



СОГЛАСОВАНО
Зам. руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

В.А.Лапшинов

М.П.

2023 г.

« 21 » ноября

Государственная система обеспечения единства измерений

Копры маятниковые КЭМ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-661/07-2023

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на копры маятниковые КЭМ (далее – копры), производства ООО «Мелитэк», Россия и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 Поверка копиров в соответствии с настоящей методикой поверки обеспечивает:

— Передачу единицы силы методом косвенных измерений от рабочих эталонов в соответствии со структурой локальной поверочной схемы, приведенной в Приложении А настоящей методики поверки, что обеспечивает прослеживаемость к гэт32-2011 «Государственный первичный эталон единицы силы»;

— Передачу единицы плоского угла методом косвенных измерений от рабочих эталонов в соответствии со структурой локальной поверочной схемы, приведенной в Приложении А настоящей методики поверки, что обеспечивает прослеживаемость к гэт22-2014 «Государственный первичный эталон единицы плоского угла».

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблицах 1 – 3.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Модификация	Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж
КЭМ-1	0,5; 1,0
КЭМ-5	0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 2,75; 4,0; 5,0
КЭМ-10	0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 2,75; 4,0; 5,0; 5,5; 7,5; 10,0
КЭМ-15	0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 2,75; 4,0; 5,0; 5,5; 7,5; 10,0; 15,0
КЭМ-25	0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 2,75; 4,0; 5,0; 5,5; 7,5; 10,0; 15,0; 22,0; 25,0
КЭМ-50	0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 2,75; 4,0; 5,0; 5,5; 7,5; 10,0; 15,0; 22,0; 25,0; 44,0; 50,0
КЭМ-50P	0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 2,75; 4,0; 5,0; 5,5; 7,5; 10,0; 15,0; 22,0; 25,0; 44,0; 50,0
КЭМ-75	10,0; 15,0; 22,0; 25,0; 44,0; 50,0; 75,0
КЭМ-100	50,0; 75,0; 100,0
КЭМ-150	50,0; 75,0; 100,0; 150,0
КЭМ-300	100,0; 150,0; 165,0; 200,0; 250,0; 300,0
КЭМ-450	100,0; 150,0; 165,0; 200,0; 250,0; 300,0; 406,0; 450,0
КЭМ-600	150,0; 165,0; 200,0; 250,0; 300,0; 406,0; 450,0; 500,0; 542,0; 600,0
КЭМ-750	250,0; 300,0; 406,0; 450,0; 500,0; 542,0; 600,0; 750,0
КЭМ-900	450,0; 500,0; 542,0; 600,0; 750,0; 800,0; 900,0

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	Диапазон измерения энергии, Дж	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж
0,50	0,05–0,40	$\pm 0,005$
1,00	0,1–0,8	$\pm 0,01$
2,00	0,2–1,6	$\pm 0,02$
2,50	0,25–2,00	$\pm 0,025$
2,75	0,275–2,200	$\pm 0,0275$
4,00	0,4–3,2	$\pm 0,04$
5,00	0,5–4,0	$\pm 0,05$
5,50	0,55–4,40	$\pm 0,055$
7,50	0,75–6,00	$\pm 0,075$
10,00	1,00–8,00	$\pm 0,100$
15,00	1,5–12,0	$\pm 0,15$

Продолжение таблицы 2

Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	Диапазон измерения энергии, Дж	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж
22,00	2,2–17,6	$\pm 0,22$
25,00	2,5–20,0	$\pm 0,25$
44,00	4,4–35,2	$\pm 0,44$
50,00	5,0–40,0	$\pm 0,5$
75,00	7,5–60	$\pm 0,75$
100,00	10,0–80,0	$\pm 1,0$
150,00	15,0–120,0	$\pm 1,5$
165,00	16,5–132,0	$\pm 1,65$
200,00	20,0–160,0	$\pm 2,0$
250,00	25,0–200,00	$\pm 2,5$
300,00	30,0–240,0	$\pm 3,0$
406,00	40,6–324,8	$\pm 4,06$
450,00	45,0–360,0	$\pm 4,5$
500,00	50,0–400,00	$\pm 5,0$
542,00	54,20–433,60	$\pm 5,42$
600,00	60,00–480,00	$\pm 6,0$
750,00	75,00–600,00	$\pm 7,5$
800,00	80,00–640,00	$\pm 8,0$
900,00	90,00–720,00	$\pm 9,0$

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемого отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, %	$\pm 0,5$
Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, %	0,5

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения	Да	Да	10.1
Определение расстояния от оси вращения маятника до центра удара L_{np}	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерения энергии	Да	Да	10.3
Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания	Да	Да	10.4
Оформление результатов поверки	Да	Да	11

2.2. Методикой поверки предусмотрено проведение поверки для меньшего количества значений потенциальной энергии маятников (для меньшего количества маятников из состава копров) с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки должны выполняться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25
- относительная влажность воздуха, % от 10 до 90

Примечание: условия измерений дополнительно должны учитывать требования эксплуатационных документов на средства поверки.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускается персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемое устройство и средства поверки, участвующие при проведении поверки. Для проведения поверки достаточно одного специалиста.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки должны применяться следующие средства, соответствующие требованиям Таблице 5.

Таблица 5 – Средства поверки

Операция поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.3 Определение условий проведения поверки	Средства измерений температуры. Диапазон измерений от 0 до 60 °С, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений не более 0,4 °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег. № в ФИФ ОЕИ 71394-18
	Средства измерений влажности. Диапазон измерений от 20 до 90 %, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений не более 3 %	

Операция поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.10.1 Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения	Рабочие эталоны силы 2 разряда по Приказу Росстандарта № 2498 от 22.10.2019 г. Диапазон измерений от 1 до 1000 Н, с относительной погрешностью $\pm 0,12\%$	Динамометры электронные ДМ МГ4, рег. № в ФИФ ОЕИ 49913-12
	Эталон 4 разряда по Приказу Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. Диапазон измерений $\pm 120^\circ$, пределы абсолютной погрешности $\pm 30''$	Квадранты оптические КО-60М, рег. № в ФИФ ОЕИ 868-84
п.10.2 Определение расстояния от оси вращения маятника до центра удара $L_{пр}$	Средства измерений, предназначенные для измерений длительности интервалов времени. Диапазон измерений от 0 до 10 ч. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$ с	Секундомеры электронные Интеграл С-0, рег. № в ФИФ ОЕИ 44154-16
п.10.3 Определение абсолютной погрешности измерения энергии	Эталон 4 разряда по Приказу Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. Диапазон измерений $\pm 120^\circ$, пределы абсолютной погрешности $\pm 30''$.	Квадранты оптические КО-60М, рег. № в ФИФ ОЕИ 868-84
п.10.4 Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания	-	-

5.2. Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единицы величины поверяемому средству измерений.

5.3. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующую запись о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый копер, а также на используемые средства поверки.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. При проведении внешнего осмотра копра установить:

- наличие маркировочной таблички с указанием модификации, заводского номера, года выпуска и предприятия изготовителя;
- отсутствие механических повреждений и дефектов, которые могут повлиять на метрологические характеристики;
- соответствие комплектности паспорту;
- надежность заземления копра.

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, копр признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Подготовка к поверке

8.1.1. Перед проведением поверки поверитель должен изучить настоящую методику поверки и эксплуатационные документы, входящие в комплект поставки копра, а также эксплуатационные документы применяемых средств поверки.

8.1.2. Перед проведением поверки копра средства поверки должны быть выдержаны в помещении вблизи поверяемого копра не менее 2 часов.

8.1.3. Перед поверкой динамометры электронные и/или весы лабораторные электронные должны находиться во включенном состоянии не менее 30 минут.

8.1.4. В модификациях с ограждением рабочей зоны снять ограждение рабочей зоны и отключить датчик блокировки открытых дверей.

8.1.5. Проверить положение копра в двух взаимно перпендикулярных направлениях оптическим квадрантом, установленным на опоры наковальни или на опорную поверхность наковальни. Отклонение от горизонтали не должно превышать 4 минут.

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 Опробование копра произвести в холостом режиме, при этом копёр должен удовлетворять следующим требованиям:

- маятник должен быть надёжно (без люфтов) закреплён на оси;
- сменные части должны быть надёжно закреплены на маятнике;
- пусковой механизм должен надёжно удерживать маятник в положении зарядки;
- маятник должен легко освобождаться под действием пускового устройства;
- кнопка аварийного отключения копра (при наличии) должна быть работоспособна;
- в модификациях с ограждением рабочей зоны проверить работоспособность системы блокировки пуска маятника при открытых дверях.

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Идентификации встроенного программного обеспечения (далее – ВПО) Firmware производится при включении копра – на экране модуля управления отображается номер версии ВПО.

Для идентификации внешнего ПО «LABIMPACT» (только для модификаций, в составе которых есть ПК) выполнить следующие действия: в главном окне программы выбрать вкладку «О». В диалоговом окне отобразится номер версии ПО.

Идентифицированное наименование ПО должно соответствовать приведённому в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	«LABIMPACT»	Firmware
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 5.77	не ниже 1.01

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения

Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения произвести для каждого маятника, входящего в комплект поставки копра.

10.1.1 Определение веса маятника

Для определения веса маятника отклонить маятник в горизонтальное положение (допускаемое отклонение от горизонтали $\pm 0,2^\circ$) и опереть его рабочей поверхностью бойка напротив риски, нанесенной на бойке, на опорную призму (приложение Б), установленную на динамометр или на платформу весов, считать показания веса на динамометре или массы на весах.

Измерения произвести три раза.

По результатам измерений вычислить среднеарифметическое значение веса или массы маятника.

Вес маятника по результатам измерений массы вычислить по формуле 1.

$$P = \bar{m} \cdot g, \quad (1)$$

где P – вес маятника, Н;

\bar{m} – среднеарифметическое значение массы маятника, кг;

g – ускорение силы тяжести, м/с^2 .

10.1.2 Угол зарядки маятников определить с применением квадранта.

Выполнить действия в следующей последовательности:

- отклонить маятники до угла зарядки, зафиксировать положение маятника;
- по квадранту определить угол зарядки.

10.1.3 Запас потенциальной энергии маятника вычислить по формуле 2.

$$E_\alpha = P \cdot L \cdot (1 - \cos \alpha), \quad (2)$$

где E_α – потенциальная энергия маятника, Дж;

L – длина маятника (взять из эксплуатационной документации копра), м;

α – угол зарядки маятника, градус.

10.1.4 Отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения вычислить по формуле 3.

$$\delta = \frac{E_\alpha - E_n}{E_n} \cdot 100, \quad (3)$$

где δ – отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, %

E_n – номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж.

10.1.5 Результаты поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительными, если отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения не превышает $\pm 0,5$ %. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

10.2 Определение расстояния от оси вращения маятника до центра удара

10.2.1 Для определения приведенной длины маятника L_{np} определить период качаний маятника, для чего отклонить маятник на угол от $4^{\circ}30'$ до $5^{\circ}00'$, затем отпустить и измерить секундомером время не менее чем 10 полных колебаний маятника. Вычислить период колебаний маятника T по формуле 4.

$$T = \frac{t}{n}, \quad (4)$$

где T – период колебаний маятника, с;
 n – количество полных колебаний маятника;
 t – время n полных колебаний маятника, с.

Измерения произвести три раза. Среднее арифметическое из трёх измерений принять за период колебаний маятника.

10.2.2 Длину маятника L_{np} вычислить по формуле 5 для расчета длины математического маятника, изохронного с данным физическим:

$$L_{np} = \frac{g}{4\pi^2} \cdot T^2, \quad (5)$$

где L_{np} – длина маятника от оси качания маятника до центра удара, м;
 L – длина маятника (взять из паспортных данных на копер), м;

10.2.3 Результаты поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительными, если $L_{np} = 0,995 \cdot L \pm 0,005 \cdot L$, м. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерения энергии

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений энергии производят для каждого маятника, входящего в комплект поставки копра, в трёх точках, равномерно расположенных в диапазоне от 10 до 80 % от значения номинального запаса энергии, методом сравнения показаний значений затраченной энергии, определённых по отсчетному устройству, с расчётным значением.

Произвести действия в последовательности приведённой ниже:

- отклонить свободно висающий маятник по часовой стрелке и зафиксировать в таком положении, чтобы показание текущей затраченной энергии по показаниям копра было примерно равно 10% от номинального значения потенциальной энергии копра;
- считать показания затраченной энергии с отсчетного устройства копра;
- с помощью квадранта оптического провести измерение угла взлёта маятника три раза и вычислить среднее арифметическое значение;
- вычислить расчётное значение энергии по формуле 6;
- провести операции считывания показаний энергии и измерения соответствующих углов в точках 50 и 80% от номинального значения потенциальной энергии копра.

$$E_{\beta p} = P \cdot L \cdot (\cos \beta - \cos \alpha), \quad (6)$$

где $E_{\beta p}$ – расчётное значение энергии в поверяемой точке, Дж;
 β – угол взлёта, °;
 α – угол зарядки, °.

10.3.2 Абсолютную погрешность измерения энергии вычислить по формуле 7.

$$\Delta = E_{\beta} - E_{\beta p}, \quad (7)$$

где Δ – абсолютная погрешность измерения энергии, Дж;
 E_{β} – значение энергии по показаниям копра по пульту оператора при его наличии, а при его отсутствии – по шкале копра), Дж.

10.3.3 Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если абсолютная погрешность измерения энергии не превышает значений, указанных в таблице 1 настоящей методики. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

10.4 Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания

10.4.1 Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания произвести 3 раза для каждого маятника входящего в комплект поставки.

Измерения произвести в последовательности приведенной ниже:

- переместить маятник в положение зарядки;
- пустить маятник в свободное качание при холостом ходе;
- после его взлёта на пульте оператора или шкале копра считать значение энергии

$E_{изм_i}$, Дж.

10.4.2 Вычислить среднеарифметическое значение измеренной энергии по формуле 8.

$$\overline{E_{изм}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} E_{изм_i}}{3}, \quad (8),$$

где $\overline{E_{изм}}$ - среднее арифметическое значение из трех измерений энергии Дж;

$E_{изм_i}$ - i значение энергии, Дж, ($i = 1 \dots 3$).

Потерю энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания вычислить по формуле 9.

$$E_0 = \frac{\overline{E_{изм}}}{E_n} \cdot 100, \quad (9)$$

где E_0 - потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, %;

E_n - номинальное значение потенциальной энергии поверяемого маятника, Дж.

10.4.3 Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания не превышает $\pm 0,5\%$. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки. Форма протокола произвольная.

11.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке установленной формы в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, требованиями к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утверждённому приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510.

11.3 В свидетельстве о поверке в обязательном порядке указываются заводские номера и номинальные значения потенциальной энергии маятников и дополнительных грузов, входящих в комплект копра.

11.4 При отрицательных результатах поверки копёр признается непригодным и к применению не допускается. Отрицательные результаты поверки оформляются выдачей извещения о непригодности установленной формы в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, требованиями к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утверждённому приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510.

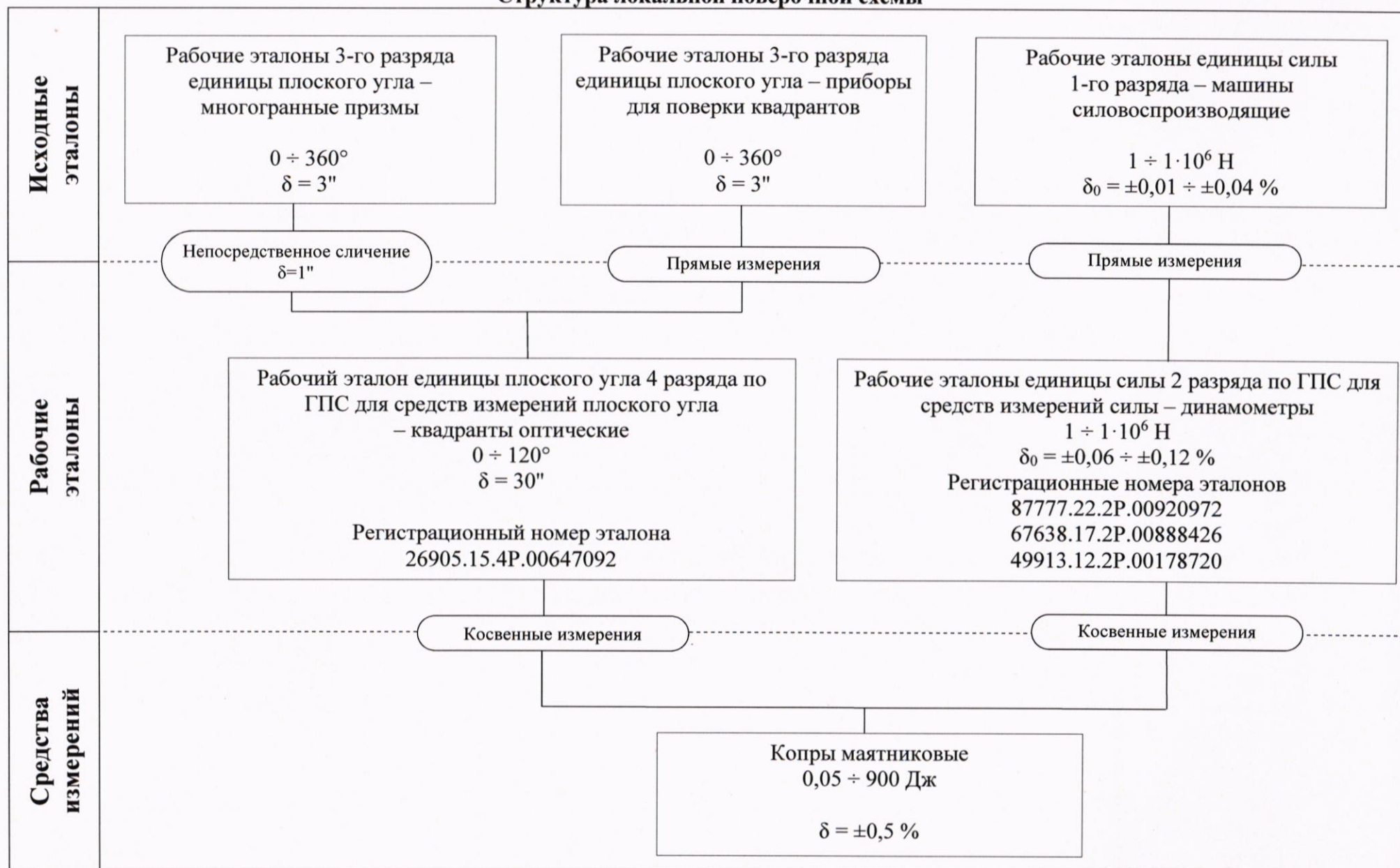
Ведущий инженер по метрологии
ЛОЕИ ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



Е.В. Исаев

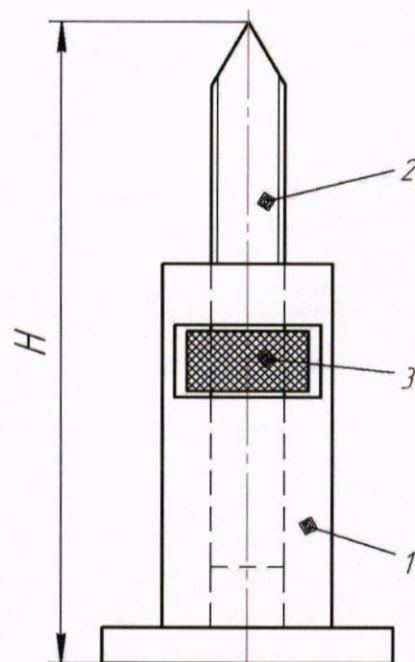
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Структура локальной поверочной схемы



ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое)

Призма опорная



1 – корпус; 2 – винт; 3 – гайка; H – высота подъема