

Р32

**УТВЕРЖДАЮ**

Начальник ГЦИ СИ "Воентест"  
32 ГНИИ МО РФ

  
В.И. Храменков

« 30 » 01 2005 г.



**Комплекс измерительный автоматизированный "Памир-М"**

**Методика поверки**

Мытищи, 2005 г.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Данная методика устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверки комплекса измерительного автоматизированного "Памир-М" (далее – комплекс), принадлежащего в/ч 51105.

1.2. Межповерочный интервал – два года.

## 2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.  
Таблица 1

	Наименование операции	№ пункта методики	Операции поверки	
			первичная	периодическая
<b>1</b>	<b><i>Поверка оптоэлектронной измерительной системы «Дельта-С»</i></b>		да	да
1.1	Внешний осмотр	8.1.1	да	да
1.2	Опробование		да	да
1.3	Определение метрологических характеристик	8.1.2	да	да
1.3.1	Определение коэффициентов ослабления аттенюаторов и амплитуд калибровочных импульсов передатчиков ОИС «Дельта-С»	8.1.2.1- 8.1.2.2	да	да
1.3.2	Определение значений коэффициентов преобразования датчиков электрического и магнитного полей и доверительных границ относительной погрешности коэффициентов преобразования	8.1.2.3	да	да
1.3.3	Определение диапазона измеряемых амплитуд датчиков электрического и магнитного полей для каждого измерительного канала и нелинейности коэффициента преобразования во всем амплитудном диапазоне	8.1.2.4	да	да
1.3.4	Определение постоянной спада ПХ датчиков электрического и магнитного полей для каждого измерительного канала по уровню 0,5 от установившегося значения и доверительных границ относительной погрешности ее определения	8.1.2.5	да	да
1.3.5	Определение времени нарастания ПХ датчиков электрического и магнитного полей по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения и доверительных границ относительной погрешности определения времени нарастания	8.1.2.6	да	да
1.3.6	Определение времени нарастания ПХ оптоэлектронной линии ОИС «Дельта-С» каждого измерительного канала по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения	8.1.2.7	да	да
1.4	Оформление результатов поверки	8.1.3	да	да
<b>2</b>	<b><i>Поверка оптоэлектронной измерительной системы «Дельта-П»</i></b>	8.2	да	да
2.1	Внешний осмотр	8.2.1	да	да
2.2	Опробование		да	да

	Наименование операции	№ пункта методики	Операции поверки	
			первичная	периодическая
2.3	Определение метрологических характеристик	8.2.2	да	да
2.3.1	Определение значения коэффициента преобразования и доверительных границ его погрешности для каждого датчика энергии	8.2.2.1	да	да
2.3.2	Определение нелинейности коэффициентов преобразования датчиков энергии внутри диапазона измеряемых значений энергии	8.2.2.2	да	да
2.3.3	Определение значения коэффициента передачи и доверительных границ его погрешности для каждого измерительного тракта «Передатчик – Волоконно-оптический кабель – Приемник»	8.2.2.3	да	да
2.3.4	Оценка доверительных границ погрешности измерения энергии измерительным трактом «Датчик – Передатчик – Волоконно-оптический кабель – Приемник»	8.2.2.4	да	да
2.4	Оформление результатов поверки	8.2.3	да	да
3	<i>Поверка измерительных каналов устройства передачи информации СУПИ 21</i>	8.3	да	да
3.1	Внешний осмотр	8.3.1	да	да
3.2	Определение метрологических характеристик СУПИ 21	8.3.2	да	да
3.2.1	Определение основной составляющей статистической погрешности преобразования блока СПНЗЗ	8.3.2.1	да	да
3.2.2	Определение напряжения на выходе разъема ТЕСТ ВНЕШН	8.3.2.2	да	да
3.2.3	Определение напряжения на выходах разъемов ВЫХ.КАЛ	8.3.2.3	да	да
3.2.4	Определение статической погрешности коэффициента передачи в нормальных условиях эксплуатации	8.3.2.4	да	да
3.2.5	Определение длительности переднего фронта переходной характеристики	8.3.2.5	да	да
3.3	Определение метрологических характеристик измерительных каналов импульсных ЭМП	8.3.3	да	да
3.3.1	Определение значений коэффициентов преобразования и доверительных границ относительной погрешности коэффициентов преобразования датчиков электрического и магнитного полей	8.3.3.1	да	да
3.3.2	Определение диапазона измеряемых амплитуд датчиков электрического и магнитного полей для каждого измерительного канала и нелинейности коэффициента преобразования во всем амплитудном диапазоне	8.3.3.2	да	да
3.3.3	Определение времени нарастания переходной характеристики датчиков электрического и магнитного полей по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения и доверительных границ относительной погрешности определения времени нарастания	8.3.3.3	да	да

	Наименование операции	№ пункта методики	Операции поверки	
			первичная	периодическая
3.3.4	Определение постоянной времени спада переходной характеристики и доверительных границ относительной погрешности ее определения	8.3.4	да	да
3.4	Оформление результатов поверки	8.3.4	да	да
4	<i>Поверка кабельных измерительных каналов электрического и магнитного полей (КИКЭП и КИКМП)</i>	8.4	да	да
4.1	Внешний осмотр	8.4.1	да	да
4.2	Определение метрологических характеристик	8.4.2	да	да
4.2.1	Определение значений коэффициентов преобразования и доверительных границ относительной погрешности коэффициентов преобразования измерительных каналов	8.4.2.1	да	да
4.2.2	Определение диапазона измеряемых амплитуд для каждого измерительного канала и нелинейности коэффициента преобразования во всем амплитудном диапазоне	8.4.2.2	да	да
4.2.3	Определение времени нарастания переходной характеристики каналов и доверительных границ относительной погрешности его определения	8.4.2.3	да	да
4.2.4	Определение постоянной времени спада переходной характеристики и доверительных границ относительной погрешности ее определения	8.4.2.4	да	да
4.3	Оформление результатов поверки	8.4.3	да	да
5	<i>Поверка комплекта измерительных каналов импульсного тока ПР-5/1-Д и ПР-5/1-К</i>	8.5	да	да
5.1	Внешний осмотр	8.5.1	да	да
5.2	Опробование		да	да
5.3	Определение метрологических характеристик	8.5.2	да	да
5.3.1	Определение значения коэффициента преобразования и доверительных границ относительной погрешности коэффициента преобразования	8.5.2.1	да	да
5.3.2	Определение диапазона измеряемых амплитуд и нелинейности коэффициента преобразования во всем амплитудном диапазоне	8.5.2.2	да	да
5.3.3	Определение времени нарастания переходной характеристики по уровням 0,1-0,9 от установившегося значения и доверительных границ относительной погрешности его определения	8.5.2.3	да	да
5.3.4	Определение постоянной времени спада переходной характеристики и доверительных границ относительной погрешности ее определения	8.5.2.4	да	да
5.4	Оформление результатов поверки	8.5.3	да	да
6	<i>Поверка комплекта измерительных каналов импульсного напряжения</i>	8.6	да	да
6.1	Внешний осмотр	8.6.1	да	да
6.2	Определение метрологических характеристик	8.6.2	да	да

	Наименование операции	№ пункта методики	Операции поверки	
			первичная	периодическая
6.2.1	Определение значений коэффициента деления и доверительных границ относительной погрешности коэффициента деления	8.6.2.1	да	да
6.2.2	Определение значений времени нарастания переходной характеристики и доверительных границ относительной погрешности определения времени нарастания	8.6.2.2	да	да
6.3	Оформление результатов поверки	8.6.3	да	да

### 3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2. Метрологические характеристики средств измерений приведены в таблице 3.

3.2. Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.1	Генератор импульсов напряжения точной амплитуды Г5-75 Генератор импульсов напряжения Г5-84 Генератор высоковольтных импульсов напряжения СГС 54 Поверочная установка «Дельта -1» Поверочная установка «Прогресс-3» Аналого-цифровой регистратор СРГ-7 Осциллограф стробоскопический С7-13
8.2	Генератор высоковольтных импульсов напряжения СГС 54 Генератор импульсов напряжения точной амплитуды Г5-75 Поверочная установка «Дельта-1» Универсальный осциллограф С1-108 Регистратор сигналов осциллографический С8-13 Аналого-цифровой регистратор СРГ-7 Миллиомметр Е6-18
8.3	Вольтметр универсальный цифровой В7-18 Генератор импульсов напряжения точной амплитуды Г5-75 Источник питания постоянного тока Б5-29 Поверочная установка «Дельта-1» Поверочная установка импульсного магнитного поля «Дельта-2» Осциллограф универсальный С1-108 Регистратор аналого-цифровой СРГ-7

Номер пункта методики	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.4	Генератор импульсов напряжения точной амплитуды Г5-75 Поверочная установка «Дельта-1» Поверочная установка «Прогресс-2» Осциллограф универсальный С1-108 Регистратор аналого-цифровой СРГ-7
8.5	Генератор импульсов напряжения Г5-78 Генератор импульсов напряжения Г5-84 Поверочная установка «Дельта-1» с проходной нагрузкой 50 Ом Осциллограф стробоскопический С7-13
8.6	Генератор высоковольтных импульсов напряжения СГС 54 Регистратор аналого-цифровой СРГ-7

Таблица 3

№ п/п	Наименование СИ	Основные технические характеристики
1	Генератор импульсов точной амплитуды Г5-75	Диапазон установки амплитуды на 50-омной нагрузке - от 0,01 до 10 В Погрешность установки амплитуды - +0,01 В Длительность вых. импульсов от 50 нс - до 1 с Длительность фронта и среза выходных импульсов - не более 10 нс
2	Генератор импульсов Г5-84	Диапазон установки амплитуды на 50-омной нагрузке - от 5 до 10 В Погрешность установки амплитуды не более 15% Длительность вых. импульсов от 1 нс до 999 мкс Длительность фронта и среза выходных импульсов - не более 80 пс; Длительность среза – не более 200 пс.
3	Генератор высоковольтных импульсов напряжения СГС 54	Амплитудный диапазон - -100 ÷ 1500 В; Длительность фронта воспроизводимых импульсов - 240 пс; Диапазон длительностей воспроизводимых импульсов - 1,0 нс ÷ 1,0 мкс (определяется длиной зарядного кабеля) Погрешность воспроизведения амплитуды – не более 3 %; Выходное сопротивление – 75 Ом
4	Генератор импульсов Г5-78	Диапазон установки амплитуды на 50-омной нагрузке - от 0,01 до 5 В Длительность вых. импульсов от 50 нс - до 1 с Длительность фронта выходных импульсов - не более 0,5 нс

№ п/п	Наименование СИ	Основные технические характеристики
5	Поверочная установка «Дельта-1»	Напряженность электрического поля: - 2 – 400 кВ/м; Напряженность магнитного поля – 6 - 1000 А/м; Погрешность воспроизведения амплитуды импульсов: - электрического поля – 1,3 %; - магнитного поля – 3,4 %; Длительность фронта импульса – 5 нс; Длительность импульса – 145 мкс.
6	Поверочная установка «Прогресс-3»	Напряженность электрического поля: - 0,02 – 100 кВ/м; Напряженность магнитного поля – 0,05 – 270 А/м; Погрешность воспроизведения амплитуды импульсов ЭМП: - не более 10 % Длительность фронта импульса – 70 – 500 пс; Длительность импульса – 200 нс - 1 мс.
7	Поверочная установка «Прогресс-2»	Напряженность электрического поля 1–200 кВ/м; Напряженность магнитного поля – 1 - 200 А/м Погрешность воспроизведения амплитуды импульсов ЭМП не более $\pm 5$ %; Длительность фронта импульса – 0,3 – 2,5 нс Длительность импульса – 0,4 мкс
8	Поверочная установка импульсного магнитного поля «Дельта-2»	Напряженность магнитного поля – 14 - 140 А/м; Погрешность воспроизведения амплитуды импульсов магнитного поля – 3,5 %; Длительность фронта импульса – 1,5 – 2,5 мкс; Длительность импульса – не ограничена.
9	Измерительный преобразователь КНВ - 2,5	Диапазон частот – 1,5 – 300 МГц Амплитудный диапазон 10 ÷ 1700 В/м Погрешность коэф. передачи, не более – 15 %
11	Регистратор аналого-цифровой СРГ-7	Время нарастания ПХ – 70 пс; Номинальный коэф. отклонения – 0,7 В/дел.; Входное сопротивление – 50 Ом; Приведенная относительная погрешность измерения уровня напряжения – не более 0,9 %
12	Осциллограф стробоскопический С7-13	Время нарастания не более 30 пс; Диапазон измеряемых напряжений 20 мВ – 16 В; Входное сопротивление – 50 Ом; Погрешность коэффициента отклонения – 5 %
13	Регистратор сигналов осциллографический С8-13	Время нарастания ПХ не более 350 пс; Минимальное значение коэффициента отклонения – 0,5 мВ/Дел Погрешность коэффициента отклонения – менее 5 % Погрешность коэффициента развертки – менее 5 % Параметры сигнального входа: $R_{вх} = 1 \pm 0,03$ МОм, $C_{вх} = 30 \pm 3$ пФ
14	Универсальный осциллограф С1-108	Переходная характеристика – 1 нс; Погрешность коэффициента развертки – 4 % Диапазон частот синхронизации гармоническим сигналом – от 50 Гц до 350 МГц
15	Миллиомметр Е6-18	Диапазон измерений – от 1 мОм до 100 Ом Основная погрешность – менее $\pm 1,5$ %

№ п/п	Наименование СИ	Основные технические характеристики
16	Вольтметр универсальный цифровой В7-18	Измерение постоянных напряжений от $10^{-5}$ до $10^3$ В с погрешностью 5 %.
17	Источник питания постоянного тока Б5-29	Выходное напряжение от 0 до 30 В; Ток нагрузки до 3 А.

3.3. Для нормального функционирования измерительного комплекса основные технические и метрологические характеристики его систем и устройств должны соответствовать приведенным ниже.

3.3.1. Основные технические характеристики ОИС «Дельта-С» приведены в табл. 4.

Таблица 4

	Техническая характеристика	Размерность	Значение
1	Временной диапазон измеряемых импульсных полей: электрических магнитных	<i>нс</i> <i>нс</i>	0,5÷100 0,5÷100
2	Диапазон амплитуд измеряемых напряженностей: электрического поля магнитного поля	<i>кВ/м</i> <i>А/м</i>	0,5÷100 30÷200
3	Погрешность измерительного канала электрического поля: -при измерении амплитуды	%	не более ±15
4	Погрешность измерительного канала магнитного поля: -при измерении амплитуды	%	не более ±15
5	Коэффициент ослабления аттенюатора передатчика: 1-го канала 2-го канала	отн. ед. отн. ед.	0,4-0,85 0,4-0,85
6	Амплитуда калибровочного импульса: 1-го канала 2-го канала	<i>В</i> <i>В</i>	0,3-0,5 0,3-0,5
7	Время нарастания фронта ПХ - ИК электрического поля полоскового типа (ДЭП) - ИК электрического поля емкостного типа (ДЭП1) - ИК магнитного поля (ДМП)	<i>нс</i> <i>нс</i> <i>нс</i>	не более 0,2 не более 0,4 не более 0,4
8	Постоянная спада ПХ - ИК электрического поля полоскового типа (ДЭП) - ИК электрического поля емкостного типа (ДЭП1) - ИК магнитного поля (ДМП)	<i>нс</i> <i>нс</i> <i>нс</i>	не менее 5 не менее 200 не менее 200
9	Общее количество измерительных каналов	<i>шт.</i>	2
10	Количество поддиапазонов измерения у каждого канала	<i>шт.</i>	2
11	Длина волоконно-оптических кабелей измерительных каналов ОИС	<i>м</i>	150
12	Мощность, потребляемая ОИС от сети переменного тока 220 В, 50 Гц	<i>ВА</i>	не более 60
13	Масса полного комплекта ОИС без упаковки	<i>кг</i>	не более 30



3.3.2. Основные технические характеристики ОИС «Дельта-П» приведены в табл. 5.

Таблица 5

	Техническая характеристика	Размерность	Значение
1	Диапазон измеряемых энергий	<i>мкДж</i>	1,0÷750
2	Временной диапазон, в котором сохраняется линейность коэффициента преобразования датчиков энергии	<i>мс</i>	0,01÷1,0*10 <sup>5</sup>
	Погрешность канала измерения энергии	%	не более ±20
4	Количество измерительных каналов	<i>шт.</i>	4
5	Количество поддиапазонов измерения	<i>шт.</i>	3
6	Длина волоконно-оптических кабелей	<i>м</i>	150
7	Мощность, потребляемая ОИС от сети переменного тока 220 В, 50 Гц	<i>ВА</i>	не более 60
8	Масса полного комплекта ОИС: -без упаковки -в упаковке	<i>кг</i>	не более 35 не более 60

3.3.3. Основные технические характеристики устройства СУПИ21 и измерительных каналов импульсных ЭМП приведены в табл. 6. Метрологические характеристики измерителей напряженности магнитного и электрического полей приведены в табл. 7.

Таблица 6

	Техническая характеристика	Размерность	Значение
1	Диапазон входных сигналов для передатчиков, не менее: СУПИ21.01.000 СУПИ21.01.000-01 «ВХ.А» СУПИ21.01.000-01 «ВХ.Б»	<i>В</i>	0,1 – 2,0 0,1 – 2,0 0,5 – 10,0
2	Длительность переднего фронта переходной характеристики по уровню 0,1-0,9	<i>нс</i>	не более 10
3	Коэффициент передачи для каждого канала в нормальных условиях эксплуатации для $U_{вх.мах}$ , не менее: – при использовании передатчиков СУПИ21.01.000, СУПИ21.01.000-01 «ВХ.А» – при использовании передатчиков СУПИ21.01.000-01 «ВХ.Б»		0,5 0,1
4	Входное активное сопротивление при использовании передатчиков: СУПИ21.01.000, СУПИ21.01.000-01 «ВХ.А» СУПИ21.01.000-01 «ВХ.Б»	<i>МОм</i> <i>кОм</i>	1±0,1 1±0,1
5	Входная емкость, не более	<i>пФ</i>	30
6	Максимальное выходное напряжение на сопротивлении нагрузки 50 Ом, не менее	<i>В</i>	1

	Техническая характеристика	Размерность	Значение
7	Статическая погрешность коэффициента передачи при доверительной вероятности 0,95, не более: – в нормальных условиях эксплуатации – в рабочих условиях эксплуатации	%	12 15
8	Длина волоконной линии связи, не менее	м	200
9	Относительный спад переходной характеристики за время 100 мкс, не более	%	10
10	Основная погрешность преобразования блока СПНЗ3 $\Delta U_{вх.р} = \pm(10^{-3} \cdot U_{вх.} + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U_{д})$ , где $U_{д}$ – установленный амплитудный диапазон преобразования.		
11	Дополнительная погрешность преобразования в интервале температур $+10 \pm 30$ °С		не превышает основной
12	Калибратор обеспечивает на нагрузке $(1 \pm 0,1)$ МОм последовательность импульсов: – амплитуда $j$ -го калибровочного импульса с основной погрешностью $\pm 1,6$ % $j = 1 \dots 10$ $j = 11 \dots 20$ – длительность каждого импульса – период следования импульсов – длительность переднего фронта, не более	<i>B</i>  <i>мкс</i> <i>мкс</i> <i>мкс</i>	  $-0,2 \cdot (11-j)$ $0,2 \cdot (j-10)$ $100 \pm 50$ $200 \pm 100$ 5
13	Нестабильность амплитуд калибровочных импульсов в рабочих условиях эксплуатации, не более	%	$\pm 1,6$
14	Нестабильность амплитуд калибровочных импульсов в течение межповерочного интервала, не более	%	$\pm 1,0$
15	Потребляемый ток при питании передатчиков СУПИ21.01.000-01 от источников питания с напряжением: 12,0 В – 10 % –12,5 В – 15 %	<i>A</i>	не более 0,05 не более 0,15
16	Время непрерывной работы передатчиков с блоком батарей СУПИ21.01.300, не менее: – в нормальных условиях эксплуатации – в рабочих условиях эксплуатации	<i>ч</i>	8 4
17	Питание приемника – от сети переменного тока $220 \pm 22$ В, 50 Гц		
18	Потребляемая мощность при питании приемника от сети $\sim 220$ В, не более	<i>Вт</i>	250
19	Время готовности устройства с момента включения, не более	<i>мин</i>	10
20	Время непрерывной работы приемника (с перерывом до следующего включения не менее 2 ч), не более	<i>ч</i>	8
21	Длина волоконной линии связи не менее	м	150

	Техническая характеристика	Размерность	Значение
22	Выходное шумовое напряжение на выходе фотоприемного блока, не более	<i>мВ</i>	10

Таблица 7

Наименование характеристики	Размерность	Значение
<i>Измеритель напряженности магнитного поля ИНМП-М</i>		
Диапазон амплитудных значений измеряемых магнитных полей	<i>А/м</i>	30÷300
Время нарастания переходной характеристики по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения, не более	<i>мс</i>	12,0±2,4
Длительность переходной характеристики по уровню 0,5, не менее	<i>мс</i>	1,0±0,2
Коэффициент преобразования	<i>мВ/(А/м)</i>	1,2÷2
Нелинейность коэффициента преобразования, не более	<i>%</i>	±5
Погрешность коэффициента преобразования, не более	<i>%</i>	±10
Неравномерность вершины переходной характеристики, не более	<i>%</i>	5
Длина волоконно-оптических кабелей	<i>м</i>	150
<i>Измерители напряженности электрического поля ИНЭП-1-М и ИНЭП-2-М</i>		
Диапазон амплитудных значений измеряемых магнитных полей	<i>кВ/м</i>	1. 3÷60 2. 20÷350
Время нарастания переходной характеристики по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения, не более	<i>нс</i>	1. 5±0,5 2. 5±0,5
Длительность переходной характеристики по уровню 0,5, не менее	<i>мс</i>	1. 5,8 2. 3
Коэффициент преобразования	<i>мВ/(кВ/м)</i>	1. 33,5 2. 5,66
Нелинейность коэффициента преобразования, не более	<i>%</i>	1. ±5 2. ±5
Погрешность коэффициента преобразования, не более	<i>%</i>	1. ±10 2. ±10
Неравномерность вершины переходной характеристики, не более	<i>%</i>	1. 10 2. 10
Длина волоконно-оптических кабелей	<i>м</i>	150

3.3.4. Основные характеристики кабельных измерительных каналов электрического и магнитного полей (КИКЭП и КИКМП) приведены в табл. 8.

Таблица 8

Наименование характеристики	Размерность	Значение
Диапазон измеряемых амплитуд напряженностей импульсных электрического и магнитного полей	<i>кВ/м</i>	2÷500
	<i>А/м</i>	2÷2000
Время нарастания переходной характеристики по уровню 0,1-0,9, не более	<i>нс</i>	2
Время спада переходной характеристики до уровня 0,368, не менее	<i>нс</i>	100
Коэффициент преобразования	<i>мВ/(кВ/м)</i>	25÷50
	<i>мВ/(А/м)</i>	100÷200
Погрешность коэффициента преобразования при вероятности $P=0,95$ , не более	<i>%</i>	±30
Длина кабельных линий связи	<i>м</i>	100

3.3.5. Основные характеристики датчиков тока (ПР-5/1-Д и ПР-5/1-К) приведены в табл. 9.

Таблица 9

Наименование характеристики	Размерность	Значение
Диапазон измеряемых амплитуд импульсов тока:	<i>А</i>	0,1 ÷ 300
		0,01 ÷ 300
Время нарастания переходной характеристики по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения, не более	<i>нс</i>	0,5
		0,35
Постоянная времени спада переходной характеристики	<i>мкс</i>	20,0
		2,2
Коэффициент преобразования	<i>мВ/А</i>	30,0
		400÷600
Нелинейность коэффициента преобразования, не более	<i>%</i>	±5
		±5
Погрешность коэффициента преобразования, не более	<i>%</i>	±10
		±10
Неравномерность вершины переходной характеристики, не более	<i>%</i>	10
		10
Длина штатного кабеля, не менее	<i>м</i>	10
		10
Волновое сопротивление штатного кабеля	<i>Ом</i>	50
		50

3.3.6. Основные характеристики комплекта измерительных преобразователей ИПН напряжения приведены в табл. 10.

Таблица 10

Наименование характеристики	Размерность	Значение
Максимально допустимая амплитуда однократных импульсов напряжения на входе преобразователя при длительности импульса не более 1,0 мкс	<i>В</i>	1800

Время нарастания ПХ, нс	нс	
СДНР5, № 1		0,32±0,09
СДНР5, № 2		0,35±0,09
СДНР5-01, № 1		0,41±0,09
СДНР5-01, № 2		0,39±0,09
СДНР5-02, №1		0,42±0,09
СДНР5-02, №2		0,36±0,09
32. Коэффициент деления		
СДНР5, № 1,2		2,0±0,1
СДНР5-01, № 1,2		3,0±0,2
СДНР5-02, №1,2		5,0±0,3

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки комплекса допускаются подготовленные лица, изучившие устройство и принцип работы комплекса, ознакомленные с руководствами по эксплуатации систем и устройств комплекса и документацией по поверке, имеющие опыт работы с контрольно-измерительными приборами и аппаратурой и право на поверку.

#### 5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. К работе на комплексе допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.2. Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры, входящей в состав комплекса.

5.3. При проведении измерений необходимо руководствоваться "Правилами эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий".

#### 6. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1. Поверка проводится при нормальных условиях (составляющая погрешности измерений любой из характеристик от действия совокупности влияющих величин не превышает 35 % допускаемой основной погрешности).

6.2. Комплекс обеспечивает работоспособность и измерение параметров величин с заданными точностными характеристиками при климатических и прочих условиях, соответствующих указанным в п.п. 6.2.1-6.2.5.

6.2.1. Условия эксплуатации ОИС «Дельта-С» и «Дельта-П»:

- температура окружающей среды для рабочего состояния (5÷35)°С;
- относительная влажность при температуре 20 °С, не более 80 %;
- атмосферное давление (95±11) кПа;
- напряжение питающей сети переменного тока (220±22) В;
- частота переменного тока при содержании гармоник до 5 % (50±1) Гц.

6.2.2. Условия эксплуатации устройства передачи информации СУПИ 21 и измерительных каналов импульсных ЭМП

6.2.2.1. Устройство СУПИ 21 сохраняет свои технические характеристики при работе передатчика, волоконной линии связи и приемника в следующих условиях:

- температура окружающей среды для рабочего состояния  $(-10...+40)^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ , не более 98 %;
- воздействие одиночных ударов длительностью от 5 до 15 мс  
с ускорением, не более 10 g;
- воздействие синусоидальных вибраций в диапазоне частот  
от 10 до 60 Гц с амплитудой ускорения, не более 4 g.

6.2.2.2. Устройство СУПИ 21 сохраняет свои технические характеристики после воздействия:

- предельных значений температур  $-50^{\circ}\text{C}$  и  $+50^{\circ}\text{C}$ ;
- синусоидальных вибраций в диапазоне частот  
от 10 до 200 Гц с амплитудой ускорения, не более 4 g.

6.2.2.3. Устройство СУПИ 21 сохраняет свою работоспособность при работе передатчика и волоконной линии связи в зоне воздействия импульсных ЭМП с параметрами:

- амплитуда напряженности электрического поля, не более 15 кВ/м;
- амплитуда напряженности магнитного поля, не более 130 А/м.

6.2.2.4. Измерители напряженности электрического и магнитного полей предназначены для эксплуатации в климатических условиях при:

- температуре окружающего воздуха  $(-30...+40)^{\circ}\text{C}$ ;
- относительной влажности воздуха, не более 85 %;
- атмосферном давлении 84...107 кПа.

6.2.3. Кабельные измерительные каналы электрического и магнитного полей (КИКЭП и КИКМП) предназначены для эксплуатации в климатических условиях при:

- температуре окружающего воздуха  $(-40...+40)^{\circ}\text{C}$ ;
- относительной влажности воздуха при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ ,  
не более 98 %.

6.2.4. Комплект датчиков тока предназначен для эксплуатации в климатических условиях при:

- температуре окружающего воздуха  $(-30...+40)^{\circ}\text{C}$ ;
- относительной влажности воздуха, не более 85 %;
- атмосферном давлении 84...107 кПа;

6.2.5. Комплект датчиков напряжения предназначен для эксплуатации в климатических условиях при:

- температуре окружающего воздуха  $(-10...+40)^{\circ}\text{C}$ ;
- относительной влажности воздуха, не более 98 %.

6.3. Электропитание комплекса осуществляется от сети переменного тока  $(50\pm 1)$  Гц,  $(220\pm 22)$  В при содержании гармоник до 5 %. Потребляемая мощность при включении всей аппаратуры комплекса не превышает 11 кВт.

## 7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

При подготовке к поверке проверяют готовность аппаратуры всех систем комплекса на работоспособность по отдельности и комплекса в целом согласно руководствам по эксплуатации «Памир-М», отдельных устройств и систем комплекса.

## 8. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1. Поверка оптоэлектронной измерительной системы «Дельта-С»

#### 8.1.1. Внешний осмотр ОИС

Провести внешний осмотр блоков ОИС, волоконно-оптических кабелей, генератора и регистраторов.

#### 8.1.2. Определение метрологических характеристик ОИС «Дельта-С»

8.1.2.1. Определение коэффициента ослабления аттенюатора и амплитуд калибровочных импульсов передатчиков

8.1.2.1.1. Определение коэффициента ослабления аттенюатора и амплитуды калибровочного импульса передатчика ОИС «Дельта-С» производится по схеме рис. 3.1 ДЕЛЬТА-С РЭ с использованием средств измерений, приведенных в табл. 2.

8.1.2.1.2. Провести внешний осмотр блоков ОИС, волоконно-оптических кабелей, генератора и регистраторов.

8.1.2.1.3. Собрать схему измерений согласно рис. 3.1 ДЕЛЬТА-С РЭ. Общий и сигнальный выходы генератора подключить к контактам коаксиального разъема передатчика первого канала. Сняв крышку передатчика, подключить вход регистратора TDS1012 к контактам контрольных точек «1» и «2», расположенных на печатной плате передатчика.

8.1.2.1.4. Настроить Г5-75 на воспроизведение импульса напряжения амплитудой 0,2 В с фронтом 10 нс и длительностью 5 мкс. Установить на осциллографическом регистраторе коэффициент развертки в положение «0,5 мкс/Дел», коэффициент отклонения в положение «50 мВ/Дел». Кнопкой ручного управления работой ОИС включить режим «Диапазон I». Воспроизвести входной импульс, зарегистрировать выходное напряжение с аттенюатора ( $U_{\text{ВЫХ ат.}}$ ) на регистраторе.

8.1.2.1.5. Зафиксировать в журнале измерений значения  $U_{\text{ВХ}}$ ,  $U_{\text{ВЫХ ат.}}$ .

8.1.2.1.6. Рассчитать коэффициент ослабления аттенюатора передатчика  $K_{\text{ОСД}}$  для данной амплитуды входного сигнала по соотношению:

$$K_{\text{ОСД}} = U_{\text{ВЫХ ат.}} / U_{\text{ВХ}}$$

8.1.2.1.7. Повторить измерения по п. 8.1.2.1.4-8.1.2.1.6 для входного импульса напряжения 0,5 В и 0,8 В. Рассчитать среднее значение коэффициента ослабления аттенюатора для первого диапазона измерений. Данные занести в журнал измерений.

8.1.2.1.8. Кнопкой ручного управления работой ОИС включить режим «Диапазон II». Повторить измерения по п. 8.1.3.1.6. для второго диапазона измерений. Данные занести в журнал измерений.

8.1.2.2. Определение амплитуды калибровочного импульса передатчика ОИС «Дельта-С»

8.1.2.2.1. Установить значение коэффициента отклонения регистратора в положение «100 мВ/Дел». Кнопкой ручного управления работой ОИС включить режим «Калибровка». Зарегистрировать осциллографом значение калибровочного напряжения ( $U_{\text{КН}}$ ) на контактах контрольных точек «1» и «2».

8.1.2.2.2. Значения  $U_{\text{КН}}$  зафиксировать в журнале измерений.

8.1.2.2.3. Повторить все операции по определению коэффициента ослабления аттенюатора и амплитуды калибровочного импульса передатчика для второго измерительного тракта ОИС «Дельта-С».

8.1.2.2.4. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение коэффициента ослабления аттенюатора и амплитуды калибровочного импульса передатчика ОИС «Дельта-С» каждого измерительного тракта находится в пределах погрешности  $\pm 5\%$ .

8.1.2.3. Определение коэффициентов преобразования датчиков электрического и магнитного полей и доверительных границ относительной погрешности коэффициентов преобразования

8.1.2.3.1. Определение коэффициентов преобразования датчиков электрического и магнитного полей производится отдельно от ОИС «Дельта-С».

8.1.2.3.2. Проверить маркировку, обозначения органов управления, и надежность заземления основных и вспомогательных защитных средств, а также отсутствие механических дефектов, нарушающих работу ИК и средств поверки. Дальнейшее проведение испытаний допускается, если при внешнем осмотре не обнаружено указанных выше повреждений и в наличии имеются все документы и средства, необходимые для испытаний.

8.1.2.3.3. Средства измерений, рекомендуемые для определения амплитудно-временных характеристик поверяемых датчиков поля, и их метрологические характеристики приведены в табл. 2, 3.

8.1.2.3.4. Определение коэффициента преобразования датчика электрического поля полоскового типа

8.1.2.3.4.1. Подключить кабельный генератор к входу поверочной установки «Прогресс-3». Датчик электрического поля полоскового типа разместить внутри объема полеобразующей системы поверочной установки и осуществить ориентацию его оси в соответствии с маркировкой на корпусе и направлением вектора эталонного поля. Подключить регистратор СРГ-7 и установить органы управления в положения, обеспечивающие регистрацию формы импульса.

8.1.2.3.4.2. Определить коэффициенты преобразования ИК  $K_p$  в диапазоне напряженностей от 1 кВ/м до 10 кВ/м в соответствии с п.п. 3.3.7.5-3.3.7.6 ДЕЛЬТА-С РЭ.

8.1.2.3.4.3. Результаты измерений занести в журнал испытаний.

8.1.2.3.5. Определение коэффициента преобразования датчика электрического поля емкостного типа

8.1.2.3.5.1. Датчик электрического поля емкостного типа разместить внутри объема полеобразующей системы поверочной установки «Дельта-1» и осуществить ориентацию его оси в соответствии с маркировкой на корпусе и направлением вектора эталонного поля. Подключить регистратор СРГ-7 и установить органы управления в положения, обеспечивающие регистрацию формы импульса.

8.1.2.3.5.2. Определить коэффициенты преобразования ИК  $K_p$  в диапазоне напряженностей от 10 кВ/м до 100 кВ/м в соответствии с п.п. 3.3.7.8-3.3.7.9 ДЕЛЬТА-С РЭ.

8.1.2.3.5.3. Результаты измерений занести в журнал испытаний.

8.1.2.3.6. Определение коэффициента преобразования датчика магнитного поля

8.1.2.3.6.1. Выполнить операции п. 8.1.4.5.1-8.1.4.5.2 для средств измерений магнитного поля, устанавливая следующие значения напряженности магнитного поля в поверочной установке «Дельта-1»:  $H_1 = 30$  А/м,  $H_2 = 50$  А/м,  $H_3 = 125$  А/м,  $H_4 = 200$  А/м,  $H_5 = 300$  А/м.

8.1.2.3.6.2. Результаты измерений занести в журнал испытаний.

8.1.2.3.7. Определение доверительные границы относительной погрешности коэффициентов преобразования датчиков электрического и магнитного полей

8.1.2.3.7.1. Определить доверительные границы относительной погрешности коэффициентов преобразования датчиков  $\delta K_p$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  в соответствии с п. 5 ГОСТ 8.207-76 по формуле:



$$\delta K_{\Pi} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta A_{\text{пу}}^2 + \Theta_{Az}^2 + \Theta_{\text{неод}}^2 + \Theta_{A\phi}^2 + \Theta_{\text{нел}}^2 + \Theta_{Ad}^2 + \Theta_{E(H)}^2},$$

где  $\delta A_{\text{пу}}$  – погрешность воспроизведения амплитуды импульса поля поверочной установки;

$\Theta_{Ad}$  – динамическая погрешность определения коэффициента преобразования;

$\Theta_{Az}$  – погрешность измерения амплитуды регистратором;

$\Theta_{\text{неод}}$  – неоднородность напряженности поля в объеме, занимаемом ИП;

$\Theta_{\text{нел}}$  – нелинейность коэффициента преобразования СИ в диапазоне измеряемых напряженностей поля;

$\Theta_{A\phi}$  – погрешность, обусловленная отклонением оси чувствительности ИП от направления вектора напряженности эталонного поля;

$\Theta_{E(H)}$  – погрешность, обусловленная взаимодействием ИП с электродами поверочной установки.

8.1.2.3.7.2. Результаты определения  $\delta K_{\Pi}$  занести в протокол испытаний.

8.1.2.3.8. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение коэффициентов преобразования каждого измерительного канала находится в пределах погрешности  $\pm 15\%$ .

8.1.2.4. Определение диапазона измеряемых амплитуд датчиков электрического и магнитного полей для каждого измерительного канала и нелинейности коэффициента преобразования во всем амплитудном диапазоне

8.1.2.4.1. Диапазон измеряемых амплитуд датчиков электрического и магнитного полей определяется совместно с ОИС «Дельта-С»

8.1.2.4.2. Проверить маркировку, обозначения органов управления, и надежность заземления основных и вспомогательных защитных средств, а также отсутствие механических дефектов, нарушающих работу ИК и средств поверки. Дальнейшее проведение испытаний допускается, если при внешнем осмотре не обнаружено указанных выше повреждений и в наличии имеются все документы и средства, необходимые для испытаний.

8.1.2.4.3. Определение диапазона измеряемых амплитуд датчика электрического поля полоскового типа

Подключить кабельный генератор ко входу поверочной установки «Прогресс-3». Датчик электрического поля полоскового типа разместить внутри объема полеобразующей системы поверочной установки и осуществить ориентацию его оси в соответствии с маркировкой на корпусе и направлением вектора эталонного поля. Подключить регистратор СРГ7 и установить органы управления в положения, обеспечивающие регистрацию формы импульса. Установить напряженность электрического поля в ПУ «Прогресс-3»  $E=10$  кВ/м. Соединить выход ИК с входом регистратора СРГ7. Произвести пятикратно импульсы поля в поверочной установке, регистрируя амплитуду импульсов на выходе ИК с помощью регистратора. Используя комплект аттенуаторов СДНР7 от СРГ7, определить динамический диапазон измерительных каналов. Нижняя граница амплитудного диапазона определяется чувствительностью регистратора.

8.1.2.4.4. Определение диапазона измеряемых амплитуд датчика электрического поля емкостного типа и датчика магнитного поля

Подготовить поверочную установку «Дельта-1» к работе. Подготовить ИК к работе. Поместить измерительный преобразователь в рабочую зону установки «Дельта-1». Установить значение поля в поверочной установке 100 кВ/м для электрического канала и 300 А/м для магнитного. Изменяя диапазон измерения ОИС «Дельта-С», определить динамический диапазон измерительных каналов. Нижняя граница амплитудного диапазона определяется чувствительностью регистратора.

8.1.2.4.5. Повторить все операции по определению диапазона измеряемых амплитуд для второго измерительного тракта ОИС «Дельта-С».

8.1.2.4.6. Для каждого датчика определить нелинейность коэффициента преобразования по соотношению:

$$\eta(K_{\text{пр}}) = \frac{|K_{\text{пр. max}} - K_{\text{пр. min}}|}{K_{\text{пр. ср}}} \cdot 100\%,$$

где  $K_{\text{пр. max}}$  – максимальное значение коэффициента преобразования из всех определенных;  
 $K_{\text{пр. min}}$  – минимальное значение коэффициента преобразования из всех определенных;  
 $K_{\text{пр. ср}}$  – среднее значение коэффициента преобразования.

8.1.2.4.7. Результаты выполнения операций п. 8.1.2.4 занести в протокол испытаний.

8.1.2.4.8. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение диапазона измеряемых импульсных полей каждого измерительного канала находится в пределах погрешности  $\pm 15\%$ .

8.1.2.5. Определение постоянной спада ПХ датчиков электрического и магнитного полей для каждого измерительного канала по уровню 0,5 от установившегося значения и доверительных границ относительной погрешности ее определения

8.1.2.5.1. Параллельно определению диапазона измеряемых амплитуд датчиков электрического и магнитного поля в составе ОИС «Дельта-С» по п. 3.3.8 ДЕЛЬТА-С РЭ провести измерение постоянной спада ПХ по уровню 0,5 от установившегося значения.

8.1.2.5.2. Определить доверительные границы относительной погрешности определения постоянной спада ПХ датчиков  $\delta t_{\text{ин}}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле:

$$\delta t_{\text{ин}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta t_{\text{пу}}^2 \cdot \frac{t_{\text{ин}}^2}{t_{\text{пу}}^2} + \Theta_{\text{tz}}^2 + \Theta_{\text{тД}}^2},$$

где  $\delta t_{\text{пу}}$  – доверительные границы относительной погрешности длительности импульса поверочной установки при доверительной вероятности  $P=0,95$ ;

$\Theta_{\text{тД}}$  – динамическая погрешность определения постоянной спада ПХ;

$\Theta_{\text{tz}}$  – погрешность определения постоянной спада ПХ регистратором.

8.1.2.5.3. Результаты выполнения операций п. 8.1.2.5 занести в протокол испытаний.

8.1.2.5.4. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения постоянной спада ПХ датчиков импульсных ЭМП каждого измерительного канала находится в пределах погрешности  $\pm 15\%$ .

8.1.2.6. Определение времени нарастания ПХ датчиков электрического и магнитного полей по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения и доверительных границ относительной погрешности определения времени нарастания

8.1.2.6.1. Определение времени нарастания ПХ датчиков электрического и магнитного полей по уровню 0,1-0,9 производится отдельно от ОИС «Дельта-С».

8.1.2.6.2. Подготовить полосковый ИП электрического поля к работе. Подключить выход генератора Г5-84 к входу. Полосковый измерительный преобразователь поместить в рабочую зону установки «Прогресс-3». Сигнальный выход ИП подсоединить к входу осциллографа С7-13. Настроить генератор на воспроизведение импульсов напряжения с амплитудой 10 В и длительностью фронта 80 пс. Произвести регистрацию импульса напряжения на выходе ИП с помощью С7-13 пять раз.

8.1.2.6.3. В соответствии с п. 3.3.10.2 ДЕЛЬТА-С РЭ определить время нарастания переходной характеристики исследуемого измерительного канала.

8.1.2.6.4. Повторить операции измерения по п.п. 8.1.7.2.-8.1.7.3 для измерительного преобразователя электрического поля емкостного типа и измерительного преобразователя магнитного поля индукционного типа.

8.1.2.6.5. Определить доверительные границы относительной погрешности определения времени нарастания ПХ датчиков  $\delta \tau_{\text{ин}}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле:

$$\delta \tau_{\text{ин}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta \tau_{\text{пу}}^2 \cdot \frac{\tau_{\text{пу}}^4}{\tau_{\text{ин}}^4} + \Theta_{\text{tz}}^2 + \Theta_{\text{тД}}^2},$$

где  $\delta\tau_{пу}$  – доверительные границы относительной погрешности длительности фронта импульса поверочной установки при доверительной вероятности  $P=0,95$ ;

$\Theta_{\tau д}$  – динамическая погрешность определения времени нарастания ПХ;

$\Theta_{\tau з}$  – погрешность измерения времени нарастания ПХ регистратором.

8.1.2.6.6. Результаты определения время нарастания переходной характеристики каждого датчика и его погрешности занести в протокол испытаний.

8.1.2.6.7. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения времени нарастания ПХ датчиков импульсных ЭМП находятся в пределах погрешности  $\pm 15\%$ .

8.1.2.7. Определение времени нарастания ПХ оптоэлектронной линии ОИС «Дельта-С» каждого измерительного канала по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения

8.1.2.7.1. Провести внешний осмотр блоков ОИС, генератора Г5-84 и осциллографа С7-13. Подключить выход генератора Г5-84 к входу передатчика. Выход приемника подключить к входу стробоскопического осциллографа С7-13. Настроить генератор на воспроизведение импульсов напряжения с амплитудой 0,5 В и длительностью фронта 80 пс. Произвести регистрацию импульса напряжения на выходе приемника с помощью С7-13 пять раз.

8.1.2.7.2. Определить время нарастания переходной характеристики оптоэлектронной линии исследуемого измерительного канала в соответствии с п. 3.3.11.1 ДЕЛЬТА-С РЭ.

8.1.2.7.3. Повторить операции измерения по п.п. 8.1.8.1-8.1.8.2 для второго измерительного канала.

8.1.2.7.4. Результаты определения времени нарастания ПХ оптоэлектронной линии ОИС «Дельта-С» каждого измерительного канала по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения занести в протокол испытаний.

8.1.3. Оформление результатов поверки

8.1.3.1. Результаты поверки ОИС оформляются соответствующими протоколами.

8.2. Поверка оптоэлектронной измерительной системы «Дельта-П»

8.2.1. Внешний осмотр ОИС

Провести внешний осмотр блоков ОИС, волоконно-оптических кабелей, генератора и регистраторов.

8.2.2. Определение метрологических характеристик ОИС

8.2.2.1. Определение коэффициента преобразования датчиков энергии и доверительных границ относительной погрешности коэффициента преобразования

8.2.2.1.1. Определение коэффициента преобразования производится поочередно для каждого датчика энергии в нескольких точках амплитудно-временного диапазона входных воздействий. Рекомендуемые значения длительностей импульсов напряжения на входе датчика: 10 нс, 100 нс, 1 мкс, 100 мкс, 1 мс, 100 мс. Рекомендуемые значения энергии: (1, 10, 100, 350, 750) мкДж.

8.2.2.1.2. Рекомендуемые для определения коэффициента преобразования средства измерений и их метрологические характеристики приведены в табл. 2, 3.

8.2.2.1.3. Провести внешний осмотр поверяемого датчика энергии, используемых генераторов, регистратора и миллиметра.

8.2.2.1.4. Определить значения сопротивлений нити накаливания датчика и согласующего резистора в соответствии с п. 3.3.5.4 ДЕЛЬТА-П РЭ.

8.2.2.1.5. Собрать схему измерений и провести ее опробование согласно п.п. 3.3.5.5-3.3.5.6 ДЕЛЬТА-П РЭ.

8.2.2.1.6. Выполнить операции по определению коэффициента преобразования датчика энергии в соответствии с п. 3.3.5.7 ДЕЛЬТА-П РЭ.

8.2.2.1.7. Повторить все операции п.п. 8.2.2.1.3-8.2.2.1.6 для других датчиков энергии.

8.2.2.1.8. Определить доверительные границы относительной погрешности коэффициента преобразования датчиков  $\delta K_{п}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  в соответствии с п. 5 ГОСТ 8.207-76 по формуле:

$$\delta K_{п} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta A_{ген}^2 + \Theta_{Az}^2 + \Theta_{R6}^2 + \Theta_{RHH}^2 + \Theta_{нел}^2},$$

где  $\delta A_{\text{ген}}$  – погрешность воспроизведения амплитуды импульса генератором;

$\delta t_{\text{ген}}$  – погрешность установки длительности импульса генератора;

$\Theta_{R_6}$ ,  $\Theta_{R_{\text{нн}}}$  – погрешности измерения сопротивлений  $R_6$  и  $R_{\text{нн}}$ ;

$\Theta_{A_z}$  – погрешность измерения амплитуды регистратором;

$\Theta_{\text{нел}}$  – нелинейность коэффициента преобразования СИ в диапазоне измеряемых энергий;

8.2.2.1.9. Результаты определения  $K_{\text{п}}$  и  $\delta K_{\text{п}}$  датчиков энергии занести в протокол испытаний.

8.2.2.1.10. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение относительной погрешности коэффициента преобразования датчика энергии находится в пределах  $\pm 15\%$ .

8.2.2.2. Определение нелинейности коэффициентов преобразования датчиков энергии

8.2.2.2.1. Для каждого датчика определить нелинейность коэффициента преобразования по соотношению:

$$\eta(K_{\text{пр}}) = \frac{|K_{\text{пр. max}} - K_{\text{пр. min}}|}{K_{\text{пр. ср}}} \cdot 100\%,$$

где  $K_{\text{пр. max}}$  – максимальное значение коэффициента преобразования из всех определенных;

$K_{\text{пр. min}}$  – минимальное значение коэффициента преобразования из всех определенных;

$K_{\text{пр. ср}}$  – среднее значение коэффициента преобразования.

8.2.2.2.2. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если нелинейность коэффициента преобразования датчика энергии не превышает  $\pm 5\%$ .

8.2.2.3. Определение коэффициента передачи измерительного тракта “Передатчик – Волоконно-оптический кабель – Приемник” и доверительных границ относительной погрешности коэффициента передачи

8.2.2.3.1. Определение коэффициента передачи измерительного тракта производится с использованием средств измерений, приведенных в табл. 2.

8.2.2.3.2. Провести внешний осмотр блоков ОИС, волоконно-оптических кабелей, генератора и регистраторов.

8.2.2.3.3. Собрать схему измерений согласно п. 3.3.6.4 ДЕЛЬТА-П РЭ.

8.2.2.3.4. Провести опробование схемы измерений в соответствии с п. 3.3.6.5 ДЕЛЬТА-П РЭ.

8.2.2.3.5. Выполнить операции по определению коэффициента передачи измерительного канала  $K_{\text{ИК}}$  и поправочного множителя  $N_{\text{п}}$  в соответствии с п. 3.3.6.6 ДЕЛЬТА-П РЭ.

8.2.2.3.6. Определить доверительные границы относительной погрешности коэффициента передачи ИК  $\delta K_{\text{ИК}}$  по формуле:

$$\delta K_{\text{ИК}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta A_{\text{ген}}^2 + \Theta_{A_z}^2},$$

где  $\delta A_{\text{ген}}$  – погрешность воспроизведения амплитуды импульса генератором;

$\Theta_{A_z}$  – погрешность измерения амплитуды регистратором.

8.2.2.3.7. Выполнить операции п.п. 8.2.2.3.3-8.2.2.3.6 поочередно для второго, третьего и четвертого каналов ОИС.

8.2.2.3.8. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение погрешности коэффициента передачи каждого измерительного канала находится в пределах  $\pm 5\%$ .

8.2.2.4. Оценка результирующей погрешности измерения энергии

8.2.2.4.1. Оценить результирующую погрешность измерения энергии в ОИС для каждого канала “Датчик – Передатчик – Волоконно-оптический кабель – Приемник” в соответствии с п. 3.3.7 ДЕЛЬТА-П РЭ.

8.2.2.4.2. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение результирующей погрешности измерения энергии каждым каналом находится в пределах  $\pm 20\%$ .

8.2.3. Оформление результатов поверки

8.2.3.1. Результаты поверки ОИС оформляются соответствующими протоколами.

8.3. Поверка измерительных каналов устройства передачи информации СУПИ 21

8.3.1. Внешний осмотр СУПИ 21

8.3.1.1. Провести внешний осмотр блоков устройства, волоконно-оптических кабелей, датчиков. Проверить маркировку, обозначения органов управления, и надежность заземления основных и вспомогательных защитных средств, а также отсутствие механических дефектов, нарушающих работу ИК СУПИ 21 и средств поверки.

8.3.1.2. Дальнейшее проведение поверки допускается, если при внешнем осмотре не обнаружено указанных выше повреждений и в наличии имеются все документы и средства, необходимые для испытаний.

8.3.2. Определение метрологических характеристик СУПИ 21

8.3.2.1. Определение основной составляющей статистической погрешности преобразования блока СПНЗЗ

8.3.2.1.1. Собрать схему соединений измерительных приборов и блоков устройства в соответствии с рис. 18.1 СУПИ 21 ТО.

8.3.2.1.2. Подготовить к работе измерительные приборы и блоки устройства в соответствии с п. 18.1.2(1-10) СУПИ 21 ТО.

8.3.2.1.3. Выполнить операции по определению величин преобразованных напряжений  $U_{вх1}$ ,  $U_{вх2}$ ,  $U_{вх3}$  в соответствии с п. 18.1.2(11-25) СУПИ 21 ТО.

8.3.2.1.4. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения преобразованных напряжений не выходят за границы допусков, указанных в табл. 17.2 СУПИ 21 ТО.

8.3.2.2. Определение напряжения на выходе разъема ТЕСТ ВНЕШН

8.3.2.2.1. Собрать схему соединений измерительных приборов и блоков устройства в соответствии с рис. 18.1 СУПИ 21 ТО.

8.3.2.2.2. Выполнить операции по измерению напряжения на выходе разъема ТЕСТ ВНЕШН в соответствии с п. 18.2.2 СУПИ 21 ТО.

8.3.2.2.3. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренное значения напряжения отличается от полученного во время предыдущей проверки и записанного в формуляре СУПИ 21 ФО не более, чем на  $\pm 0,3$  %.

8.3.2.3. Определение напряжения на выходах разъемов ВЫХ.КАЛ

8.3.2.3.1. Собрать схему соединений измерительных приборов и блоков устройства в соответствии с рис. 18.2 СУПИ 21 ТО.

8.3.2.3.2. Подготовить к работе измерительные приборы и блоки устройства в соответствии с п. 18.3.2(1-12) СУПИ 21 ТО.

8.3.2.3.3. Выполнить операции по измерению напряжений калибровочных импульсов в соответствии с п. 18.3.2(13-29) СУПИ 21 ТО.

8.3.2.3.4. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения напряжений калибровочных импульсов отличаются от полученных во время предыдущей проверки и записанных в формуляре СУПИ 21 ФО не более, чем на  $\pm 1,2$  %.

8.3.2.4. Определение статической погрешности коэффициента передачи в нормальных условиях эксплуатации

8.3.2.4.1. Собрать схему соединений измерительных приборов и блоков устройства в соответствии с рис. 18.3 СУПИ 21 ТО.

8.3.2.4.2. Подготовить к работе измерительные приборы и блоки устройства в соответствии с п. 18.4.2(1-14) СУПИ 21 ТО.

8.3.2.4.3. Выполнить операции по определению статической погрешности коэффициента передачи в соответствии с п. 18.4.2(15-20) СУПИ 21 ТО.

8.3.2.4.4. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если вычисленные значения статической погрешности отличаются от полученных во время предыдущей проверки и записанных в формуляре СУПИ 21 ФО не более, чем на  $\pm 12$  %.

8.3.2.5. Определение длительности переднего фронта переходной характеристики

8.3.2.5.1. Собрать схему соединений измерительных приборов и блоков устройства в соответствии с рис. 18.3 СУПИ 21 ТО.

8.3.2.5.2. Выполнить операции по определению длительности переднего фронта переходной характеристики в соответствии с п. 18.5.2 СУПИ 21 ТО.

8.3.2.5.3. Результаты поверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения длительности переднего фронта переходной характеристики не превышают значений, полученных во время предыдущей проверки и записанных в формуляре СУПИ 21 ФО.

8.3.3. Определение метрологических характеристик измерительных каналов импульсных ЭМП

8.3.3.1. Определение коэффициентов преобразования и доверительных границ относительной погрешности коэффициентов преобразования датчиков электрического и магнитного полей

8.3.3.1.1. Определение коэффициентов преобразования датчиков электрического и магнитного полей производится отдельно от устройства СУПИ 21.

8.3.3.1.2. Проверить маркировку, обозначения органов управления, и надежность заземления основных и вспомогательных защитных средств, а также отсутствие механических дефектов, нарушающих работу ИК и средств поверки. Дальнейшее проведение испытаний допускается, если при внешнем осмотре не обнаружено указанных выше повреждений и в наличии имеются все документы и средства, необходимые для испытаний.

8.3.3.1.3. Датчик электрического поля разместить внутри объема полеобразующей системы поверочной установки «Дельта-1» и осуществить ориентацию его оси в соответствии с маркировкой на корпусе и направлением вектора эталонного поля. Подключить осциллограф TDS 1012 и установить органы управления в положения, обеспечивающие регистрацию формы импульса.

8.3.3.1.4. Установить напряженность электрического поля в ПУ «Дельта-1»  $E=5$  кВ/м. Произвести пятикратно импульсы поля в поверочной установке, регистрируя амплитуду импульсов  $V$  на выходе ИК с помощью осциллографа. Определить среднее значение  $V_i$ .

8.3.3.1.5. Рассчитать коэффициент преобразования ИК для  $E_1=5$  кВ/м по формуле:

$$K_{\text{при}} = V_i / E$$

8.3.3.1.6. Провести работы по п.п. 8.3.3.1.3-8.3.3.1.5, устанавливая следующие значения напряженности электрического поля в ПУ «Дельта-1»:  $E_2 = 20$  кВ/м,  $E_3 = 50$  кВ/м,  $E_4 = 80$  кВ/м,  $E_5 = 100$  кВ/м.

8.3.3.1.7. Определить коэффициенты преобразования ИК  $K_{\text{п}}$  в диапазоне напряженностей от 5 кВ/м до 100 кВ/м по соотношению:

$$K_{\text{п}} = (K_{\text{imax}} + K_{\text{imin}}) / 2,$$

где  $K_{\text{imax}}$ ,  $K_{\text{imin}}$  – максимальное и минимальное значения  $K_i$  для  $i = 1 - 5$ .

8.3.3.1.8. Провести измерения по п.п. 8.3.3.1.3-8.3.3.1.7 для остальных измерительных каналов напряженности электрического поля.

8.3.3.1.9. Определить доверительные границы относительной погрешности коэффициентов преобразования датчиков  $\delta K_{\text{п}}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  в соответствии с п. 5 ГОСТ 8.207-76 по формуле:

$$\delta K_{\text{п}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta A_{\text{пу}}^2 + \Theta_{\text{Az}}^2 + \Theta_{\text{неод}}^2 + \Theta_{\text{Аф}}^2 + \Theta_{\text{нел}}^2 + \Theta_{\text{Ад}}^2 + \Theta_{\text{Е(Н)}}^2},$$

где  $\delta A_{\text{пу}}$  – погрешность воспроизведения амплитуды импульса поля поверочной установки;

$\Theta_{\text{Ад}}$  – динамическая погрешность определения коэффициента преобразования;

$\Theta_{\text{Az}}$  – погрешность измерения амплитуды регистратором;

$\Theta_{\text{неод}}$  – неоднородность напряженности поля в объеме, занимаемом ИП;

$\Theta_{\text{нел}}$  – нелинейность коэффициента преобразования СИ в диапазоне измеряемых напряженностей поля;

- Θ<sub>АФ</sub> – погрешность, обусловленная отклонением оси чувствительности ИП от направления вектора напряженности эталонного поля;
- Θ<sub>Е(Н)</sub> – погрешность, обусловленная взаимодействием ИП с электродами поверочной установки.

8.3.3.1.10. Выполнить операции п.п. 8.3.3.1.3-8.3.3.1.9 для средств измерений магнитного поля, устанавливая следующие значения напряженности магнитного поля в поверочной установке «Дельта-1»: Н<sub>1</sub> = 30 А/м, Н<sub>2</sub> = 50 А/м, Н<sub>3</sub> = 125 А/м, Н<sub>4</sub> = 200 А/м, Н<sub>5</sub> = 300 А/м.

8.3.3.1.11. Результаты выполнения операций п. 8.3.3.1 занести в протокол испытаний.

8.3.3.2. Определение диапазона измеряемых амплитуд датчиков электрического и магнитного полей для каждого измерительного канала и нелинейности коэффициента преобразования во всем амплитудном диапазоне

8.3.3.2.1. Диапазон измеряемых амплитуд датчиков электрического и магнитного полей определяется в составе СУПИ 21.

8.3.3.2.2. Подготовить поверочную установку «Дельта-1» к работе.

8.3.3.2.3. Подготовить ИК к работе. Поместить измерительный преобразователь в рабочую зону установки «Дельта-1». Установить значение поля в поверочной установке 100 кВ/м для электрического канала и 300 А/м для магнитного. Определить динамический диапазон измерительных каналов.

8.3.3.2.4. Нижний и верхний диапазон измеряемых амплитуд ограничивается чувствительностью оптической линии СУПИ 21.

8.3.3.2.5. Повторить все операции по определению диапазона измеряемых амплитуд для всех измерительных каналов.

8.3.3.2.6. Для каждого ИК определить нелинейность коэффициента преобразования по соотношению:

$$\eta(K_{\text{пр}}) = \frac{|K_{\text{пр. max}} - K_{\text{пр. min}}|}{K_{\text{пр. ср}}} \cdot 100\%,$$

где K<sub>пр. max</sub> – максимальное значение коэффициента преобразования из всех определенных;

K<sub>пр. min</sub> – минимальное значение коэффициента преобразования из всех определенных;

K<sub>пр. ср</sub> – среднее значение коэффициента преобразования.

8.3.3.2.7. Результаты выполнения операций п. 8.3.3.2 занести в протокол испытаний.

8.3.3.3. Определение времени нарастания ПХ датчиков электрического и магнитного полей по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения и доверительных границ относительной погрешности определения времени нарастания ПХ

8.3.3.3.1. Определение времени нарастания ПХ датчиков электрического и магнитного полей по уровню 0,1-0,9 производится отдельно от СУПИ 21.

8.3.3.3.2. Подготовить ИП к работе. Измерительный преобразователь поместить в рабочую зону установки «Дельта-1». Сигнальный выход ИП подсоединить к входу осциллографа TDS 1012.

8.3.3.3.3. Произвести регистрацию импульса напряжения на выходе ИП с помощью осциллографа пять раз.

8.3.3.3.4. Определить длительность фронта τ<sub>ип1</sub> каждого регистрируемого импульса по уровню 0,1 – 0,9.

8.3.3.3.5. Определить среднее значение длительности фронта τ<sub>ипср</sub>.

8.3.3.3.6. Рассчитать значение времени нарастания переходной характеристики исследуемого измерительного канала по соотношению:

$$\tau_{\text{ип}} = \sqrt{(\tau_{\text{ипср}})^2 - (\tau_{\text{пу}})^2},$$

где τ<sub>пу</sub> – время нарастания фронта импульса поверочной установки «Дельта-1».

8.3.3.3.7. Повторить операции п.п. 8.3.3.3.2-8.3.3.3.6 для других измерительных преобразователей электрического и магнитного поля.

8.3.3.3.8. Определить доверительные границы относительной погрешности определения времени нарастания ПХ измерительных каналов  $\delta\tau_{инп}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле:

$$\delta\tau_{инп} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta\tau_{пу}^2 \cdot \frac{\tau_{пу}^4}{\tau_{инп}^4} + \Theta_{tz}^2 + \Theta_{тД}^2},$$

где  $\delta\tau_{пу}$  – доверительные границы относительной погрешности длительности фронта импульса поверочной установки при доверительной вероятности  $P=0,95$ ;

$\Theta_{тД}$  – динамическая погрешность определения времени нарастания ПХ;

$\Theta_{tz}$  – погрешность измерения времени нарастания ПХ регистратором.

8.3.3.3.9. Результаты выполнения операций п. 8.3.3.3 занести в протокол испытаний.

8.3.3.4. Определение постоянной спада ПХ датчиков электрического и магнитного полей для каждого измерительного канала по уровню 0,5 от установившегося значения и доверительных границ относительной погрешности ее определения

8.3.3.4.1. Параллельно определению диапазона измеряемых амплитуд датчиков электрического и магнитного поля в составе устройства СУПИ 21 по п. 8.3.3.2. провести измерение постоянной спада ПХ по уровню 0,5 от установившегося значения.

8.3.3.4.2. Постоянная спада ПХ датчиков магнитного поля миллисекундной длительности определяется на установке «Дельта-2».

8.3.3.4.3. Определить доверительные границы относительной погрешности определения постоянной спада ПХ измерительных каналов  $\delta t_{инп}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле:

$$\delta t_{инп} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta t_{пу}^2 \cdot \frac{t_{инп}^2}{t_{пу}^2} + \Theta_{tz}^2 + \Theta_{тД}^2},$$

где  $\delta t_{пу}$  – доверительные границы относительной погрешности длительности импульса поверочной установки при доверительной вероятности  $P=0,95$ ;

$\Theta_{тД}$  – динамическая погрешность определения постоянной спада ПХ;

$\Theta_{tz}$  – погрешность определения постоянной спада ПХ регистратором.

8.3.3.4.4. Результаты выполнения операций п. 8.3.3.4 занести в протокол испытаний.

8.3.4. Оформление результатов поверки

8.3.4.1. Результаты поверки ИК СУПИ 21 оформляются соответствующими протоколами.

8.4. Поверка кабельных измерительных каналов электрического и магнитного полей (КИКЭП и КИКМП)

8.4.1. Внешний осмотр

8.4.1.1. Проверить маркировку, обозначения органов управления, и надежность заземления основных и вспомогательных защитных средств, а также отсутствие механических дефектов, нарушающих работу ИК и средств поверки.

8.4.1.2. Дальнейшее проведение поверки допускается, если при внешнем осмотре не обнаружено указанных выше повреждений и в наличии имеются все документы и средства, необходимые для испытаний.

8.4.2. Определение метрологических характеристик

8.4.2.1. Определение коэффициентов преобразования и доверительных границ относительной погрешности коэффициентов преобразования измерительных каналов

8.4.2.1.1. Определение коэффициента преобразования производится поочередно для каждого средства измерений.

8.4.2.1.2. Подготовить ИК к работе. Поместить датчик электрического поля в рабочую зону поверочной установки «Дельта-1». Установить напряженность электрического поля в ПУ  $E = 2$  кВ/м. Произвести пятикратно импульсы поля в поверочной установке, регистрируя амплитуду импульсов  $V$  на выходе ИК с помощью регистратора. Определить среднее значение  $V_i$ .



8.4.2.1.3. Рассчитать коэффициент преобразования ИК для  $E_1 = 2$  кВ/м по формуле:

$$K_{\text{при}i} = V_i / E.$$

8.4.2.1.4. Провести работы по п.п. 8.4.2.1.2-8.4.2.1.3. устанавливая следующие значения напряженности электрического поля в ПУ «Дельта-1»:  $E_2 = 20$  кВ/м,  $E_3 = 50$  кВ/м,  $E_4 = 80$  кВ/м,  $E_5 = 100$  кВ/м.

8.4.2.1.5. Определить коэффициенты преобразования ИК  $K_{\text{п}}$  в диапазоне напряженностей от 2 кВ/м до 100 кВ/м по соотношению:

$$K_{\text{п}} = (K_{\text{imax}} + K_{\text{imin}}) / 2,$$

где  $K_{\text{imax}}$ ,  $K_{\text{imin}}$  – максимальное и минимальное значение  $K_i$  для  $i = 1 - 5$ .

8.4.2.1.6. Провести измерения по п.п. 8.4.2.1.2-8.4.2.1.5 для остальных измерительных каналов напряженности электрического поля.

8.4.2.1.7. Определить доверительные границы относительной погрешности коэффициентов преобразования измерительных каналов  $\delta K_{\text{п}}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  в соответствии с п. 5 ГОСТ 8.207-76 по формуле:

$$\delta K_{\text{п}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta A_{\text{пу}}^2 + \Theta_{\text{Az}}^2 + \Theta_{\text{неод}}^2 + \Theta_{\text{Аф}}^2 + \Theta_{\text{нел}}^2 + \Theta_{\text{Ад}}^2 + \Theta_{\text{Е(Н)}}^2},$$

где  $\delta A_{\text{пу}}$  – погрешность воспроизведения амплитуды импульса поля поверочной установки;

$\Theta_{\text{Ад}}$  – динамическая погрешность определения коэффициента преобразования;

$\Theta_{\text{Az}}$  – погрешность измерения амплитуды регистратором;

$\Theta_{\text{неод}}$  – неоднородность напряженности поля в объеме, занимаемом ИП;

$\Theta_{\text{нел}}$  – нелинейность коэффициента преобразования СИ в диапазоне измеряемых напряженностей поля;

$\Theta_{\text{Аф}}$  – погрешность, обусловленная отклонением оси чувствительности ИП от направления вектора напряженности эталонного поля;

$\Theta_{\text{Е(Н)}}$  – погрешность, обусловленная взаимодействием ИП с электродами поверочной установки.

8.4.2.1.8. Выполнить операции п.п. 8.4.2.1.2-8.4.2.1.7 для средств измерений магнитного поля, устанавливая следующие значения напряженности магнитного поля в поверочной установке «Дельта-1»:  $H_1 = 5$  А/м,  $H_2 = 50$  А/м,  $H_3 = 125$  А/м,  $H_4 = 200$  А/м,  $H_5 = 250$  А/м.

8.4.2.1.9. Результаты выполнения операций п. 8.4.2.1 занести в протокол испытаний.

8.4.2.2. Определение диапазона измеряемых амплитуд для каждого измерительного канала и нелинейности коэффициента преобразования во всем амплитудном диапазоне

8.4.2.2.1. Подготовить ИК к работе, используя широкополосный усилитель УШ-600. Поместить измерительный преобразователь в рабочую зону установки «Дельта-1». Установить значение поля в поверочной установке 100 кВ/м для электрического канала и 250 А/м для магнитного. Соединить выход ИК с входом регистратора СРГ-7. Используя комплект аттенуаторов СДНР7 от СРГ-7, определить динамический диапазон измерительных каналов.

8.4.2.2.2. Повторить все операции по определению диапазона измеряемых амплитуд для всех измерительных каналов.

8.4.2.2.3. Для каждого ИК определить нелинейность коэффициента преобразования по соотношению:

$$\eta(K_{\text{пр}}) = \frac{|K_{\text{пр.max}} - K_{\text{пр.min}}|}{K_{\text{пр.ср}}} \cdot 100\%,$$

где  $K_{\text{пр.max}}$  – максимальное значение коэффициента преобразования из всех определенных;

$K_{\text{пр.min}}$  – минимальное значение коэффициента преобразования из всех определенных;

$K_{\text{пр.ср}}$  – среднее значение коэффициента преобразования.

8.4.2.2.4. Результаты выполнения операций п. 8.4.2.2 занести в протокол испытаний.

8.4.2.3. Определение времени нарастания переходной характеристики ИК по уровню 0,1-0,9 от установившегося значения и доверительных границ относительной погрешности определения времени нарастания ПХ

8.4.2.3.1. Подготовить ИК к работе. Установить измерительный преобразователь в рабочую зону установки «Прогресс-2». Настроить установку на воспроизведение импульсов поля с амплитудой 100 кВ/м и длительностью фронта 0,3 нс.

8.4.2.3.2. Произвести регистрацию импульса напряжения на выходе ИК с помощью СРГ-7 пять раз.

8.4.2.3.3. В соответствии с ИЭ СРГ-7 определить длительность фронта  $\tau_{\text{инп}}$  каждого регистрируемого импульса по уровню 0,1 – 0,9.

8.4.2.3.4. Определить среднее значение длительности фронта  $\tau_{\text{инспр}}$ .

8.4.2.3.5. Рассчитать значение времени нарастания переходной характеристики исследуемого измерительного канала по соотношению:

$$\tau_{\text{инп}} = \sqrt{(\tau_{\text{инспр}})^2 - (\tau_{\text{пу}})^2},$$

где  $\tau_{\text{пу}}$  – время нарастания фронта импульса установки «Прогресс-2».

8.4.2.3.6. Повторить операции п.п. 8.3.3.3.2-8.3.3.3.6 для других измерительных преобразователей электрического и магнитного поля.

8.4.2.3.7. Определить доверительные границы относительной погрешности определения времени нарастания ПХ измерительных каналов  $\delta\tau_{\text{инп}}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле:

$$\delta\tau_{\text{инп}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta\tau_{\text{пу}}^2 \cdot \frac{\tau_{\text{пу}}^4}{\tau_{\text{инп}}^4} + \Theta_{\text{tz}}^2 + \Theta_{\text{тд}}^2},$$

где  $\delta\tau_{\text{пу}}$  – доверительные границы относительной погрешности длительности фронта импульса поверочной установки при доверительной вероятности  $P=0,95$ ;

$\Theta_{\text{тд}}$  – динамическая погрешность определения времени нарастания ПХ;

$\Theta_{\text{tz}}$  – погрешность измерения времени нарастания ПХ регистратором.

8.4.2.3.8. Результаты выполнения операций п. 8.4.2.3 занести в протокол испытаний.

8.4.2.4. Определение постоянной времени спада переходной характеристики ИК и доверительных границ относительной погрешности ее определения

8.4.2.4.1. Подготовить ИК к работе. Установить измерительный преобразователь в рабочую зону установки «Дельта-1». Установить значение поля в поверочной установке 50 кВ/м. Соединить выход ИК с входом регистратора СРГ-7.

8.4.2.4.2. Произвести регистрацию импульса напряжения на выходе ИК с помощью СРГ-7 пять раз.

8.4.2.4.3. В соответствии с ИЭ СРГ-7 определить постоянную времени спада переходной характеристики измерительного канала  $t_{\text{инп}}$  для каждого пуска установки и определить среднее значение  $t_{\text{инп ср}}$ .

8.4.2.4.4. Определить доверительные границы относительной погрешности определения постоянной спада ПХ измерительных каналов  $\delta t_{\text{инп}}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле:

$$\delta t_{\text{инп}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta t_{\text{пу}}^2 \cdot \frac{t_{\text{инп}}^2}{t_{\text{пу}}^2} + \Theta_{\text{tz}}^2 + \Theta_{\text{тд}}^2},$$

где  $\delta t_{\text{пу}}$  – доверительные границы относительной погрешности длительности импульса поверочной установки при доверительной вероятности  $P=0,95$ ;

$\Theta_{\text{тд}}$  – динамическая погрешность определения постоянной спада ПХ;

$\Theta_{\text{tz}}$  – погрешность определения постоянной спада ПХ регистратором.

8.4.2.4.5. Результаты выполнения операций п. 8.4.2.4 занести в протокол испытаний.

8.4.3. Оформление результатов поверки

8.4.3.1. Результаты поверки кабельных измерительных каналов электромагнитных полей оформляются соответствующими протоколами.

## 8.5. Поверка измерительных каналов импульсного тока

### 8.5.1. Внешний осмотр

8.5.1.1. Проверить маркировку, обозначения органов управления, и надежность заземления основных и вспомогательных защитных средств, а также отсутствие механических дефектов, нарушающих работу преобразователей импульсного тока (ПИТ) и средств поверки.

8.5.1.2. Дальнейшее проведение испытаний допускается, если при внешнем осмотре не обнаружено указанных выше повреждений и в наличии имеются все документы и средства, необходимые для испытаний.

### 8.5.2. Определение метрологических характеристик

8.5.2.1. Определение коэффициента преобразования измерительного канала импульсного тока и доверительных границ относительной погрешности коэффициента преобразования

8.5.2.1.1. Определение коэффициента преобразования производится поочередно для каждого средства испытаний.

8.5.2.1.2. Подготовить преобразователь импульсного тока к работе. Поместить измерительный преобразователь в разрыв проходной нагрузки поверочной установки «Дельта-1». Установить зарядное напряжение в ПУ  $U_3 = 500$  В. Произвести пятикратно импульсы в поверочной установке, регистрируя амплитуду импульсов  $V$  на выходе ПИТ с помощью запоминающего осциллографа. Определить среднее значение  $V_i$ .

8.5.2.1.3. Рассчитать коэффициент преобразования ПИТ для  $U_3 = 500$  В по формуле:

$$K_{\text{при}} = V_i / I,$$

где  $I = U_3 / R_n$ ,  $R_n = 50$  Ом.

8.5.2.1.4. Провести работы по п.п. 8.5.2.1.2 – 8.5.2.1.3, устанавливая следующие значения зарядного напряжения в ПУ «Дельта-1»:  $U_3 = 1$  кВ,  $U_3 = 5$  кВ,  $U_3 = 10$  кВ,  $U_3 = 15$  кВ.

8.5.2.1.5. Определить коэффициенты преобразования ПИТ  $K_n$  в диапазоне токов от 50 А до 300 А по соотношению:

$$K_n = (K_{i\text{max}} + K_{i\text{min}}) / 2,$$

где  $K_{i\text{max}}$ ,  $K_{i\text{min}}$  – максимальное и минимальное значение  $K_i$  для  $i=1 - 5$ .

8.5.2.1.6. Определить доверительные границы относительной погрешности коэффициентов преобразования измерительных каналов  $\delta K_n$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  в соответствии с п. 5 ГОСТ 8.207-76 по формуле:

$$\delta K_n = 1,1 \cdot \sqrt{\delta A_{\text{пу}}^2 + \Theta_{\text{Az}}^2 + \Theta_{\text{нел}}^2 + \Theta_{\text{Ад}}^2},$$

где  $\delta A_{\text{пу}}$  – погрешность воспроизведения амплитуды импульса тока установки «Дельта-1»;

$\Theta_{\text{Ад}}$  – динамическая погрешность определения коэффициента преобразования;

$\Theta_{\text{Az}}$  – погрешность измерения амплитуды регистратором;

$\Theta_{\text{нел}}$  – нелинейность коэффициента преобразования канала в диапазоне измеряемых амплитуд тока.

8.5.2.1.7. Результаты выполнения операций п. 8.5.2.1 занести в протокол испытаний.

8.5.2.2. Определение диапазона измеряемых амплитуд импульсов тока и нелинейности коэффициента преобразования во всем амплитудном диапазоне.

8.5.2.2.1. Нижняя граница диапазона измеряемых значений импульсов тока ограничивается чувствительностью используемого осциллографа. Для определения верхней границы диапазона измеряемых значений импульсов тока используется установка «Дельта-1». Повышая значения зарядного напряжения поля в поверочной установке и регистрируя на осциллографе импульсы тока, определяем момент входа в насыщение преобразователя импульсного тока. На основании этого определяем верхний диапазон измеряемых значений.

8.5.2.2.2. Для каждого ИК определить нелинейность коэффициента преобразования по соотношению:

$$\eta(K_{\text{пр}}) = \frac{|K_{\text{пр.max}} - K_{\text{пр.min}}|}{K_{\text{пр.ср}}} \cdot 100\%,$$

где  $K_{\text{пр.max}}$  – максимальное значение коэффициента преобразования из всех определенных;

$K_{\text{пр.min}}$  – минимальное значение коэффициента преобразования из всех определенных;

$K_{\text{пр.ср}}$  – среднее значение коэффициента преобразования.

8.5.2.2.3. Результаты определения нелинейности коэффициента преобразования занести в протокол испытаний.

8.5.2.3. Определение времени нарастания переходной характеристики ИК импульсных токов и доверительных границ относительной погрешности его определения

8.5.2.3.1. Подготовить ПИТ к работе. Подключить выход генератора Г5-84 к входу ПИТ. Сигнальный выход ИК подсоединить к входу осциллографа С7-13. Настроить генератор на воспроизведение импульсов напряжения с амплитудой 10 В и длительностью фронта 80 пс.

8.5.2.3.2. Произвести регистрацию импульса напряжения на выходе ПИТ с помощью С7-13 пять раз.

8.5.2.3.3. Определить длительность фронта  $\tau_{\text{инп}}$  каждого регистрируемого импульса по уровню 0,1 – 0,9.

8.5.2.3.4. Определить среднее значение длительности фронта  $\tau_{\text{инспр}}$ .

8.5.2.3.5. Рассчитать значение времени нарастания переходной характеристики исследуемого измерительного канала по соотношению:

$$\tau_{\text{инп}} = \sqrt{(\tau_{\text{инспр}})^2 - (\tau_{\text{ген}})^2},$$

где  $\tau_{\text{ген}}$  – время нарастания фронта импульса генератора Г5-84.

8.5.2.3.6. Определить доверительные границы относительной погрешности определения времени нарастания ПХ измерительных каналов  $\delta\tau_{\text{инп}}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле:

$$\delta\tau_{\text{инп}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta\tau_{\text{ген}}^2 \cdot \frac{\tau_{\text{ген}}^4}{\tau_{\text{инп}}^4} + \Theta_{\text{tz}}^2 + \Theta_{\text{тД}}^2},$$

где  $\delta\tau_{\text{ген}}$  – относительная погрешность длительности фронта импульса генератора Г5-84;

$\Theta_{\text{тД}}$  – динамическая погрешность определения времени нарастания ПХ;

$\Theta_{\text{tz}}$  – погрешность измерения времени нарастания ПХ регистратором.

8.5.2.3.7. Результаты выполнения операций п. 8.5.2.3 занести в протокол испытаний.

8.5.2.4. Определение постоянной времени спада переходной характеристики ИК и доверительных границ относительной погрешности ее определения

8.5.2.4.1. Подготовить ИК к работе. Установить измерительный преобразователь тока в разрыв проходной нагрузки установки «Дельта-1». Установить значение зарядного напряжения в поверочной установке 5 кВ. Соединить выход ИК с входом осциллографа.

8.5.2.4.2. Произвести регистрацию импульса напряжения на выходе ИК пять раз.

8.5.2.4.3. Определить постоянную времени спада переходной характеристики измерительного канала тока  $t_{\text{сi}}$  для каждого пуска установки и определить среднее значение  $t_{\text{ср}}$ .

8.5.2.4.4. Определить доверительные границы относительной погрешности определения постоянной спада ПХ измерительных каналов  $\delta t_{\text{инп}}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле:

$$\delta t_{\text{инп}} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta t_{\text{ген}}^2 \cdot \frac{t_{\text{инп}}^2}{t_{\text{ген}}^2} + \Theta_{\text{tz}}^2 + \Theta_{\text{тД}}^2},$$

где  $\delta t_{\text{ген}}$  – относительная погрешность длительности импульса генератора Г5-84;

$\Theta_{\text{тД}}$  – динамическая погрешность определения постоянной спада ПХ;

$\Theta_{tz}$  – погрешность определения постоянной спада ПХ регистратором.

8.5.2.4.5. Результаты выполнения операций п. 8.5.2.4 занести в протокол испытаний.

8.5.3. Оформление результатов поверки

8.5.3.1. Результаты поверки преобразователей импульсного тока оформляются соответствующими протоколами.

8.6. Поверка измерительных каналов импульсных напряжений

8.6.1. Внешний осмотр

8.6.1.1. Проверить маркировку, обозначения органов управления, и надежность заземления основных и вспомогательных защитных средств, а также отсутствие механических дефектов, нарушающих работу преобразователей импульсного напряжения (ПИН) и средств поверки.

8.6.1.2. Дальнейшее проведение испытаний допускается, если при внешнем осмотре не обнаружено указанных выше повреждений и в наличии имеются все документы и средства, необходимые для испытаний.

8.6.2. Определение метрологических характеристик

8.6.2.1. Определение коэффициента деления ИК импульсного напряжения и доверительных границ относительной погрешности коэффициента деления

8.6.2.1.1. Определение коэффициента деления производится поочередно для каждого средства измерений.

8.6.2.1.2. Подготовить к работе генератор СГС54 и регистратор СРГ7. Подключить выход генератора к входу осциллографа СРГ7. Настроить зарядное напряжение генератора СГС54 так, чтобы амплитуда импульса напряжения на экране СРГ7 составляла примерно 5 клеток. Подать несколько импульсов с генератора и зарегистрировать амплитуду напряжения.

8.6.2.1.3. Поместить измерительный преобразователь напряжения в разрыв цепи «генератор – регистратор». Произвести пятикратно импульсы с генератора  $U_r$ , регистрируя амплитуду импульсов  $V$  на выходе ПИН с помощью запоминающего осциллографа СРГ7. Определить среднее значение  $V_i$ .

8.6.2.1.4. Рассчитать коэффициент деления ПИН по формуле:

$$K_{дi} = U_r / V_i$$

8.6.2.1.5. Определить доверительные границы относительной погрешности коэффициентов преобразования измерительных каналов  $\delta K_{п}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  в соответствии с п. 5 ГОСТ 8.207-76 по формуле:

$$\delta K_{п} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta A_{ген}^2 + \Theta_{Az}^2 + \Theta_{нел}^2 + \Theta_{Ад}^2},$$

где  $\delta A_{ген}$  – погрешность воспроизведения амплитуды импульсов напряжения генератором СГС54;

$\Theta_{Ад}$  – динамическая погрешность определения коэффициента деления;

$\Theta_{Az}$  – погрешность измерения амплитуды регистратором СРГ7;

$\Theta_{нел}$  – нелинейность коэффициента преобразования канала в диапазоне измеряемых амплитуд напряжения.

8.6.2.1.6. Результаты выполнения операций п. 8.6.2.1 занести в протокол испытаний.

8.6.2.2. Определение времени нарастания переходной характеристики ИК импульсных напряжений и доверительных границ относительной погрешности определения времени нарастания

8.6.2.2.1. Подготовить к работе генератор СГС54 и регистратор СРГ7. Подключить выход генератора к входу осциллографа СРГ7. Настроить зарядное напряжение генератора СГС54 так, чтобы амплитуда импульса напряжения на экране СРГ7 составляла примерно 5 клеток. Подать несколько импульсов с генератора и определить длительность фронта импульса генератора.

8.6.2.2.2. Поместить измерительный преобразователь напряжения в разрыв цепи генератор – регистратор. Произвести пятикратно импульсы с генератора, регистрируя длительность фронта импульса  $\tau_i$  на выходе ПИН с помощью регистратора СРГ7.

8.6.2.2.3. Определить длительность фронта  $\tau_{икі}$  каждого регистрируемого импульса по уровню 0,1 – 0,9.

8.6.2.2.4. Определить среднее значение длительности фронта  $\tau_{иксп}$ .

8.6.2.2.5. Рассчитать значение времени нарастания переходной характеристики исследуемого ИК по соотношению:

$$\tau_{пин} = \sqrt{(\tau_{иксп})^2 - (\tau_{ген})^2},$$

где  $\tau_{ген}$  – время нарастания фронта импульса генератора СГС54.

8.6.2.2.6. Определить доверительные границы относительной погрешности определения времени нарастания ПХ измерительных каналов  $\delta\tau_{пин}$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  по формуле:

$$\delta\tau_{пин} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta\tau_{ген}^2 \cdot \frac{\tau_{ген}^4}{\tau_{пин}^4} + \Theta_{tz}^2 + \Theta_{\tau Д}^2},$$

где  $\delta\tau_{ген}$  – относительная погрешность длительности фронта импульса генератора СГС54;

$\Theta_{\tau Д}$  – динамическая погрешность определения времени нарастания ПХ;

$\Theta_{tz}$  – погрешность измерения времени нарастания ПХ регистратором СРГ7.

8.6.2.2.7. Результаты выполнения операций п. 8.6.2.2 занести в протокол испытаний.

8.6.3. Оформление результатов поверки

8.6.3.1. Результаты поверки преобразователей импульсного напряжения оформляются соответствующими протоколами.

## 9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1. При проведении поверки ведется протокол, в котором указываются следующие данные:

- дата проведения поверки;
- используемые средства измерений;
- результаты измерений;
- значения метрологических характеристик, полученных в результате измерений;
- заключение о результате поверки.

9.2. При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, и в формуляр вносятся измеренные при поверке значения метрологических характеристик систем и устройств комплекса.

9.3. При отрицательных результатах поверки свидетельство о предыдущей поверке аннулируется и оформляется извещение о непригодности комплекса к эксплуатации, о чем вносится запись в формуляр.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ



Н. Новиков