

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



К.Б. Козлов

«24» марта 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений.

Копры маятниковые НуТТ.

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-050-2022

г. Чехов,
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки средства измерений	6
3	Требования к условиям проведения поверки	6
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	6
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	7
7	Внешний осмотр средства измерений	8
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	8
9	Проверка программного обеспечения средства измерений	8
10	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9
10.1	Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения.....	9
10.2	Определение абсолютной погрешности измерений энергии	10
10.3	Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания.....	10
10.4	Определение скорости движения маятника в момент удара.....	11
11	Оформление результатов поверки.....	11
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	12
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	13
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	14

1 Общие положения

- 1.1** Настоящая методика распространяется на копры маятниковые НуТТ, производства НОУТОМ S.L., Испания (далее – копёр, копры), применяемых в качестве рабочего средства измерений и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.
- 1.2** В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблицах 1 – 3.
- 1.3** При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц величин поверяемого средства измерений в соответствии с локальной поверочной схемой, структурная схема которой приведена в Приложении А настоящей методики поверки, к следующим государственным первичным эталонам:
ГЭТ 32-2011 – ГПЭ единицы силы;
ГЭТ 22-2014 – ГПЭ единицы плоского угла.
- 1.4** При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод косвенных измерений.
- 1.5** На основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, предоставившего его на поверку, оформленного в произвольной форме, предусмотрено проведение поверки для меньшего количества маятников из состава копра. При этом передача в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ) информации об объеме проведенной поверки обязательна.

Таблица 1 – Метрологические характеристики (требования)

Наименование характеристики	Значение			
	НуТТ 150	НуТТ 300	НуТТ 450	НуТТ 750
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж	150	300	450	750
Пределы допускаемого отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, %	$\pm 0,5$			
Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, %, не более	0,5			
Диапазон измерения энергии, Дж	от 15 до 120	от 30 до 240	от 90 до 360	от 75 до 600
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	$\pm 0,5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$
Скорость движения маятника в момент удара при испытании, м/с:				
– при испытаниях по методу Шарпи пластиковых образцов	5,00 \pm 0,5			
– при испытаниях по методу Шарпи металлических образцов	5,00 \pm 0,5			
– при испытаниях по методу Изода	5,00 \pm 0,5			

Таблица 2 – Метрологические характеристики (требования) копров маятниковых НуТТ 25

Наименование характеристики	Значение									
	2	2,75	4	5	5,5	7,5	11	15	22	25
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж ¹⁾										
Пределы допускаемого отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, %	±0,5									
Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, %, не более	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Диапазон измерения энергии, Дж	от 0,2 до 1,6	от 0,275 до 2,200	от 0,4 до 3,2	от 0,5 до 4,0	от 0,55 до 4,40	от 0,75 до 6,00	от 1,1 до 8,8	от 1,5 до 12,0	от 2,2 до 17,6	от 2,5 до 20,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	±0,02	±0,0275	±0,04	±0,05	±0,055	±0,075	±0,11	±0,15	±0,22	±0,25
Скорость движения маятника в момент удара при испытании, м/с:										
– при испытаниях по методу Шарпи пластиковых образцов	2,90±0,05	-	2,90±0,05	2,90±0,05	-	3,80±0,05	-	3,80±0,05	-	3,80±0,05
– при испытаниях по методу Шарпи металлических образцов	3,00±0,25	-	3,00±0,25	3,00±0,25	-	4,00±0,25	-	4,00±0,25	-	4,00±0,25
– при испытаниях по методу Изода	-	3,50±0,35	-	-	3,50±0,35	-	3,50±0,35	-	3,50±0,35	-
¹⁾ – в зависимости от маятника, входящего в комплект поставки										

Таблица 3 – Метрологические характеристики (требования) копров маятниковых НУТТ 50

Наименование характеристики	Значение										
	2	2,5	4	5	5,5	7,5	11	15	22	25	50
Номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж ¹⁾	2	2,5	4	5	5,5	7,5	11	15	22	25	50
Пределы допускаемого отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, %	±0,5										
Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, %, не более	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Диапазон измерения энергии, Дж	от 0,2 до 1,6	от 0,25 до 2,00	от 0,4 до 3,2	от 0,5 до 4,0	от 0,55 до 4,40	от 0,75 до 6,00	от 1,1 до 8,8	от 1,5 до 12,0	от 2,2 до 17,6	от 2,5 до 20,0	от 5 до 40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж	±0,02	±0,0275	±0,04	±0,05	±0,055	±0,075	±0,11	±0,15	±0,22	±0,25	±0,5
Скорость движения маятника в момент удара при испытании, м/с:											
– при испытаниях по методу Шарпи пластиковых образцов	2,90±0,05	-	2,90±0,05	2,90±0,05	-	3,80±0,05	-	3,80±0,05	-	3,80±0,05	3,80±0,05
– при испытаниях по методу Шарпи металлических образцов	3,00±0,25	-	3,00±0,25	3,00±0,25	-	4,00±0,25	-	4,00±0,25	-	4,00±0,25	4,00±0,25 5,00±0,5 ²⁾
– при испытаниях по методу Изода	-	3,50±0,35	-	-	3,50±0,35	-	3,50±0,35	-	3,50±0,35	-	-
¹⁾ – в зависимости от маятника, входящего в комплект поставки ²⁾ – по отдельному заказу потребителя											

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки средства измерений (далее - поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которыми выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
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 абсолютной погрешности измерений энергии	Да	Да	10.2
Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания	Да	Да	10.3
Определение скорости движения маятника в момент удара	Да	Да	10.4

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 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 соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °C 20 ± 5 ;
- диапазон относительной влажности окружающего воздуха, % от 30 до 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы на копры, имеющие достаточные знания и опыт работы с ними, имеющие квалификацию поверителя в установленном порядке и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.2 Для проведения поверки достаточно одного специалиста

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 5.

Таблица 5 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д (рег. № 71394-18)
10.1 Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения	Рабочий эталон 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Росстандарта от «26» ноября 2018 г. № 2482 – квадрант оптический, диапазон измерений $\pm 120^\circ$, ПП $\pm 30''$	Квадрант оптический КО-60М (рег. № 26905-15)
10.2 Определение абсолютной погрешности измерений энергии	Рабочие эталоны 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы, утверждённой приказом Росстандарта от «22» октября 2019 г. № 2498 – динамометры электронные, диапазоны измерений от 1 до 1000 Н, ПП $\pm 0,12$ %	Динамометры электронные ДМ-МГ4 (рег. № 49913-12)
10.4 Определение скорости движения маятника в момент удара	Средство измерений массы – весы неавтоматического действия, диапазоны измерений от 0,05 до 100 кг, КТ Высокий (II)	Весы неавтоматического действия GP (рег. № 50583-12)
<p>Примечания:</p> <p>1 Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и поверены в установленном порядке.</p> <p>2 Допускается применения средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемый копёр и средства поверки, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

- 7.1 При внешнем осмотре установить соответствие поверяемого копра следующим требованиям:
- соответствие внешнего вида копра, в том числе соответствие идентификационной таблички, указанному в описании типа средства измерений и эксплуатационной документации. При этом различия в цвете (оттенке) отдельных элементов копра не является основанием признания результатов внешнего осмотра отрицательными;
 - комплектность соответствует требованиям эксплуатационной документации;
 - поверхности деталей копра чистые и не имеют существенных дефектов лакокрасочных покрытий, механических повреждений и следов коррозии;
 - надписи и обозначения на копре не повреждены и легко читаются;
 - соединительные разъёмы не имеют повреждений и искажений формы;
 - подключение копра должно обеспечивать его надежное заземление, выполненное в соответствии эксплуатационной документации на него.
- 7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются все вышеперечисленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов поверки в соответствии с р. 11.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки необходимо:

- подготовить к работе поверяемый копер и средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией;
- проконтролировать условия поверки: поверяемый копер и средства поверки должны быть выдержаны в помещении, в котором будет проводиться поверка, не менее 2 часов;

8.2 Опробование проводить в следующей последовательности:

- 8.2.1 Проверить работу спускового механизма, который должен надежно удерживать маятник во «взведенном» положении и свободно без задержки освобождать маятник.
- 8.2.2 Провести пробный сброс маятника (наличие испытуемого образца в опорах необязательно) и убедиться, что на дисплее модуля управления и обработки данных отображаются (изменяются) значения энергии и углового положения маятника.

8.3 Результаты опробования считать положительными, если выполняются все вышеперечисленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов поверки в соответствии с р. 11.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификацию встроенного программного обеспечения (ВПО) провести в следующем порядке:

- запустить поверяемый копер в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- после включения на дисплее модуля управления и обработки данных отобразится номер версии ВПО (см. рисунок 1)



Рисунок 1 - Стартовый экран модуля управления и обработки данных

9.2 Идентификацию программного обеспечения «НОУТОМ» провести в следующем порядке:

- запуститьверяемый копер в соответствии с его эксплуатационной документацией;
- включить ПК из комплекта поставки;
- запустить установленное на ПК программное обеспечение «НОУТОМ»;
- провести одну из нижеследующих операций:
- перейти во вкладку «Справка» («Help») и выбрать строку «О программе» («About»);
- запустить специальное сервисное приложения «НОУТОМ CHECKSUM IP», исполняемый файл «*.exe» которого расположен в корневой папке установленного на ПК ПО «НОУТОМ»;
- в окне будет отображено наименование и номер версии программного обеспечения.

9.3 Результаты проверки программного обеспечения считаются положительными, если полученные идентификационные данные соответствуют данным, приведённым в таблице 6. Если перечисленные требования не выполняются, копер признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов поверки в соответствии с р. 11.

Таблица 6 – Идентификационные данные ПО

Идентификационное наименование ПО	«НОУТОМ»	ВПО
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.0	1.0

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения

10.1.1 Для определения отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения необходимо найти на бойке маятника точку, расположенную напротив середины высоты стандартного образца.

10.1.2 Для этого необходимо положить на опоры образец половинной высоты или стандартный образец с отметкой середины высоты, затем на бойке молота, висящего вертикально, маркером нанести метку напротив верха образца половинной высоты или метки середины высоты полноразмерного образца.

10.1.3 Далее необходимо отклонить маятник в горизонтальное положение и опереть его отмеченной точкой на бойке на опорную призму (см. Приложение Б), стоящую на динамометре. Для исключения влияния массы опорной призмы на результаты измерений, после её установки на динамометр и до установки на неё маятника обнулить показания по динамометру.

10.1.4 При этом горизонтальность положения маятника проверить квадрантом оптическим. Допускаемое отклонение от горизонтальности $\pm 30'$.

10.1.5 Зафиксировать показания динамометра. Измерения провести три раза. Вычислить среднее арифметическое значение измерений (P).

Примечание: Вместо динамометра допускается использовать весы. При этом для вычисления значения силы тяжести (P), создаваемой маятником, значение ускорения свободного падения (g) принимать $9,81 \text{ м/с}^2$.

10.1.6 Взять длину маятника (L) (расстояние от оси качания до середины стандартного образца) из паспорта на копер.

10.1.7 Угол сброса маятника (α) определить с помощью квадранта оптического при положении маятника, готового к сбросу (во «взведённом» положении).

10.1.8 Определить значение потенциальной энергии маятника по формуле (1):

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

где $E_{\text{изм}}$ – измеренное значение потенциальной энергии маятника, Дж;
 P – значение реакции опоры маятника по показаниям динамометра, Н;
 L – длина маятника, м;
 α – угол сброса маятника, °.

10.1.9 Отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения определить по формуле (2):

$$\delta_1 = \frac{E_{\text{изм}} - E_{\text{н}}}{E_{\text{н}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где δ_1 – отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, %;
 $E_{\text{изм}}$ – измеренное значение потенциальной энергии маятника, Дж;
 E_n – номинальное значение потенциальной энергии маятника, Дж.

10.1.10 Операции по п.п. 10.1.1 – 10.1.9 повторить для всех маятников из состава копра.

10.1.11 Полученное(-ые) отклонение(-я) запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения не должно(-я) превышать значений, приведенных в таблицах 1 – 3. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов поверки в соответствии с р. 11.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений энергии

10.2.1 Отклонить свободно висающий маятник по часовой стрелке и надежно зафиксировать его с помощью вспомогательных приспособлений в таком положении, чтобы показание текущей затраченной энергии по показаниям копра было примерно равно 10 % от номинального значения потенциальной энергии.

10.2.2 Зафиксировать показание значения энергии копра.

10.2.3 С помощью квадранта оптического провести измерение угла отклонения маятника от вертикали β_i три раза и вычислить его среднее арифметическое значение.

10.2.4 Провести операции считывания показаний энергии и измерения соответствующих углов ещё в четырёх точках: 20%; 40%; 60%; 80% от номинального значения потенциальной энергии.

10.2.5 Вычислить действительное значение энергии в каждой точке по формуле (3):

$$A_{\text{действ}} = P \cdot L \cdot (\cos \beta_i - \cos \alpha), \quad (3)$$

где $A_{\text{действ}}$ – действительное значение энергии в i -ой точке, Дж;
 P – значение реакции опоры маятника по показаниям динамометра, Н;
 L – длина маятника, м;
 β_i – измеренное значение угла подъёма (отклонения от вертикали) маятника в i -ой точке, °;
 α – угол сброса маятника, °.

10.2.6 Определить абсолютную погрешность измерений энергии в каждой точке по формуле (4):

$$\Delta_i = A_{\text{изм}} - A_{\text{действ}}, \quad (4)$$

где Δ_i – абсолютная погрешность измерений энергии в i -ой точке, Дж;
 $A_{\text{изм}}$ – значение энергии, определяемое по копру, Дж;
 $A_{\text{действ}}$ – действительное значение энергии в i -ой точке, Дж;

10.2.7 Операции по п.п. 10.2.1 – 10.2.6 повторить всех маятников из состава копра.

10.2.8 Полученные значения абсолютной погрешности измерений энергии не должны превышать значений, приведенных в таблицах 1 - 3. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов поверки в соответствии с р. 11.

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

10.3.1 Определение потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания произвести непосредственно по копру после свободного сброса маятника (образец на опорах не установлен).

10.3.2 Потеря энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания определить по формуле (5):

$$\partial A_{\text{потерь}} = \frac{A_{\text{потерь}}}{E_n} \cdot 100, \quad (5)$$

где $\partial A_{\text{потерь}}$ – потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания, %;

$A_{\text{потерь}}$ – показания энергии по копру после свободного сброса, Дж;

E_n – номинальное значение потенциальной энергии поверяемого маятника, Дж;

- 10.3.3** Операции по пункту п.п. 10.3.1 – 10.3.2 повторить всех маятников из состава копра.
- 10.3.4** Полученное(-ые) значение(-я) потери энергии при свободном качании маятника за половину полного колебания не должно(-ы) превышать значений, приведенных в таблицах 1 – 3. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов поверки в соответствии с р. 11.

10.4 Определение скорости движения маятника в момент удара

- 10.4.1** Скорость движения маятника в момент удара определить по формуле (6):

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot L \cdot (1 - \cos \alpha)}, \quad (6)$$

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

g – ускорение свободного падения (9,81 м/с²).

L – длина маятника, м;

α – угол сброса маятника, °.

- 10.4.2** Определение скорости движения маятника в момент удара провести всех маятников из состава копра.
- 10.4.3** Полученное(-ые) значение(-я) скорости движения маятника в момент удара должна соответствовать значениям, приведенным в таблицах 1 - 3. Если перечисленные требования не выполняются, копёр признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов поверки в соответствии с р. 11.

11 Оформление результатов поверки

- 11.1** Результаты поверки оформить протоколом поверки по результатам поверки по каждому пункту разделов 7 - 10 настоящей методики поверки. Рекомендованная форма протокола поверки приведена в Приложении В.
- 11.2** Сведения о результатах поверки копра передать в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ. В обязательном порядке указать серийные номера и номинальные значения потенциальной энергии маятников, входящих в комплект копра.
- 11.3** При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдать свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующим законодательством. Нанесение знака поверки на копёр не предусмотрено. Пломбирование копра не производится.
- 11.4** При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца копра или лица, представившего его на поверку, выдать извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующим законодательством.

Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

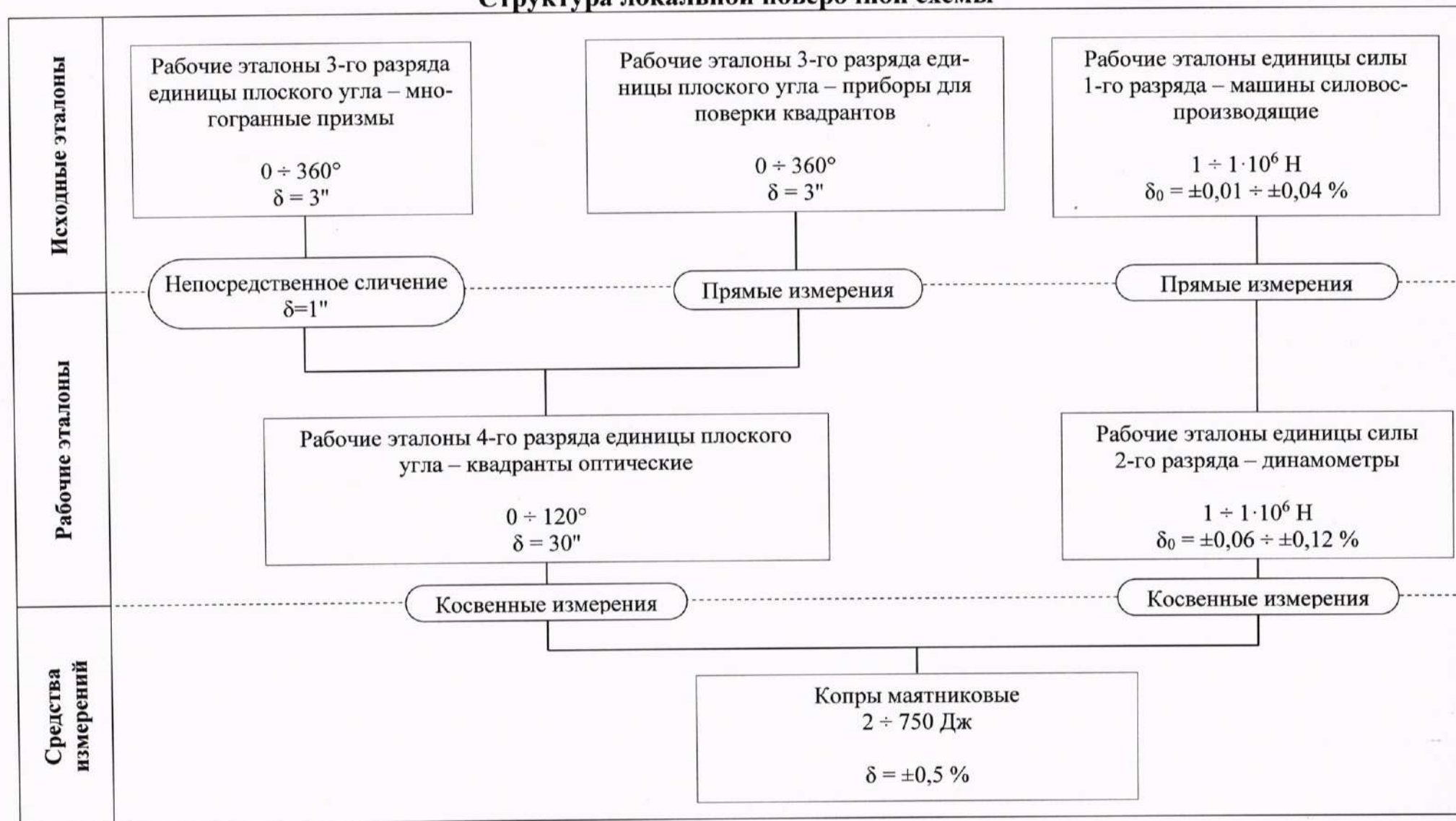


В.А. Лапшинов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

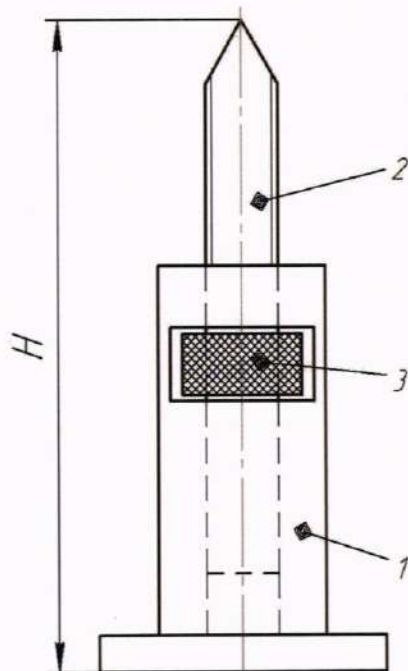
(Рекомендуемое)

Структура локальной поверочной схемы



ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(Рекомендуемое)

Опорная призма



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

Рисунок Б.1 – Общий вид опорной призмы

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(Рекомендуемое)

Форма протокола поверки

Протокол (первичной/периодической) поверки № _____ от _____ г.

1 Тип СИ, модификация: копёр маятниковый

2 Серийный номер копра/маятника(-ов): _____ / _____

3 Изготовитель: HOYTOM S.L., Испания

4 Год изготовления: _____

5 Условия поверки: - температура воздуха _____ °C
 - относительная влажность _____ %

6 Наименование, ИНН (при наличии) и адрес Заявителя: _____

7 Место проведения поверки: _____

8 Нормативная документация по поверке: методика поверки МП-050-2022

9 Поверка проводилась с использованием: _____

10 Результаты поверки:

10.1 Результаты внешнего осмотра: _____

10.2 Результаты опробования: _____

10.3 Проверка программного обеспечения средства измерений: _____

10.4 Определение отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения

Номинальное значение потенциальной энергии маятника _____ Дж, сер. № маятника _____

Длина маятника, L , м	Реакция опоры маятника, P , Н	Угол сброса маятника, α , °	Расчетное значение потенциальной энергии, $E_{изм}$, Дж	Номинальное значение потенциальной энергии, E_n , Дж	Отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, δ_1 , %	Пределы допускаемого отклонения запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, %

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений энергии

Номинальное значение потенциальной энергии маятника _____ Дж, сер. № маятника _____

Угол отклонения маятника от вертикали, $\beta_i, ^\circ$	Показания по копру, $A_{изм}$ Дж	Действительное значение энергии, $A_{дейст.}$ Дж	Абсолютная погрешность измерений энергии, Δ_i , Дж	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, Дж

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

Номинальное значение потенциальной энергии маятника _____ Дж, сер. № маятника _____

Номинальная энергия маятника, Дж	Потеря энергии за половину колебания маятника, Дж	Потеря энергии за половину колебания маятника, %	Допускаемая потеря энергии за половину полного колебания, %, не более

10.7 Определение скорости движения маятника в момент удара

Номинальное значение потенциальной энергии маятника _____ Дж, сер. № маятника _____

Номинальная энергия маятника, Дж	Длина маятника, м	Угол сброса маятника, $\alpha, ^\circ$	Скорость движения маятника в момент удара, м/с	Допускаемая скорость движения маятника в момент удара, м/с

11. Заключение: _____**12. Поверитель:** _____

Подпись

И.О. Фамилия