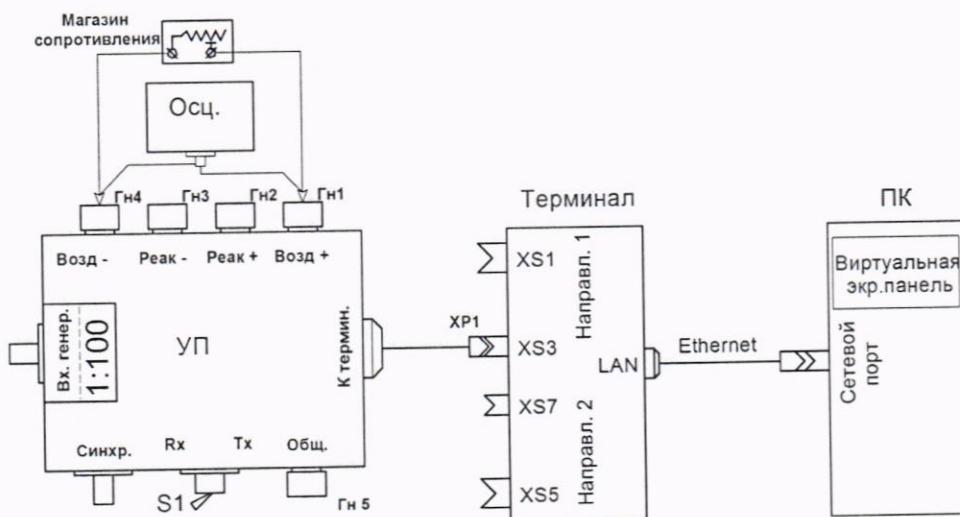


Рисунок 5 – Схема измерений параметров сигнала возбуждения

- производят трехкратные измерения параметров импульса возбуждения - амплитуды и длительности. Измерение длительности производится на уровне 0,37 от амплитудного значения (см. приложение Г, рисунок Г.1). Наблюдение и отсчет показаний производят по осциллографу на ждущей развертке сразу после нажатия кнопки 17 «Т» на экранной панели. Повторяют измерения для импульсов возбуждения  $U_{ззи} = 160, 180, 200$  В. Результат зафиксируют в таблице 5;

Таблица 5 – Результаты измерений зондирующего импульса

№ п/п	$R_u$	Назначенные па- раметры импульса ГЗИ	Замеры	Измеренное значение $U_{i_{uzm}}, T_{i_{uzm}}$		Абс. погрешность $\Delta U_{ezu}, \Delta T_{ezu}$	
				Направление 1	Направление 2	Направление 1	Направление 2
1	$R_u=1000 \Omega$	$U_{ezu} = 140 \pm 5 \text{ В}$	1				
			2				
			3				
		$T_{ezu} = 1,0 \pm 0,2 \text{ мс}$	1				
			2				
			3				
		$U_{ezu} = 160 \pm 5 \text{ В}$	1				
			2				
			3				
4	$R_u=1000 \Omega$	$T_{ezu} = 1,0 \pm 0,2 \text{ мс}$	1				
			2				
			3				
		$U_{ezu} = 180 \pm 5 \text{ В}$	1				
			2				
			3				
		$T_{ezu} = 1,0 \pm 0,2 \text{ мс}$	1				
			2				
			3				
7	$R_u=1000 \Omega$	$U_{ezu} = 200 \pm 5 \text{ В}$	1				
			2				
			3				
		$T_{ezu} = 1,0 \pm 0,2 \text{ мс}$	1				
			2				
			3				
		$U_{ezu} = 140 \pm 10 \text{ В}$	1				
			2				
			3				
8	$R_u=250 \Omega$	$T_{ezu} = 0,3 \pm 0,1 \text{ мс}$	1				
			2				
			3				
		$U_{ezu} = 160 \pm 10 \text{ В}$	1				
			2				
			3				
		$T_{ezu} = 0,3 \pm 0,1 \text{ мс}$	1				
			2				
			3				

№ п/п	$R_u$	Назначенные па- раметры импульса ГЗИ	Замеры	Измеренное значение $U_{izm}, T_{izm}$		Абс. погрешность $\Delta U_{izu}, \Delta T_{izu}$	
				Направление 1	Направление 2	Направление 1	Направление 2
5	$R_u=250 \Omega$	$U_{izu} = 180 \pm 10 \text{ В}$	1				
			2				
			3				
6	$R_u=250 \Omega$	$T_{izu} = 0,3 \pm 0,1 \text{ мс}$	1				
			2				
			3				
7	$R_u=250 \Omega$	$U_{izu} = 200 \pm 10 \text{ В}$	1				
			2				
			3				
8	$R_u=250 \Omega$	$T_{izu} = 0,3 \pm 0,1 \text{ мс}$	1				
			2				
			3				

- на магазине сопротивления устанавливают величину сопротивления  $R = 250 \Omega$  и повторить измерения;
- УП подсоединить к разъему XS5 «Направление 2» терминала.
- в окне 1 «Коммутатор» установить «20» (приложение Б);
- проводи выше приведенные измерения для направления 2.
- результаты измерений фиксируют в таблице 5. Относительную погрешность рассчитывают по формулам:

$$\Delta U_{izu} = |U_{izm}^{3H} - U_{izu}|, \text{ где } U_{izm}^{3H} = (U_{1izm} + U_{2izm} + U_{3izm}) / 3; \quad (2)$$

$$\Delta T_{izu} = |T_{izm}^{3H} - T_{izu}|, \text{ где } T_{izm}^{3H} = (T_{1izm} + T_{2izm} + T_{3izm}) / 3. \quad (3)$$

Все значения  $\Delta U_{izu}$  и  $\Delta T_{izu}$  не должны превышать значений МХ А.1.7÷А.1.12.

### 8.5.3 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения периода

Проверка предполагает измерение периода синусоидальных колебаний, вырабатываемых генератором в заданном диапазоне периодов при неизменном уровне исследуемого сигнала. Период (частота) и уровень сигнала устанавливаются настройками генератора; напряжение на выходе генератора контролируется калибратором В1-28.

При проверке выполняют следующие действия:

- собирают рабочее место в соответствии с рисунком 6 (перемычки не устанавливают).

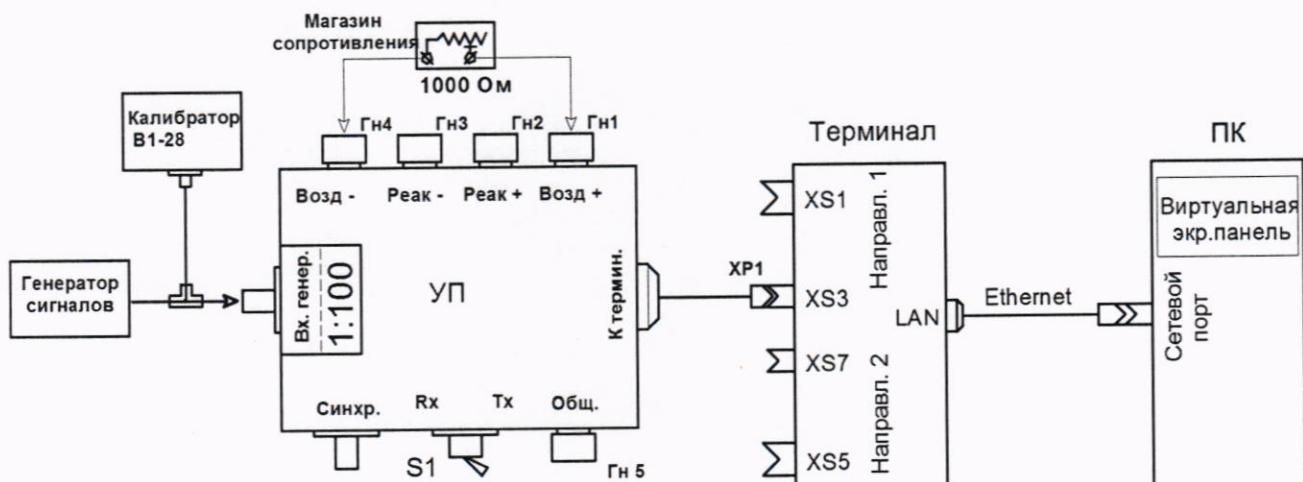


Рисунок 6 – Схема измерения  $T_x$

- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «1» (приложение Б);
- подсоединяют УП к разъему Терминала XS3 «Направление 1»;

- устанавливают переключатель S1 на УП в положение « $T_x$ »;
- устанавливают период синусоидальных колебаний генератора 2000 мкс (500,0 Гц);
- устанавливают выходное напряжение генератора  $U_e = 250$  мВ (с учётом внутреннего делителя в УП напряжение на входе терминала  $U_{ex} = 2,5$  мВ);
- нажимают кнопку 17 «T»; измеренный период высвечивается в окне 29;
- аналогично, последовательно устанавливая период колебаний сигнала генератора 333,3 мкс (3000,0 Гц); 500,0 мкс (2000,0 Гц) и 1000,0 мкс (1000,0 Гц), производят трехкратные единичные измерения периода синусоидальных колебаний. Результаты измерений заносят в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты измерения периода синусоидальных колебаний сигнала

№ п/п	Направление	$U_e$ , мВ	$T_{ycm}$ , мкс	Единичное измерение $T_{izm}^{CK}$ , мкс			Измеренное значение $T_{izm}^{CK}$ , мкс	Относительная погрешность $\delta T_{ycm}$ , %
				1	2	3		
1	1	250	333,3					
2			500,0					
3			666,7					
4			1000,0					
5			2000,0					
6	2	250	333,3					
7			500,0					
8			666,7					
9			1000,0					
10			2000,0					

- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «20» (приложение Б);
- подсоединяют УП к разъёму Терминала XS5 «Направление 2» и повторяют трехкратные единичные измерения периода синусоидальных колебаний в том же объеме. Результаты измерений заносят в таблицу 6. Относительную погрешность измерений рассчитывают по формуле:

$$\delta T_{ycm} = (\Delta T_{ycm} / T_{izm}^{CK}) \cdot 100, \quad (4)$$

где  $T_{izm} = (T_{1_{izm}}^{CK} + T_{2_{izm}}^{CK} + T_{3_{izm}}^{CK}) / 3$        $\Delta T_{izm} = |T_{izm}^{CK} - T_{ycm}|$ .

Все значения  $\delta T_{ycm}$  не должны превышать значения МХ А.1.4.

#### 8.5.4 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения уровня сигналов выходного напряжения

Проверка предполагает измерение величины напряжения синусоидальных колебаний в заданном диапазоне напряжений при неизменном периоде исследуемого сигнала. Период (частота) и уровень сигнала устанавливаются настройками генератора; напряжение на выходе генератора контролируется калибратором-вольтметром В1-28.

При проверке выполняют следующие действия:

- собирают рабочее место в соответствии с рисунком 6 (перемычки не устанавливают);
- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «1» (приложение Б);
- подсоединяют УП к разъёму Терминала XS3 «Направление 1»;
- устанавливают переключатель S1 на УП в положение « $T_x$ »;
- устанавливают период синусоидальных колебаний генератора 666,7 мкс (1500,0 Гц);
- устанавливают период синусоидальных колебаний генератора 2,5 В; 1,0 В; 500 мВ;
- последовательно устанавливают выходное напряжение генератора 2,5 В; 1,0 В; 500 мВ;

250 мВ; 100 мВ; 50 мВ; 25 мВ (с учётом внутреннего делителя в УП на 100 напряжение на входе терминала  $U_{ex}$  будет 25 мВ; 10мВ; 5мВ; 2,5 мВ; 1 мВ; 0,5мВ; 0,25мВ соответственно), производят трехкратные единичные измерения уровня выходного сигнала.

Измеренный уровень сигнала отображается при нажатии кнопки 24 «Огибающей» (приложение Б) в верхней части графика, огибающей в строке « $U = \dots$  мВ» (рисунок 7);

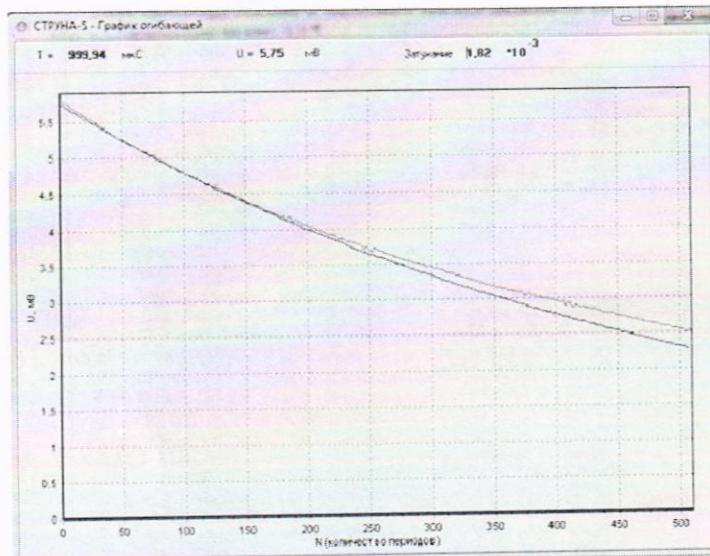


Рисунок 7 – График огибающей

- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «20» (приложение Б);
- подсоединяют УП к разъёму Терминала XS5 «Направление 2» и повторяют трехкратные единичные измерения уровней входного сигнала в том же объёме, Результаты измерений заносят в таблицу 7. Относительную погрешность измерений рассчитывают по формуле:

$$\delta U_e = (\Delta U_e / U_{uzm}^{BH}) \cdot 100, \quad (5)$$

где  $U_{uzm}^{BH} = (U_{1_{uzm}}^{BH} + U_{2_{uzm}}^{BH} + U_{3_{uzm}}^{BH}) / 3$        $\Delta U_e = |U_{uzm}^{BH} - U_e| / 100|$ .

Все значения  $\delta U_e$  не должны превышать значения МХ А.1.6

### 8.5.5 Проверка параметров и их погрешностей сигнала возбуждения ЛЧМ

При проверке параметров и их погрешностей сигнала возбуждения ЛЧМ выполняют следующие действия:

- собирают рабочее место в соответствии с рисунком 5 (перемычки не устанавливают);
- устанавливают тумблер S1 на УП в положение  $R_x$ ;
- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «1» (приложение Б);
- подсоединяют УП к разъёму Терминала XS3 «Направление 1»;
- на магазине сопротивления устанавливают величину сопротивления  $R = 250$  Ом;

Таблица 7 – Результаты измерения уровня выходного сигнала

№ п/п	Направление	$T_{ystm}$ , мкс	$U_e$ , мВ	Единичное измерение $U_{uzm}^{BH}$ , мВ			Измеренное значение $U_{uzm}^{BH}$ , мкс	Относительная погрешность $\delta U_e$ , %
				1	2	3		
1	Направление 1	666,7 (1500 Гц)	25					
2			100					
3			500					
4			1000					
5			2500					

№ п/п	Направление	$T_{ycm}$ , мкс	$U_z$ , мВ	Единичное измерение $U_{izm}^{BH}$ , мВ			Измеренное значение $U_{izm}^{BH}$ , мкс	Относительная погрешность $\delta U_z$ , %
				1	2	3		
6	Направление 2 $\Gamma_{II}$	666,7 (1500 $\Gamma_{II}$ )	25					
7			100					
8			500					
9			1000					
10			2500					

- осциллограф настраивают на измерение сигнала амплитудой до 10 В в ждущем режиме;
- на виртуальной панели нажимают кнопку 20 «Т\_ЛЧМ» (приложение Б), устанавливая заданные микроконтроллером терминала параметры сигнала ЛЧМ;
- производят трехкратные измерения параметров сигнала возбуждения ЛЧМ: амплитуду, начальную  $f_1$  и конечную  $f_2$  частоты, длительность (продолжительность) сигнала согласно рисунку 8. Результаты измерений заносят в таблицу 8;

Примечание – отсчеты частот производят, отступив по одному импульсу с начала и конца сигнала. Наблюдение и отсчет показаний производятся по осциллографу на ждущей или однократной развертке.

- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «20» (приложение Б);
- подсоединяют УП к разъёму Терминала XS5 «Направление 2»
- проводят выше приведенные действия для направления 2.

Рассчитывают среднеарифметические значения измеренных параметров ЛЧМ и относительные погрешности измерений по формулам:

$$\delta f_{ycm} = (\Delta f_{ycm} / \frac{f_{1izm} + f_{2izm}}{2}) \cdot 100, \quad (6)$$

где  $\Delta f_{ycm} = \pm \sqrt{\Delta_{cucm}^2 / 3 + \Delta_{cl}^2}$ ,  $\Delta_{cucm} = |f_{1izm} + f_{2izm} - f_{1ycm} - f_{2ycm}| / 2$ ,  $\Delta_{cl} = |f_{1izm} - f_{2izm}| / \sqrt{2}$ ;

$$\delta U_{cuc} = (\Delta U_{cuc} / U_{izm}^{LCHM}) \cdot 100, \quad (7)$$

где  $\Delta U_{cuc} = \pm \sqrt{\Delta_{cucm}^2 / 3 + \Delta_{cl}^2}$ ,  $\Delta_{cucm} = |U_{izm}^{LCHM} - U_{cuc}|$ ,  $\Delta_{cl} = |U_{1izm} - U_{2izm}| / \sqrt{2}$ ;

$$\delta T_{cuc} = (\Delta T_{cuc} / T_{izm}^{LCHM}) \cdot 100, \quad (8)$$

где  $\Delta T_{cuc} = \pm \sqrt{\Delta_{cucm}^2 / 3 + \Delta_{cl}^2}$ ,  $\Delta_{cucm} = |T_{izm}^{LCHM} - T_{cuc}|$ ,  $\Delta_{cl} = |T_{1izm} - T_{2izm}| / \sqrt{2}$ .

Все погрешности измерений параметров ЛЧМ не должны превышать МХ А.1.13 ÷ А.1.16.

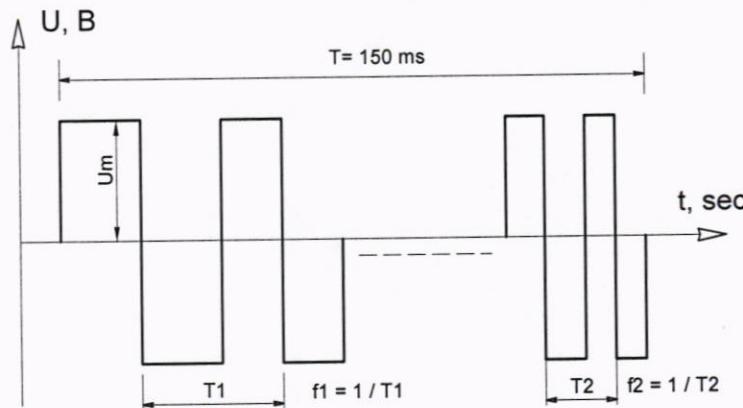


Рисунок 8 – Параметры сигнала возбуждения ЛЧМ

Таблица 8 – Результаты измерений параметров ЛЧМ

№ п/п	Направление	Измерение	Установленные значения				Измеренные значения				Погрешность			
			$f_{1ycm}$ , Гц	$f_{2ycm}$ , Гц	$U_{tuscm}$ , В	$T_{ciz}$ , мс	$f_{1изм}$ , Гц	$f_{2изм}$ , Гц	$U_{tizm}$ , В	$T_{izm}$ , мс	$\Delta f_1$ , Гц	$\delta f_1$ , %	$\Delta f_2$ , Гц	$\delta f_2$ , %
1	1	1	1350	2950	3,35	150								
2		2	1350	2950	3,35	150								
3		3	1350	2950	3,35	150								
4	2	1	1350	2950	3,35	150								
5		2	1350	2950	3,35	150								
6		3	1350	2950	3,35	150								

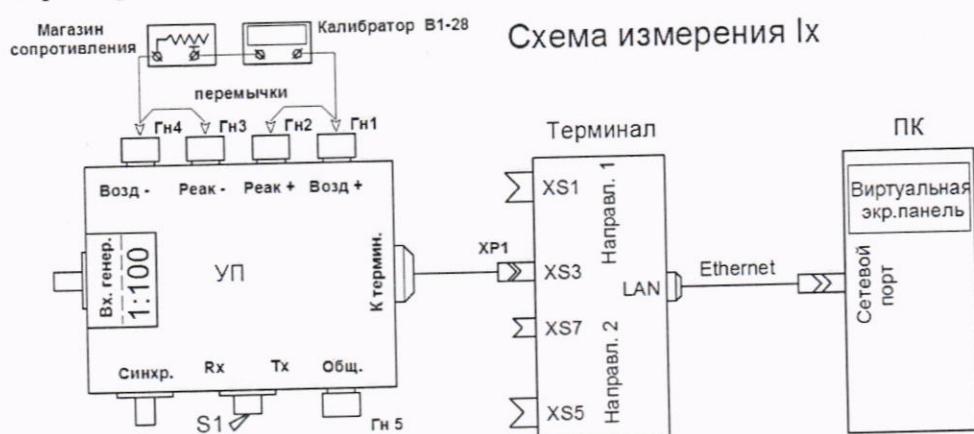
Продолжение таблицы 8

№ п/п	Направление	Измерение	Погрешность			
			$\Delta U_{izm}$ , В	$\delta U_{izm}$ , %	$\Delta T_{izm}$ , мс	$\delta T_{izm}$ , %
1	1	1				
2		2				
3		3				
4	2	1				
5		2				
6		3				

### 8.5.6 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения тока

При проверке диапазона и относительной погрешности измерения тока выполняют следующие действия:

- собирают рабочее место в соответствии с рисунком 9.

Рисунок 9 – Схема измерений  $I_x$

- устанавливают перемычки между  $\Gamma_{h1}$  и  $\Gamma_{h2}$ , между  $\Gamma_{h3}$  и  $\Gamma_{h4}$ ;
- тумблер S1 на УП устанавливают в положение Rx;
- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «1» (приложение Б);
- подсоединяют УП к разъему Терминала XS3 «Направление 1»;
- в магазине сопротивления (МС) устанавливают сопротивление 2 кОм;
- мультиметр настраивают на измерение постоянного тока;
- нажимают кнопку 21 «I», при этом мультиметр будет показывать значение тока  $I_{\text{эм}}$ , в окне программы будет отображено измеренное значение;
  - устанавливают различные значения сопротивления, которые соответствуют значению тока в диапазоне от 2 до 20 мА на эталонном миллиамперметре (в нашем случае 7 точек) для оценки погрешности;
  - последовательно производят 7 измерений, результаты заносят в таблицу 9;
  - подсоединяют УП к разъему Терминала XS5 «Направление 2»;
  - в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «20»;
  - проводят выше приведенные измерения для направления 2 в полном объеме, результаты измерений заносят в таблицу 9. Относительные погрешности измерения выполняют по формуле:

Таблица 9 – Результаты измерения тока

№ п/п	Направления	Измеренные значения, мА		$\Delta I_{\text{изм}}$ , мА	$\delta I_{\text{изм}}$ , %
		$I_{\text{эм}}$	$I_{\text{изм}}$		
1	1	2,0			
2		8,0			
3		14,0			
4		20,0			
1	2	2,0			
2		8,0			
3		14,0			
4		20,0			

$$\delta I_{\text{эм}} = (\Delta I_{\text{эм}} / I_{\text{эм}}) \cdot 100, \quad (9)$$

где

$$I_{\text{изм}} = (I_1 + I_2 + I_3) / 3;$$

$$\Delta I_{\text{эм}} = |I_{\text{изм}} - I_{\text{эм}}|.$$

Все значения  $\delta I_{\text{эм}}$  не должны превышать значений МХ А.1.18.

#### 8.5.7 Проверка диапазона и относительной погрешности измерения логарифмического декремента затухания входных сигналов

Проверка предполагает измерение логарифмического декремента затухания для трёх форм (по величине логарифмического декремента затухания) экспоненциально затухающего синусоидального сигнала.

Примечание – для проведения данных измерений в базе генератора WaveStation 2012 необходимо иметь заявленный набор форм сигнала (3 шт.), заранее сформированных в соответствии с правилами, указанными в технической документации на терминал.

Назначенные параметры экспоненциально затухающего синусоидального сигнала:

- начальная амплитуда сигнала  $U_{\text{т.ген}}$  3В
- период /частота  $T_{\text{т.ген}} / F_{\text{т.ген}}$  1,0 мс /1000,0 Гц;
- декремент затухания,  $d_{\text{уст}}$  0,001 – форма 1;  
0,0032 – форма 2;  
0,01 – форма 3.

При проверке диапазона и относительной погрешности измерения логарифмического декремента затухания входных сигналов выполняют следующие действия:

- собирают рабочее место в соответствии с рисунком 10 (перемычки не устанавливают). Осциллограф используют для визуального контроля величины и формы затухающего сигнала;
- на виртуальной панели устанавливают напряжение импульса 140 В (окно 22);
- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «1»;
- подсоединяют УП к разъему терминала XS3 «Направление 1»;
- устанавливают переключатель на УП в положение «Tx». (Перемычки не устанавливают);
- на магазине сопротивлений устанавливают значение сопротивления  $R = 1\text{k}\Omega$ ;
- соединяют штатным кабелем разъёмы синхронизации коробки УП и генератора (на задней панели); генератор настраивают на частоту  $F_2 = 1\text{ кГц}$ , амплитуду выходного сигнала генератора на 3 В, устанавливают логарифмический декремент затухания  $d_{yctm} = 0,001$  (форма 1);

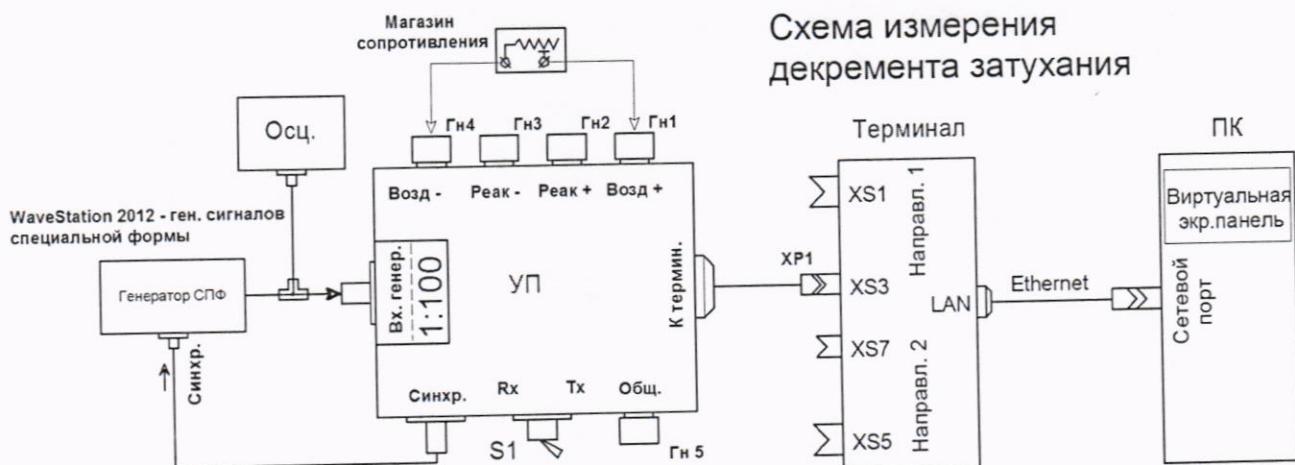


Рисунок 10 – Схема измерения логарифмического декремента затухания

- последовательно нажимают кнопки 17 «Т» и 24 «Огибающая» (в режиме «Т» проводят измерения сигнала для двух форм –1 и 2);
  - результаты измерений считывают в строке показаний «Затухание» (рисунок 7);
  - измерения проводят 3 раза, результаты измерений заносят в таблицу 10;
  - аналогичные измерения проводят для сигнала формы 2 с  $d_{yctm} = 0,0032$ , результаты измерений заносят в таблицу 10;

Таблица 10 – Результаты измерения декрементов затухания (для режима  $T$ )

№ п/п	Направ- ление	$d_{yctm}$	№ изм-я	$d_{i_{изм}}$	$\Delta d_{yctm}$	$\delta d_{yctm}$ %
1	1	$1,0 \times 10^{-3}$	1			
2			2			
3			3			
4		$3,2 \times 10^{-3}$	1			
5			2			
6			3			
7	2	$1,0 \times 10^{-3}$	1			
8			2			
9			3			
10		$3,2 \times 10^{-3}$	1			
11			2			
12			3			

- подсоединяют УП к разъему терминала XS5 «Направление 2»;
- в окне 1 «Коммутатор» устанавливают «20»;
- проводят все выше приведенные измерения для направления 2. Результаты заносят в таблицу 10;

Таблица 10а – Результаты измерения декрементов затухания (для режима  $T_\phi$ )

№ п/п	Направ- ление	$d_{ycm}$	№ изм-я	$d_{uzm}$	$\Delta d_{ycm}$	$\delta d_{ycm} \%$
1	1	$1,0 \times 10^{-3}$	1			
2			2			
3			3			
4	1	$3,2 \times 10^{-3}$	1			
5			2			
6			3			
7		$10,0 \times 10^{-3}$	1			
8			2			
9			3			
10	2	$1,0 \times 10^{-3}$	1			
11			2			
12			3			
13		$3,2 \times 10^{-3}$	1			
14			2			
15			3			
16		$10,0 \times 10^{-3}$	1			
17			2			
18			3			

– аналогично производят измерения для режима  $\langle T_\phi \rangle$ . В этом случае вместо кнопки 17 «T» следует нажимать кнопку 18  $\langle T_\phi \rangle$  (в режиме  $\langle T_\phi \rangle$  измерения производят для всех трёх форм затухающего сигнала), результаты измерений заносят в таблицу 10а.

Рассчитывают относительные погрешности измерений логарифмического декремента затухания по формуле:

$$\delta d_{ycm} = (\Delta d_{ycm}/d_{uzm}) \cdot 100 \%;$$

где  $d_{uzm} = (d_{1_{uzm}} + d_{2_{uzm}} + d_{3_{uzm}})/3$ ;  $\Delta d_{ycm} = |d_{uzm} - d_{ycm}|$ .

Все значения  $\delta d_{ycm}$  не должны превышать значений МХ А.1.20.

## 9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки терминалов подтверждают сведениями о результатах поверки, включенными в ФИФ по обеспечению единства измерений. Сведения о результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечению единства измерений РФ передаются в ФИФ.

9.2 На терминалы, прошедшие поверку с положительными результатами, по заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, выдают свидетельство о поверке. Результаты поверки оформляют в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, утвержденным приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510.

9.3 Знак поверки наносят на лицевую панель терминала в виде оттиска поверительного клейма.

9.4 Отрицательные результаты поверки оформляют в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, утвержденным приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510, при этом анализатор к дальнейшей эксплуатации не допускают.

9.5 По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами,

Начальник отдела СНТР

  
(подпись)

Н.М. Лясковский

Ведущий инженер СНТР

  
(подпись)

С.Г. Пурнов

Инженер отдела СНТР

  
(подпись)

Н.Р. Кашапова

**Приложение А**

(обязательное)

**Метрологические характеристики терминалов**

Таблица А.1 – Метрологические характеристики терминалов

Наименование характеристики	Значение
A.1.1 Диапазон измеряемого сопротивления ( $R$ ), Ом	от 1 до 3000
A.1.2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений сопротивления в диапазоне от 1 до 200 включ. Ом, Ом, не более Пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления в диапазоне выше 200 до 3000 Ом, %, не более	$\pm 0,2$ $\pm 0,1$
A.1.3 Диапазон измерения периода/частоты ( $T_{yct}$ ), мкс (Гц)	от 333,3 до 2000 (от 3000 до 500)
A.1.4 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений периода, %, не более	$\pm 0,05$
A.1.5 Диапазон измерения амплитуды входных сигналов ( $U_e$ ), мВ	от 0,25 до 25
A.1.6 Относительная погрешность измерения уровня входных сигналов, %, не более	$\pm 5$
A.1.7 Установливаемая амплитуда ( $U_{ezi}$ ) зондирующего импульса на $R_h = 1000$ Ом, В	140, 160, 180, 200
A.1.8 Предельное отклонение амплитуды зондирующего импульса на $R=1000$ Ом, В	$\pm 5$
A.1.9 Установливаемая амплитуда ( $U_{ezi}$ ) зондирующего импульса на $R_h = 250$ Ом, В	140, 160, 180, 200
A.1.10 Предельное отклонение амплитуды зондирующего импульса на $R=250$ Ом, В	-10
A.1.11 Длительность ( $T_{ezi}$ ) зондирующего импульса на $R_h = 1000$ Ом, мс	$1,0 \pm 0,1$
A.1.12 Длительность ( $T_{ezi}$ ) зондирующего импульса на $R_h = 250,0$ Ом, мс	$0,3 \pm 0,05$
A.1.13 Диапазон частот ЛЧМ сигнала ( $f_1, \dots, f_2$ ), Гц	от 1350 до 2950
A.1.14 Предельное отклонение частоты ЛЧМ сигнала, Гц	$\pm 10 \%$
A.1.15 Амплитудное значение ЛЧМ сигнала, на $R_h = 250,0$ Ом, В	$3,35 \pm 0,25$
A.1.16 Длительность сигнала ЛЧМ, мс	$150 \pm 5$
A.1.17 Диапазон измерения тока, мА	от 2 до 20
A.1.18 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений тока, %, не более	$\pm 0,1$
A.1.19 Диапазон логарифмического декремента затухания входных сигналов ( $d$ )	от 0,001 до 0,01
A.1.20 Пределы допускаемой относительной погрешности измерений логарифмического декремента затухания, %, не более	$\pm 5$

Примечание – логарифмический декремент затухания определяется по формуле:

$$d = (\ln A_1 - \ln A_{n+1})/n,$$

где  $A_1$  – амплитуда первого периода, $A_{n+1}$  – амплитуда  $n+1$  периода.