

Первый заместитель генерального
директора - заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



28 >>

DL

2022 г.

П1-32А-02-МП

р.п. Менделеево
2022 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	4
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	7
7 Внешний осмотр	7
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8
8.1 Подготовка к поверке	8
8.2 Контроль условий проведения поверки	8
8.3 Опробование средства измерений	9
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	9
9.1 Определение диапазона частот воспроизведения НЭП	9
9.2 Определение диапазона воспроизведения НЭП	9
9.3 Определение относительной погрешности воспроизведения НЭП	10
9.4 Определение диапазона частот воспроизведения НМП	11
9.5 Определение диапазона воспроизведения НМП	11
9.2 Определение относительной погрешности воспроизведения НМП	11
10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	14
11 Оформление результатов поверки	16

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) определяет методы и средства первичной и периодической поверок генератора электромагнитного поля эталонного П1-32А, заводской № 02 (далее – П1-32А), используемого в качестве рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с ГОСТ Р 8.805-2012 и приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3469, изготовленного ООО «Электронные системы контроля» (ООО «ЭСКо»), г. Москва, Зеленоград.

1.2 Первичной поверке подлежит П1-32А, вышедший из производства и после проведения ремонта.

Периодической поверке подлежит П1-32А, находящийся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечена прослеживаемость результатов измерений к Государственному первичному эталону единицы напряженности магнитного поля в диапазоне частот от 0,01 до 30 МГц ГЭТ 44-2010 в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3469, к Государственному первичному эталону единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот от 0,0003 до 1000 МГц ГЭТ 45-2011 в соответствии с ГОСТ Р 8.805-2012.

1.4 Передача к П1-32А размера единицы напряженности электрического поля (далее – НЭП) от эталонных средств поверки осуществляется методом сличения с помощью компаратора в соответствии с Приложением А ГОСТ Р 8.805-2012.

Передача к П1-32А размера единицы напряженности магнитного поля (далее – НМП) от эталонных средств поверки осуществляется методом сличения с помощью компаратора в соответствии с Приложением А приказа Росстандарта от 30.12.2019 № 3469.

1.5 В результате поверки П1-32А должны быть подтверждены требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования, подтверждаемые при поверке

Наименование требования (характеристики)	Значение
Диапазон частот воспроизведения НЭП	от 0,009 до 300 МГц включ.
Диапазон воспроизведения НЭП, В·м ⁻¹ в диапазоне частот от 0,009 до 0,1 МГц включ. в диапазоне частот св. 0,1 до 300 МГц включ.	от 0,5 до 10 включ. от 0,5 до 20 включ.
Пределы относительной погрешности воспроизведения НЭП, % в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц включительно в диапазоне частот свыше 30 до 300 МГц включительно	±4,5 ±12,0
Диапазон частот воспроизведения НМП	от 0,009 до 50 МГц включ.
Диапазон воспроизведения НМП, мА·м ⁻¹ в диапазоне частот от 0,009 до 0,1 МГц включ. в диапазоне частот св. 0,1 до 50 МГц включ.	от 1 до 25 включ. от 1 до 50 включ.
Пределы относительной погрешности воспроизведения НМП, % в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц включительно в диапазоне частот свыше 30 до 50 МГц	±5,0 ±12,0

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки П1-32А должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки П1-32А

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Подготовка к поверке	8.1	да	да
Контроль условий проведения поверки	8.2	да	да
Опробование средства измерений	8.3	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да
Определение диапазона частот воспроизведения НЭП	9.1	да	да
Определение диапазона воспроизведения НЭП	9.2	да	да
Определение относительной погрешности воспроизведения НЭП	9.3	да	да
Определение диапазона частот воспроизведения НМП	9.4	да	да
Определение диапазона воспроизведения НМП	9.5	да	да
Определение относительной погрешности воспроизведения НМП	9.6	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да

2.2 На основании решения эксплуатирующей организации допускается проведение поверки П1-32А меньшего количества измеряемых величин по соответствующим пунктам настоящей методики поверки.

Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия при проведении поверки

Влияющая величина	Допускаемые значения
Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 75
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	от 84 до 106 (от 630 до 795)
Напряжение питающей сети, В	от 209 до 231
Частота питающей сети, Гц	от 49,5 до 50,5

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющими квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом «Генератор электромагнитного поля эталонный П1-32А. Руководство по эксплуатации П1-32А-РЭ» (далее – П1-32А-РЭ).

4.3 Операции поверки согласно п.п. 7, 8, 9.3.4, 9.6.4 выполняются с участием представителей эксплуатирующей П1-32А организации, допущенными к эксплуатации П1-32А в установленном порядке.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки П1-32А должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства измерений для поверки П1-32А

Пункты МП, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.2	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С	Измеритель температуры и влажности ИТВ 1522D, рег. № 20857-07; Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д, рег. № 46434-11
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 75% с абсолютной погрешностью не более $\pm 3\%$	Измеритель температуры и влажности ИТВ 1522D, рег. № 20857-07; Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д, рег. № 46434-11
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт.ст.) с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18; Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д, рег. № 46434-11
	Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 209 до 231 В с абсолютной погрешностью не более 3 В	Мультиметр цифровой АРРА-305, рег. № 20088-05; Мультиметр цифровой Testo 760, мод. Testo 760-2, рег. № 65373-16
	Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 49,5 до 50,5 Гц с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,1$ Гц	Мультиметр цифровой АРРА-305, рег. № 20088-05; Мультиметр цифровой Testo 760, мод. Testo 760-2, рег. № 65373-16
9.1, 9.2, 9.3	Установки для воспроизведения электрического поля в диапазоне частот от 0,009 до 300 МГц включительно (диапазон воспроизведения НЭП от 1 до 20 В·м ⁻¹ , $\delta \leq 3\%$)	Государственный первичный эталон единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот от 0,0003 до 1000 МГц ГЭТ 45-2011
9.4, 9.5, 9.6	Эталонные генераторы магнитного поля в диапазоне частот от 5 Гц до 30 МГц, диапазон воспроизведения НМП от 10 до 50 мА·м ⁻¹ , $\delta \leq 3\%$	Государственный первичный эталон единицы напряженности магнитного поля в диапазоне частот от 0,01 до 30 МГц ГЭТ 44-2010

Продолжение таблицы 4

Пункты МП, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.4, 9.5, 9.6	Эталонные генераторы магнитного поля в диапазоне частот от 5 Гц до 30 МГц, диапазон воспроизведения НМП от 10 до 50 мА·м ⁻¹ , $\delta \leq 3\%$	Государственный рабочий эталон единицы напряженности магнитного поля 1 разряда в диапазоне частот от 5 Гц до 10 МГц РЭНМП-5Г/10М (3.1.ZZT.0081.2013), диапазон воспроизведения НМП от 0,05 до 3000 А/м в диапазоне частот от 5 до 60 Гц, от 0,05 до 300 А/м в диапазоне частот от 60 до 2000 Гц, от 0,005 до 300 А/м в диапазоне частот от 2 до 30 кГц, от 0,005 до 100 А/м в диапазоне частот от 30 до 100 кГц, от 0,005 до 3 А/м в диапазоне частот от 100 до 400 Гц; пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения НМП $\pm 3\%$
9.4, 9.5, 9.6	Эталонные генераторы электромагнитного поля в диапазоне частот от 30 до 300 МГц, диапазон воспроизведения НМП от 10 до 50 мА·м ⁻¹ , $\delta \leq 6\%$	Государственный рабочий эталон единиц напряженности электрического и магнитного полей 2 разряда в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц РЭНЭМП-30/1000М (3.1.ZZT.0083.2013), диапазон воспроизведения НМП от 10 до 250 мА/м; пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения НМП $\pm 6\%$
8.3, 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6	Компаратор электрического и магнитного поля, диапазон частот от 5 Гц до 300 МГц; диапазон компарируемых значений НЭП от 0,5 до 20 В/м; диапазон компарируемых значений НМП от 1 до 50 мА/м; СКО не более 1 %	Компаратор электрического и магнитного поля КЭМП-300А (диапазон частот от 0,3 до 300 МГц, диапазон компарирования НЭП от 2 до 20 В/м, диапазон компарирования НМП от 10 до 100 мА/м, СКО не более 1 %)
9.1, 9.2, 9.3		Компаратор электрического поля ПЗ-60ПЭ/2 (диапазон частот от 9 до 300 кГц, диапазон компарирования НЭП от 2 до 20 В/м, СКО 1 %)
9.4, 9.5, 9.6		Компаратор магнитного поля ПЗ-60ПМ/2 (диапазон частот от 9 до 300 кГц, диапазон компарирования НМП от 10 до 100 мА/м, СКО не более 1 %)

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемого П1-32А с требуемой точностью.

5.3 Эталоны, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены и иметь действующие свидетельства об аттестации или поверке.

5.4 Использование Государственного первичного эталона единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот от 0,0003 до 1000 МГц ГЭТ 45-2011 предусмотрено государственной поверочной схемой (приложение А ГОСТ Р 8.805-2012).

Использование Государственного первичного эталона единицы напряженности магнитного поля в диапазоне частот от 0,01 до 30 МГц ГЭТ 44-2010 предусмотрено государственной поверочной схемой для средств измерений напряженности магнитного поля в диапазоне частот от 0,000005 до 1000 МГц, утвержденной приказом Росстандарта № 3469 от 30.12.2019.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые действующими правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, действующим санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при работе с СВЧ излучением, а также требования безопасности, приведёнными в эксплуатационной документации на П1-32А и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надёжно заземлены в соответствии с документацией.

6.3 Сборку измерительной схемы и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

6.4 Размещение и снятие компараторных антенн в рабочей зоне П1-32А допускается производить только при выключенном напряжении на выходах задающих генераторов.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешний осмотр П1-32А проводить визуально, без разборки составных частей. При этом необходимо проверить:

- наличие эксплуатационной документации на П1-32А;
- комплектность, маркировку и пломбировку составных частей П1-32А согласно эксплуатационной документации;
- наличие калибровочных коэффициентов П1-32А в эксплуатационной документации;
- наличие действующей поверки на вспомогательное оборудование (задающие генераторы, измеритель мощности);
- отсутствие видимых механических повреждений на составных частях П1-32А (модуле четырехпроводном МЛП4-300, устройстве согласующем высокочастотном УС-ВЧ-300, соединительных кабелях);
- отсутствие видимых повреждений и загрязнений на соединительных разъемах.

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- на П1-32А имеется в наличии эксплуатационная документация в составе: руководство по эксплуатации П1-32А-РЭ, формуляр П1-32А-ФО;
- комплектность П1-32А соответствует формуляру П1-32А-ФО;
- маркировка и пломбировка соответствуют руководству по эксплуатации П1-32А-РЭ;
- вспомогательное оборудование (задающие генераторы, измеритель мощности) зарегистрированы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений и поверены;
- на составных частях П1-32А (модуле четырехпроводном МЛП4-300, устройстве согласующем высокочастотном УС-ВЧ-300, соединительных кабелях) отсутствуют видимые механические повреждения;
- соединительные разъемы обеспечивают надежное соединение и на них отсутствуют видимые повреждения и загрязнения.

В противном случае результаты внешнего осмотра и поверки П1-32А считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

Результаты внешнего осмотра занести в протокол поверки.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, установленные в руководстве по эксплуатации П1-32А-РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Контроль условий проведения поверки

8.2.1 Провести измерения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха, атмосферного давления, напряжения питающей сети переменного тока и частоты питающей сети в помещении, в котором будет выполняться поверка. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.2 Результаты контроля условий поверки считать положительными, если значения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха, атмосферного давления, напряжения питающей сети переменного тока и частоты питающей сети в помещении, в котором будет выполняться поверка, соответствуют значениям, приведённым в таблице 3.

В противном случае результаты контроля условий поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8.3 Опробование средства измерений

8.3 При опробовании П1-32А необходимо выполнить следующие операции.

8.3.1 Подготовить П1-32А к работе согласно руководству по эксплуатации П1-32А-РЭ.

8.3.2 Используя платформу для зажима поверяемых (калибруемых) антенн, поместить в центр рабочей зоны антенну АПЭ-300 из состава компаратора КЭМП-300А так, чтобы измерительная ось антенны совпадала с направлением вектора НЭП в рабочей зоне. Подключить антенну АПЭ-300 к устройству отсчетному УО-300 и подготовить компаратор КЭМП-300А к работе согласно его руководству по эксплуатации.

8.3.3 Включить питание вспомогательных приборов и установить согласно руководству по эксплуатации П1-32А-РЭ в рабочей зоне МЛП4-300 напряженность электрического поля 10 В/м на частоте 10 МГц.

8.3.4 Определить показание компаратора КЭМП-300А согласно разделу «Порядок проведения измерений» его руководства по эксплуатации.

8.3.5 Результат опробования П1-32А считать положительным, если показание компаратора КЭМП-300А находится в диапазоне от 8,0 до 12,0 В/м.

В противном случае результаты опробования и поверки П1-32А считать отрицательным и последующие операции поверки не проводить. Результаты опробования занести в протокол поверки.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение диапазона частот воспроизведения НЭП

9.1.1 Определение диапазона частот воспроизведения НЭП проводить при определении относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от частоты.

9.1.2 Определить относительную погрешность воспроизведения НЭП в зависимости от частоты δ_{EF} , выполняя указания п.п. 9.3.1 – 9.3.9.

9.2 Определение диапазона воспроизведения НЭП

9.2.1 Определение диапазона воспроизведения НЭП проводить при определении относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от воспроизводимых значений НЭП.

9.2.2 Определить предел относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от воспроизводимых значений НЭП δ_E , выполняя указания п. 9.3.10.

9.3 Определение относительной погрешности воспроизведения НЭП

9.3.1 Определить относительную погрешность воспроизведения НЭП в зависимости от частоты δ_{EF} методом компарирования (сравнения показаний компаратора, полученных в П1-32А с показаниями компаратора, полученными в эталонном средстве поверки).

9.3.2 Определение относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от частоты проводить при указанных в таблице 5 значениях частоты и НЭП.

В таблице 5 также указаны компараторная антенна и эталонное средство поверки, которые необходимо использовать при поверке.

Таблица 5 – Значения частоты и НЭП при определении относительной погрешности П1-32А в зависимости от частоты

Частота F	НЭП ($E_{ГЭП}^{уст}$), В/м	Компаратор/антенна	Эталонное средство поверки
9, 100 кГц	5	ПЗ-60ПЭ/2 /АПЕ-0,005-400	ГЭТ 45-2011
1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300 МГц	5	КЭМП-300А /АПЭ-300	ГЭТ 45-2011

9.3.3 Процедура определения относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от частоты состоит из двух основных последовательных частей:

- измерения в поверяемом П1-32А;
- измерения в эталонных средствах поверки.

9.3.4 В П1-32А измерения в каждой поверочной точке, указанных в таблице 5, проводить в следующей последовательности.

9.3.4.1 Подготовить П1-32А к работе согласно руководству по эксплуатации П1-32А-РЭ.

9.3.4.2 Используя платформу для зажима поверяемых (калибруемых) антенн, поместить в центр рабочей зоны МЛП4-300 требуемую компараторную антенну.

Антенну устанавливать так, чтобы измерительная ось антенны совпадала с направлением вектора НЭП в рабочей зоне (рукоятка антенны перпендикулярна силовым линиям электрического поля и находится в плоскости электрической симметрии МЛП4-300).

9.3.4.3 Подготовить компаратор к работе согласно его руководству по эксплуатации.

9.3.4.4 После установки рабочего режима компаратора и вспомогательных приборов установить согласно П1-32А-РЭ в рабочей зоне МЛП4-300 частоту F и напряженность электрического поля $E_{ГЭП}^{уст}$, соответствующие выбранной в соответствии с таблицей 5 точке поверки.

9.3.4.5 Выполняя указания руководства по эксплуатации компаратора, определить его показания для разных углов поворота (0° и 180°) антенны компаратора относительно оси рукоятки антенны $P_{ГЭП}^0$ и $P_{ГЭП}^{180}$ в [В/м].

9.3.4.6 Вычислить по формуле (1) среднее значение показаний компаратора в генераторе поля П1-32А $P_{ГЭП}^{cp}$ в [В/м]:

$$P_{ГЭП}^{cp} = (P_{ГЭП}^0 + P_{ГЭП}^{180}) / 2. \quad (1)$$

9.3.4.7 Результаты измерений и вычислений в П1-32А для каждой точки поверки занести в протокол измерений, в котором также необходимо указать установленные пределы измерения и другие параметры настройки использованных компараторов.

Далее компараторы и составленный протокол направить для продолжения измерений на эталонные средства поверки.

9.3.5 После доставки компаратора к месту расположения эталонных средств поверки измерения проводят в следующей последовательности.

9.3.5.1 Подготовить эталонное средство поверки к работе согласно его эксплуатационной документации.

Установить соответствующую антенну компаратора в центр рабочей зоны эталона так, чтобы измерительная ось антенны совпадала с направлением вектора напряженности поля.

9.3.5.2 Подготовить компаратор к работе согласно его руководству по эксплуатации.

9.3.5.3 После установки рабочего режима компаратора и вспомогательных приборов из состава эталона установить в рабочей зоне эталона согласно его руководству по эксплуатации электрическое поле частотой F , соответствующей выбранной точке поверки, и напряженностью $E_{\text{э}}$ такой, чтобы показание компаратора $P_{\text{ээп}}^0$ было близко к среднему значению показаний компаратора $P_{\text{гэп}}^{\text{ср}}$, полученному в п. 9.3.4.6 при проведении измерений в П1-32А.

Отличие $P_{\text{ээп}}^0$ от $P_{\text{гэп}}^{\text{ср}}$ должно находиться в пределах $\pm 10\%$.

9.3.5.4 Выполняя указания руководства по эксплуатации компаратора, определить его показания для разных углов поворота (0° и 180°) антенны компаратора относительно оси рукоятки антенны $P_{\text{ээп}}^0$ и $P_{\text{ээп}}^{180}$ в [В/м].

9.3.5.5 Вычислить по формуле (2) среднее значение показаний компаратора $P_{\text{ээп}}^{\text{ср}}$ в эталонном средстве поверки в [В/м]:

$$P_{\text{ээп}}^{\text{ср}} = (P_{\text{ээп}}^0 + P_{\text{ээп}}^{180}) / 2. \quad (2)$$

9.3.5.6 Результаты измерений и вычислений в эталонном средстве поверки для каждой точки поверки занести в протокол измерений, в котором также необходимо указать установленные пределы измерения и другие параметры настройки использованных компараторов.

9.3.6 После проведения измерений в П1-32А и эталонных средствах поверки определить в каждой поверочной точке измеренное действительное значение НЭП $E_{\text{гэп}}^{\text{изм}}$, воспроизводимого в П1-32А, в [В/м] по формуле (3):

$$E_{\text{гэп}}^{\text{изм}} = E_{\text{э}} (P_{\text{гэп}}^{\text{ср}} / P_{\text{ээп}}^{\text{ср}}), \quad (3)$$

где: $E_{\text{э}}$ – см. п.9.3.5.3, В/м; $P_{\text{гэп}}^{\text{ср}}$ – см. п.9.3.4.6, В/м; $P_{\text{ээп}}^{\text{ср}}$ – см. п.9.3.5.5, В/м.

9.3.7 Определить в каждой поверочной точке значение калибровочного коэффициента $K_{\text{РЕ}}$, в $[\text{м}^{-1}]$, согласно п. 10.7.4 П1-32А-РЭ и занести его в таблицу 13 формуляра П1-32А-ФО.

9.3.8 Определить для всех точек поверки, указанных в таблице 5, относительную погрешность $\delta_{\text{ЕФ}}$ воспроизведения НЭП в зависимости от частоты, в процентах, по формуле (4):

$$\delta_{\text{ЕФ}} = 100 \cdot (E_{\text{гэп}}^{\text{уст}} - E_{\text{гэп}}^{\text{изм}}) / E_{\text{гэп}}^{\text{изм}}. \quad (4)$$

9.3.9 Результаты определения значений калибровочных коэффициентов и относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от частоты занести в протокол поверки.

9.3.10 Определить относительную погрешность воспроизведения НЭП в зависимости от воспроизводимых значений НЭП проводить расчетным способом при значениях частоты и НЭП, приведенных в таблице 6, в следующей последовательности.

Таблица 6 – Значения частоты и НЭП при определении относительной погрешности П1-32А в зависимости от воспроизводимых значений НЭП

Частота F , МГц	НЭП ($E_{\text{гэп}}^{\text{уст}}$), В/м
0,1	0,5; 10,0
10	0,5; 20,0

9.3.10.1 Рассчитать значение мощности P_E , в [Вт], устанавливаемое на контрольном выходе OUT УС-ВЧ-300 (показание измерителя мощности из состава вспомогательного оборудования П1-32А) по формуле (5):

$$P_E = \frac{1}{Z_p} \cdot \left(\frac{E_{ГЭП}^{уст}}{K_{PE}} \right)^2, \quad (5)$$

где $E_{ГЭП}^{уст}$ – значение НЭП в испытываемой точке, в [В/м];

K_{PE} – калибровочный коэффициент МЛП4-300 по электрическому полю, в [м⁻¹], в зависимости от частоты, см. таблицу 13 формуляра П1-32А-ФО;

$Z_p = 50$ Ом – номинальное входное сопротивление измерителя мощности.

9.3.10.2 Определить по паспортным данным измерителя мощности из состава вспомогательного оборудования П1-32А предел допускаемой относительной погрешности измерения мощности P_E на контрольном выходе OUT УС-ВЧ-300 δ_p , в процентах.

9.3.10.3 Определить предел относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от воспроизводимых значений НЭП δ_E , в процентах, по формуле (6):

$$\delta_E = \sqrt{(\delta_{EF})^2 + (\delta_{EP})^2}, \quad (6)$$

где: δ_{EF} – значения относительной погрешности воспроизведения НЭП, в процентах, полученные на испытываемых частотах в п. 9.3.8;

$\delta_{EP} = 0,5 \cdot \delta_p$ – значения предела относительной погрешности воспроизведения НЭП, в процентах, обусловленные неточностью измерения мощности на контрольном выходе OUT УС-ВЧ-300;

δ_p – значения предела допускаемой относительной погрешности измерения мощности на контрольном выходе OUT УС-ВЧ-300, в процентах, определенные в п. 9.3.10.2.

Результаты определения δ_E занести в протокол поверки.

9.4 Определение диапазона частот воспроизведения НМП

9.4.1 Определение диапазона частот воспроизведения НМП проводить при определении относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от частоты.

9.4.2 Определить относительную погрешность воспроизведения НМП в зависимости от частоты δ_{HF} , выполняя указания п.п. 9.6.1 – 9.6.9.

9.5 Определение диапазона воспроизведения НМП

9.5.1 Определение диапазона воспроизведения НМП проводить при определении относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от воспроизводимых значений НМП.

9.5.2 Определить предел относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от воспроизводимых значений НМП δ_H , выполняя указания п. 9.6.10.

9.6 Определение относительной погрешности воспроизведения НМП

9.6.1 Определить относительную погрешность воспроизведения НМП в зависимости от частоты δ_{HF} методом компарирования (сравнения показаний компаратора, полученных в П1-32А с показаниями компаратора, полученными в эталонном средстве поверки).

9.6.2 Определение относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от частоты проводить при указанных в таблице 7 значениях частоты и НМП.

В таблице 7 также указаны компараторная антенна и эталонное средство поверки, которые необходимо использовать при поверке в зависимости от частоты.

Таблица 7 – Значения частоты и НМП при определении относительной погрешности П1-32А в зависимости от частоты

Частота F	НМП ($H_{ГМП}^{уст}$), мА/м	Компаратор/антенна	Эталон
9 кГц	15	ПЗ-60ПМ/2 /АПМ-0,005-400	РЭНМП-5Г/10М
100 кГц	15	ПЗ-60ПМ/2 /АПМ-0,005-400	ГЭТ 44-2010
1, 10, 20, 30 МГц	15	КЭМП-300А/АПМ-50	ГЭТ 44-2010
40, 50 МГц	15	КЭМП-300А/АПМ-50	РЭНЭМП-30/1000М

9.6.3 Процедура определения относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от частоты состоит из двух основных последовательных частей:

- измерения в поверяемом П1-32А;
- измерения в эталонных средствах поверки.

9.6.4 В П1-32А измерения в каждой поверочной точке, из указанных в таблице 7, проводить в следующей последовательности.

9.6.4.1 Подготовить П1-32А к работе согласно П1-32А-РЭ.

9.6.4.2 Используя платформу для зажима поверяемых (калибруемых) антенн, поместить в центр рабочей зоны МЛП4-300 требуемую компараторную антенну.

Антенну устанавливать так, чтобы измерительная ось антенны совпадала с направлением вектора НМП в рабочей зоне (рукоятка антенны параллельна силовым линиям электрического поля).

При работе с компаратором КЭМП-300А антенну АПМ-50 необходимо подключать непосредственно к УО-300 без использования удлиняющего кабеля КЭМП-300-К1.

УО-300 при этом необходимо располагать на диэлектрической подставке (деревянная тумбочка, картонная коробка) рядом с МЛП4-300 так, чтобы иметь возможность визуального считывания показаний индикатора УО-300 с рабочего места оператора.

9.6.4.3 Подготовить компаратор к работе согласно его руководству по эксплуатации.

9.6.4.4 После установки рабочего режима компаратора и вспомогательных приборов из состава П1-32А установить согласно руководству по эксплуатации П1-32А-РЭ в рабочей зоне МЛП4-300 частоту F и напряженность магнитного поля $H_{ГМП}^{уст}$, соответствующие выбранной в соответствии с таблицей 7 точке поверки.

9.6.4.5 Выполняя указания руководства по эксплуатации компаратора, определить его показания для разных углов поворота (0° и 180°) антенны компаратора относительно оси рукоятки антенны $P_{ГМП}^0$ и $P_{ГМП}^{180}$ в [мА/м].

9.6.4.6 Вычислить по формуле (7) среднее значение показаний компаратора в П1-32А $P_{ГМП}^{cp}$ в [мА/м]:

$$P_{ГМП}^{cp} = (P_{ГМП}^0 + P_{ГМП}^{180}) / 2. \quad (7)$$

9.6.4.7 Результаты измерений и вычислений в П1-32А для каждой точки поверки занести в протокол измерений, в котором также необходимо указать установленные пределы измерения и другие параметры настройки использованных компараторов.

Далее компаратор и составленный протокол направить для продолжения измерений на эталонные средства поверки.

9.6.5 После доставки компаратора к месту расположения эталонных средств поверки измерения проводят в следующей последовательности.

9.6.5.1 Подготовить эталонное средство поверки к работе согласно его эксплуатационной документации.

Установить соответствующую антенну компаратора в центр рабочей зоны эталона так, чтобы измерительная ось антенны совпадала с направлением вектора НМП.

9.6.5.2 Подготовить компаратор к работе согласно его руководству по эксплуатации.

9.6.5.3 После установки рабочего режима компаратора и вспомогательных приборов из состава эталона установить в рабочей зоне эталона согласно его руководству по эксплуатации магнитное поле частотой F , соответствующей выбранной точке поверки, и напряженностью H_{Σ} такой, чтобы показание компаратора $P_{\Sigma\Pi}^0$ было близко к среднему значению показаний компаратора $P_{\Sigma\Pi}^{cp}$, полученному в п. 9.6.4.6 при проведении измерений в П1-32А.

Отличие $P_{\Sigma\Pi}^0$ от $P_{\Sigma\Pi}^{cp}$ должно находиться в пределах $\pm 10\%$.

9.6.5.4 Выполняя указания руководства по эксплуатации компаратора, определить его показания для разных углов поворота (0° и 180°) антенны компаратора относительно оси рукоятки антенны $P_{\Sigma\Pi}^0$ и $P_{\Sigma\Pi}^{180}$ в [мА/м].

9.6.5.5 Вычислить среднее значение показаний компаратора $P_{\Sigma\Pi}^{cp}$ в эталонном средстве поверки в [мА/м] по формуле (8):

$$P_{\Sigma\Pi}^{cp} = (P_{\Sigma\Pi}^0 + P_{\Sigma\Pi}^{180}) / 2. \quad (8)$$

9.6.5.6 Результаты измерений и вычислений в эталонном средстве поверки для каждой точки поверки занести в протокол измерений, в котором также необходимо указать установленные пределы измерения и другие параметры настройки использованных компараторов.

9.6.6 После проведения измерений в П1-32А и эталонных средствах поверки определить в каждой поверочной точке измеренное действительное значение НМП $H_{\Sigma\Pi}^{изм}$, воспроизводимого в П1-32А, в [мА/м] по формуле (9):

$$H_{\Sigma\Pi}^{изм} = H_{\Sigma} \cdot (P_{\Sigma\Pi}^{cp} / P_{\Sigma\Pi}^{cp}), \quad (9)$$

где: H_{Σ} – см. п.9.6.5.3, мА/м; $P_{\Sigma\Pi}^{cp}$ – см. п.9.6.4.6, мА/м; $P_{\Sigma\Pi}^{cp}$ – см. п.9.6.5.5, мА/м.

9.6.7 Определить в каждой поверочной точке значение калибровочного коэффициента K_{PH} , в $[м^{-1}]$, согласно п. 10.7.4 П1-32А-РЭ и занести его в таблицу 14 П1-32А-ФО

9.6.8 Определить для всех точек поверки, указанных в таблице 7, относительную погрешность δ_{HF} , воспроизведения НМП, в процентах, по формуле (10):

$$\delta_{HF} = 100 \cdot (H_{\Sigma\Pi}^{уст} - H_{\Sigma\Pi}^{изм}) / H_{\Sigma\Pi}^{изм}. \quad (10)$$

9.6.9 Результаты определения значений калибровочных коэффициентов и относительной погрешности воспроизведения НМП δ_{HF} занести в протокол поверки.

9.6.10 Определение относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от воспроизводимых значений НМП δ_H проводить расчетным способом при значениях частоты и НМП, приведенных в таблице 8, в следующей последовательности.

Таблица 8 – Значения частоты и НМП при определении относительной погрешности П1-32А в зависимости от воспроизводимых значений НМП

Частота F , МГц	НМП ($H_{\Sigma\Pi}^{уст}$), мА/м
0,1	1,0; 25
10	1,0; 50

9.6.10.1 Рассчитать значение мощности P_H , в [Вт], устанавливаемое на контрольном выходе ОУТ УС-ВЧ-300 (показание измерителя мощности из состава вспомогательного оборудования П1-32А) по формуле (11)

$$P_H = Z_p (H_{\Sigma\Pi}^{уст} / K_{PH})^2, \quad (11)$$

где: $H_{\Sigma\Pi}^{уст}$ – значение НМП в испытываемой точке, в [А/м];

K_{PH} – калибровочный коэффициент МЛП4-300 по магнитному полю, в $[м^{-1}]$, в зависимости от частоты, см. таблицу 14 формуляра П1-32А-ФО;

$Z_p = 50$ Ом – номинальное входное сопротивление измерителя мощности.

9.6.10.2 Определить по паспортным данным измерителя мощности из состава вспомогательного оборудования П1-32А предел допускаемой относительной погрешности измерения мощности P_H на контрольном выходе OUT УС-ВЧ-300 δ_p , в процентах.

9.6.10.3 Определить предел относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от воспроизводимых значений НЭП δ_H , в процентах, по формуле (12):

$$\delta_H = \sqrt{(\delta_{HF})^2 + (\delta_{HP})^2}, \quad (12)$$

где δ_{HF} – значения относительной погрешности воспроизведения НМП, в процентах, полученные на частотах в п. 9.6.8;

$\delta_{HP} = 0,5 \cdot \delta_p$ – значения предела относительной погрешности воспроизведения НМП в процентах, обусловленные неточностью измерения мощности на контрольном выходе OUT УС-ВЧ-300;

δ_p – значения предела допускаемой относительной погрешности измерения мощности на контрольном выходе OUT УС-ВЧ-300 в процентах, определенные в п. 9.6.10.2.

Результаты определения δ_H занести в протокол поверки.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Подтверждение соответствия П1-32А требованиям воспроизведения НЭП

10.1.1 Результат определения диапазона частот воспроизведения НЭП считать положительным, если результаты определения относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от частоты положительные.

10.1.2 Результат определения диапазона воспроизведения НЭП считать положительным, если результаты определения относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от воспроизводимых значений НЭП положительные.

10.1.3 Результат определения относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от частоты считать положительным, если значения погрешности δ_{EF} , полученные в п. 9.3.8, во всех точках поверки, указанных в таблице 5, на частотах 9, 100 кГц, 1, 10, 20, 30 МГц находятся в пределах $\pm 4,5\%$ и на частотах 40, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300 МГц находятся в пределах $\pm 12\%$.

10.1.4 Если значение δ_{EF} в одной и более точках поверки, указанных в таблице 5, на частотах 9, 100 кГц; 1, 10, 20, 30 МГц выходит за пределы $\pm 4,5\%$ и на частотах 40, 50, 60, 70, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300 МГц выходит за пределы $\pm 12\%$, то результат определения относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от частоты считать отрицательным.

10.1.5 Результат определения относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от воспроизводимых значений НЭП считать положительным, если значения погрешности δ_E , полученные в п. 9.3.10.3, во всех точках поверки, указанных в таблице 6, находятся в пределах $\pm 4,5\%$.

10.1.6 Если значение δ_E в одной и более точках поверки, указанных в таблице 6, выходит за пределы $\pm 4,5\%$, то результат определения относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от воспроизводимых значений НЭП считать отрицательным.

10.1.7 Результат определения относительной погрешности воспроизведения НЭП считать положительным, если результат определения относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от частоты и результат определения относительной погрешности воспроизведения НЭП в зависимости от воспроизводимых значений НЭП положительные.

10.1.8 При положительных результатах определения диапазона частот воспроизведения НЭП, определения диапазона воспроизведения НЭП и определения относительной погрешности воспроизведения НЭП соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа поверяемого П1-32А, и обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда, приведенным в ГОСТ Р 8.805-2012, подтверждено.

10.1.9 При отрицательных результатах определения диапазона частот воспроизведения НЭП, или определения диапазона воспроизведения НЭП, или определения относительной погрешности воспроизведения НЭП соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа поверяемого П1-32А, и обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда, приведенным в ГОСТ Р 8.805-2012, не подтверждено.

В этом случае поверяемый П1-32А признаётся непригодным к применению для воспроизведения НЭП.

10.2 Подтверждение соответствия П1-32А требованиям воспроизведения НМП

10.2.1 Результат определения диапазона частот воспроизведения НМП считать положительным, если результаты определения относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от частоты положительные.

10.2.2 Результат определения диапазона воспроизведения НМП считать положительным, если результаты определения относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от воспроизводимых значений НЭП положительные.

10.2.3 Результат определения относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от частоты считать положительным, если значения погрешности δ_{HF} , полученные в п. 9.6.8, во всех точках поверки, указанных в таблице 7, на частотах 9, 100 кГц, 1, 10, 20, 30 МГц находятся в пределах $\pm 5,0\%$ и на частотах 40 и 50 МГц находятся в пределах $\pm 12,0\%$.

10.2.4 Если значение δ_{HF} в одной и более точках поверки, указанных в таблице 7, на частотах 9, 100 кГц, 1, 10, 20, 30 МГц выходит за пределы $\pm 5,0\%$ и на частотах 40 и 50 МГц выходит за пределы $\pm 12,0\%$, то результат определения относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от частоты считать отрицательным.

10.2.5 Результат определения относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от воспроизводимых значений НМП считать положительным, если значения погрешности δ_H , полученные в п. 9.6.10.3, во всех точках поверки, указанных в таблице 8, находятся в пределах $\pm 5,0\%$.

10.2.6 Если значения δ_H в одной и более точках поверки, указанных в таблице 8, выходит за пределы $\pm 5,0\%$, то результат определения относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от воспроизводимых значений НМП считать отрицательным.

10.2.7 Результат определения относительной погрешности воспроизведения НМП считать положительным, если результат определения относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от частоты и результат определения относительной погрешности воспроизведения НМП в зависимости от воспроизводимых значений НМП положительные.

10.2.8 При положительных результатах определения диапазона частот воспроизведения НМП, определения диапазона воспроизведения НМП и определения относительной погрешности воспроизведения НМП соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа поверяемого П1-32А, и обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда, приведенным в приказе Росстандарта от 30.12.2019 № 3469, подтверждено.

10.2.9 При отрицательных результатах определения диапазона частот воспроизведения НМП или определения диапазона воспроизведения НМП, или определения относительной погрешности воспроизведения НМП соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа поверяемого П1-32А, и обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда, приведенным в приказе Росстандарта от 30.12.2019 № 3469, не подтверждено.

В этом случае поверяемый П1-32А признаётся непригодным к применению для воспроизведения НМП.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Положительные результаты поверки оформляются протоколом, подтверждающим соответствие П1-32А, заводской № 02, обязательным требованиям к рабочему эталону 2-го разряда по ГОСТ Р 8.805-2012 и (или) приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3469.

11.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца П1-32А, или лица, предъявившего его на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в формуляр вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Знак поверки наносить в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

11.4 При проведении поверки П1-32А на меньшем числе поддиапазонов измерений или меньшем количестве измеряемых величин соответствующая запись должна быть сделана в протоколе поверки и эксплуатационных документах.

11.5 П1-32А, заводской № 02, имеющий отрицательные результаты поверки в обращение не допускается, и на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Старший научный сотрудник
НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

В.И. Лукьянов