

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов

«10 » октябрь 2024 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Копры маятниковые ALSI -TECH 3

Методика поверки

МП-459-2024

г. Чехов
2024 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на копры маятниковые ALSI -TECH 3 (далее – копры), используемые в качестве рабочих средств измерений.

1.2 Проверка копров в соответствии с настоящей методикой проверки 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 ¹⁾ , Дж	Пределы допускаемого отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, %
ALSI-TECH 3-5.B	0,5; 1; 2; 2,5; 2,75; 4; 5	$\pm 0,5$
ALSI-TECH 3-5,5.B	0,5; 1; 2; 2,5; 2,75; 4; 5; 5,5	
ALSI-TECH 3-50.B	0,5; 1; 2; 2,5; 2,75; 4; 5; 5,5; 7,5; 11; 15; 22; 25; 44; 50	
ALSI-TECH 3-150.B	50; 75; 100; 150	
ALSI-TECH 3-300.B	100; 150; 165; 200; 250; 300	
ALSI-TECH 3-450.B	100; 150; 165; 200; 250; 300; 406; 450	
ALSI-TECH 3-600.B	165; 200; 250; 300; 406; 450; 500; 542; 600	
ALSI-TECH 3-750.B	250; 300; 450; 406; 500; 542; 600; 750	
ALSI-TECH 3-800.B	300; 406; 450; 500; 542; 600; 750; 800	
ALSI-TECH 3-900.B	450; 500; 542; 600; 750; 800; 900	

¹⁾ – в зависимости от маятника, входящего в комплект поставки

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	Диапазон измерения энергии, Дж	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, %
0,5	от 0,05 до 0,40	$\pm 0,005$	$0,5$
1,0	от 0,1 до 0,8	$\pm 0,01$	
2,0	от 0,2 до 1,6	$\pm 0,02$	
2,5	от 0,25 до 2,00	$\pm 0,025$	
2,75	от 0,275 до 2,200	$\pm 0,0275$	
4,0	от 0,4 до 3,2	$\pm 0,04$	
5,0	от 0,5 до 4,0	$\pm 0,05$	
5,5	от 0,55 до 4,40	$\pm 0,055$	
7,5	от 0,75 до 6,00	$\pm 0,075$	
11,0	от 1,1 до 8,8	$\pm 0,11$	

Продолжение таблицы 2

Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	Диапазон измерения энергии, Дж	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, %
15,0	от 1,5 до 12,0	±0,15	
22,0	от 2,2 до 17,6	±0,22	
25,0	от 2,5 до 20,0	±0,25	
44,0	от 4,4 до 35,2	±0,44	
50,0	от 5 до 40	±0,50	
75,0	от 7,5 до 60,0	±0,75	
100,0	от 10,0 до 80,0	±1	
150,0	от 15 до 120	±1,5	
165,0	от 16,5 до 132,0	±1,65	
200,0	от 20,00 до 160,00	±2	
250,0	от 25 до 200	±2,5	
300,0	от 30 до 240	±3,0	
406,0	от 40,6 до 324,8	±4,06	
450,0	от 45 до 360	±4,5	
500,0	от 50 до 400	±5,0	
542,0	от 54,2 до 433,6	±5,42	
600,0	от 60 до 480	±6,0	
750,0	от 75 до 600	±7,5	
800,0	от 80 до 640	±8,0	
900,0	от 90 до 720	±9,0	

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Метод испытаний	Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	Скорость движения маятника в момент удара, м/с
Метод Шарпи	0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 5,0	от 2,61 до 3,19
	7,5; 15,0; 25,0; 50,0	от 3,42 до 4,18
	75,0; 150,0; 165,0; 200,0; 250,0; 300,0; 406,0; 450,0; 500,0; 542,0; 600,0; 750,0	от 4,5 до 5,5
Метод Изода	1,0; 2,75; 5,5; 11,0; 22,0; 44,0	от 3,15 до 3,85
Метод ударного растяжения	2,0; 4,0	от 2,61 до 3,19
	7,5; 15,0; 25,0; 50,0	от 3,42 до 4,18
	75,0; 150,0; 165,0; 200,0; 250,0; 300,0; 406,0; 450,0; 500,0; 542,0; 600,0; 750,0; 800,0; 900,0	от 4,5 до 5,5

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. При проведении поверки средства измерений (далее – поверка) 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	—	—	10
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 измерений энергии	Да	Да	10.3
Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания	Да	Да	10.4
Определение скорости движения маятника в момент удара	Да	Да	10.5

2.2. На основании письменного заявления владельца средства измерений, оформленного в произвольной форме, допускается 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.

2.3 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

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 20 до 80

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускается персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый копёр 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 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °C, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,2 °C	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег. № 71394-18
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 20 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±2 %	
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 ± 0,12%	Динамометры электронные ДМ МГ4, рег. № 49913-12
	Эталоны 4 разряда по Приказу Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. Диапазон измерений ± 120°, пределы абсолютной погрешности ± 30"	Квадранты оптические КО-60М, рег. № 868-84
п.10.2 Определение расстояния от оси вращения маятника до центра удара $L_{\text{пр}}$	Средства измерений, предназначенные для измерений длительности интервалов времени. Диапазон измерений от 0 до 10 ч. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01) \text{ с}$	Секундомеры электронные Интеграл С-0, рег. № 44154-16
п.10.3 Определение абсолютной погрешности измерений энергии	Эталоны 4 разряда по Приказу Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. Диапазон измерений ± 120°, пределы абсолютной погрешности ± 30".	Квадранты оптические КО-60М, рег. № 868-84
п.10.4 Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания	-	-
п.10.5 Определение скорости движения маятника в момент удара	Эталоны 4 разряда по Приказу Росстандарта № 2482 от 26.11.2018 г. Диапазон измерений ± 120°, пределы абсолютной погрешности ± 30"	Квадранты оптические КО-60М, рег. № 868-84
<p><i>Примечания - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i></p>		

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности, приведённым в эксплуатационной документации на поверяемые

средства измерений, эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, а также требованиям по технике безопасности, которые действуют на месте проведения испытаний.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. При проведении внешнего осмотра копра установить:

- соответствие внешнего вида копра описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- наличие маркировочной таблички с указанием модификации, заводского номера, года выпуска и предприятия изготовителя;
- наличие четких надписей и отметок на органах управления;
- отсутствие механических повреждений и дефектов, которые могут повлиять на метрологические характеристики;
- соответствие комплектности требованиям эксплуатационной документации;
- подключение копра должно обеспечивать его надежное заземление, выполненное в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

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. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Контроль условий поверки

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 надежно закреплены на маятнике;
- пусковой механизм должен надежно 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 программного обеспечения (далее –ПО) WINIMPACT производится при включении копра – на экране модуля управления отображается номер версии ПО, идентификация ПО на персональном компьютере производится при запуске программы: в главном окне программы в верхнем левом углу отображается название ПО и номер версии. Идентифицированное наименование ПО должно соответствовать приведённому в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	«WINIMPACT»
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	V1.0

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. Для исключения влияния массы опорной призмы на результаты измерений, после её установки на динамометр и до установки на неё маятника обнулить показания по динамометру. Зафиксировать показания динамометра.

Измерения произвести три раза.

По результатам измерений вычислить среднеарифметическое значение веса маятника.

Примечание: Вместо динамометра допускается использовать весы.

Вес маятника по результатам измерений массы вычислить по формуле

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

где P – вес маятника, Н;

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

g – ускорение свободного падения в месте установки копра (допускается использовать приложение А МИ 3278-2010 для определения местного ускорения свободного падения), $\text{м}/\text{с}^2$.

10.1.2 Угол зарядки маятников определить с применением квадранта.

Выполнить действия в следующей последовательности:

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

10.1.3 Запас потенциальной энергии маятника вычислить по формуле

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

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

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

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 $\pm 0,5\%$.

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

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

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 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 эксплуатационной документации 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.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений 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 висящий 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;
- провести операции считывания показаний энергии и измерения соответствующих углов в точках 50 % и 80 % от номинального значения потенциальной энергии копра.
- вычислить расчётное значение энергии по формуле

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

где $E_{\beta p}$ – расчётное значение энергии в поверяемой точке, Дж;

β – угол взлёта, °;

α – угол зарядки, °.

10.3.2 Абсолютную погрешность измерений энергии вычислить по формуле

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

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 2 настоящей методики.

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_{u3m_i} , Дж.

10.4.2 Вычислить среднеарифметическое значение измеренной энергии по формуле

$$\overline{E}_{u3m} = \frac{\sum_{i=1}^{i=3} E_{u3m_i}}{3}, \quad (8)$$

где \overline{E}_{u3m} – среднее арифметическое значение из трех измерений энергии Дж;

E_{u3m_i} – i значение энергии, Дж, ($i = 1 \dots 3$).

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

$$E_0 = \frac{\overline{E}_{u3m}}{E_n} \cdot 100, \quad (9)$$

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 $\pm 0,5\%$.

10.5 Определение скорости движения маятника в момент удара

10.5.1 Скорость движения маятника в момент удара определить по формуле

$$V = \sqrt{2 \cdot g \cdot L \cdot (1 - \cos\alpha)}, \quad (10)$$

где V – скорость движения маятника в момент удара, м/с;

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

α – угол зарядки маятника, °.

10.5.2 Определение скорости движения маятника в момент удара провести для всех маятников из состава копра.

10.5.3 Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если скорость движения маятника в момент удара соответствует диапазону значений, в таблице 3 настоящей методики.

10.6 По итогам сравнения и с учетом критериев подтверждения соответствия принимается решение о результатах поверки средства измерений (положительные или отрицательные).

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результате поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению. Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

11.3 Нанесение знака поверки на средство измерений не выполняется. Пломбирование средства измерений не производится.

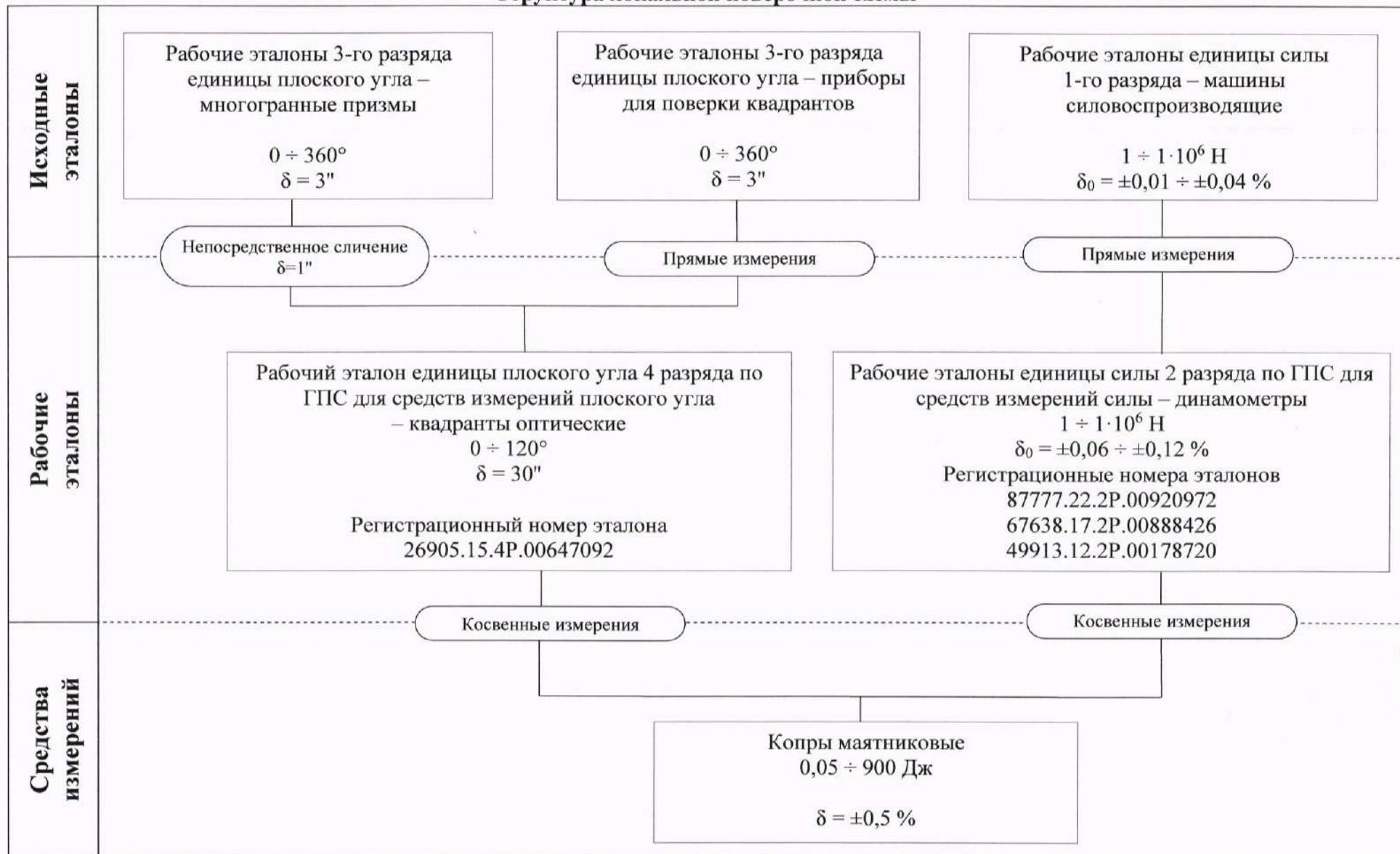
11.4 При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению. Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии
ЛОЕИ ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Д.Ю. Рассамахин

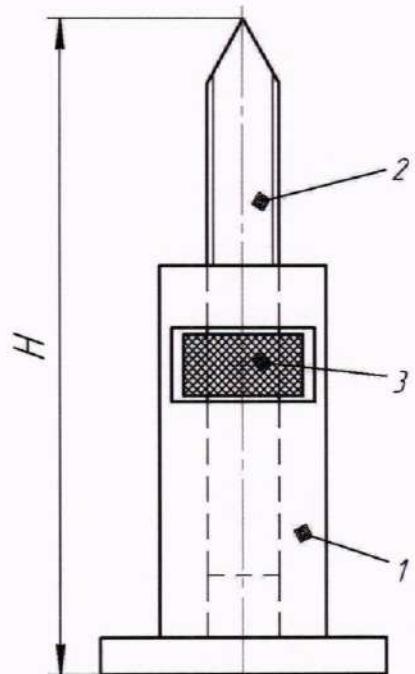
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Структура локальной поверочной схемы



ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Призма опорная



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