

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Л.Н. ТРЕТЬЯК, Л.А. КАРПЕНКО, О.А. ИВАНОВА

ТРЕБОВАНИЯ К ПОВЕРКЕ. РАЗРАБОТКА ЛОКАЛЬНЫХ ПОВЕРОЧНЫХ СХЕМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНО - ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения высшего профессионального
образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2006

УДК 006.9 (07)
ББК 30.10 я 7
Т 66

Рецензент
доктор технических наук, профессор В.М. Кушнаренко

Третьяк, Л.Н.
Т66 Требования к поверке. Разработка локальных поверочных схем [Текст]: методические указания к лабораторно - практической работе /Л.Н. Третьяк. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006.-53 с.

В методических указаниях приведены общие сведения о поверке, ее видах и методах. Представлены основные нормативные, в том числе и международные документы, регламентирующие поверку как процедуру обеспечения единства измерений. Рассмотрены основные виды поверки, приведены отличия поверки от калибровки.

В практической части представлены примеры разработки локальной поверочной схемы, на базе существующей государственной для средств измерения геометрических величин. Приведены примеры проверки погрешности показаний как одного из этапов выполнения поверки.

Методические указания предназначены для студентов технических специальностей, изучающих дисциплины: «Метрология, стандартизация и сертификация», «Стандартизация и технические измерения». Методические указания могут быть полезны специалистам, связанным с проблемами обеспечения единства измерения на предприятии.

ББК 30.10 я 7

© Л.Н. Третьяк, Л.А. Карпенко, О.А. Иванова, 2006
© ГОУ ОГУ, 2006

Содержание

Введение.....	4
1 Цель работы.....	5
2 Общие сведения о поверке.....	6
2.1 Поверка и калибровка как процедуры метрологического контроля.....	6
2.2 Условия проведения поверки.....	10
2.3 Виды поверок.....	14
2.4 Отличия поверки от калибровки.....	21
3 Поверочные схемы.....	23
4 Методы поверки СИ.....	30
5 Порядок и примеры разработки локальных поверочных схем.....	35
6 Определение погрешности микрометра типа МК методом непосредственного сличения с ПКМ.....	39
7 Контрольные вопросы в тестовой форме.....	41
Список использованных источников.....	45
Предметный указатель.....	47
Приложение А - Способы графического изображения ступени передачи размера единицы.....	48
Приложение Б - Пример компоновки элементов государственной поверочной схемы.....	50
Приложение В - Пример оформления элементов поверочной схемы.....	51
Приложение Г - Аттестат №1 ФГУП ПО «Стрела» Подчиненный набор плоскопараллельных концевых мер длины.....	52
Приложение Д – Поверочная схема для средств измерений длины ФГУП ПО «Стрела». Плоскопараллельные концевые меры длины.....	53

Введение

Целью любого измерения является получения результата с требуемой степенью точности. Под результатом измерений понимается значение характеристики (или показателя), полученное выполнением регламентированного метода измерений.

Точность измерений, в свою очередь, в РМГ 29-99 [1] рассматривают как одну из характеристик качества измерения, отражающую близость к нулю погрешности результата измерения. Принято считать, что чем меньше погрешность измерения, тем больше его точность.

Уменьшение погрешности результата измерения возможно за счет соответствующего технического и организационного обслуживания средств измерений (СИ).

Поверку как метрологическую законодательно регламентированную процедуру обеспечения единства измерений рассматривают как основу для проверки метрологических характеристик СИ в процессе их изготовления и эксплуатации.

В Российской Федерации поверка как процедура подтверждения пригодности СИ к дальнейшему применению носит государственный характер и обязательна в сферах распространения Государственного метрологического контроля и надзора.

Качество выполняемых поверочных работ зависит от соблюдения ряда требований, прежде всего:

- применения государственных эталонов;
- выбора соответствующего метода поверки;
- квалифицированного аттестованного персонала;
- соблюдения условий проведения поверки.

В методических указаниях подробно и в сравнении изложены требования, предъявляемые к поверке и калибровке. Приведены основные международные законодательные документы, регламентирующие процедуру поверки.

Практическая часть работы рассмотрена на реальных примерах предприятия ФГУ ПО «Стрела», имеющего метрологическую службу, аккредитованную на проведение поверки и калибровки. Применительно к этому предприятию рассмотрены приведенные в работе локальные поверочные схемы.

1 Цель работы

Цель выполняемой работы включает в себя:

- приобретение навыков работы с НД, регламентирующими виды проверок, порядок проведения поверки, а также разработку поверочных схем;
- изучение методов передачи размера единицы физической величины;
- приобретение навыков разработки локальных поверочных схем (ЛПС) на примере СИ линейных величин.

1 Общие сведения о поверке

2.1 Поверка и калибровка как процедуры метрологического контроля

В нормативных документах [1,2,3], регламентирующих поверку как метрологическую процедуру обеспечения единства измерения (ОЕИ) приведены следующие ее определения:

- согласно РМГ 29-99 [1] **поверка средств измерений (СИ)** – это установление органом государственной метрологической службы (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям;

- в ПР 2.006-94 [2] **поверка средств измерений (СИ)** определяется как совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (другими уполномоченными органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия средств измерений установленным техническим требованиям.

Поверка СИ является важнейшей формой государственного метрологического надзора (Госнадзора) за метрологической базой СИ (ГОСТ 8.002-86 [3]).

Согласно закону “Об обеспечении единства измерения” (ОЕИ) [4] государственный метрологический контроль и надзор, осуществляемые с целью проверки соблюдения метрологических правил и норм, распространяются на:

- здравоохранение, ветеринарию, охрану окружающей среды, обеспечение безопасности труда;

- торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом, в том числе на операции с применением игровых автоматов и устройств;

- государственные учетные операции;

- обеспечение обороны государства;

- геодезические и гидрометеорологические работы;

- банковские, налоговые, таможенные и почтовые операции;

- производство продукции, поставляемой по контрактам для государственных нужд в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- испытания и контроль качества продукции в целях определения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов Российской Федерации;

- обязательную сертификацию продукции и услуг;

- измерения, проводимые по поручению органов суда, прокуратуры, арбитражного суда, государственных органов управления Российской Федерации;

- регистрацию национальных и международных спортивных рекордов.

Нормативными актами республик в составе Российской Федерации, автономной области, автономных округов, краев, областей, городов Москвы и Санкт-Петербурга государственный метрологический контроль и надзор могут быть распространены и на другие сферы деятельности [4].

Согласно международному документу МОЗМ №9 (Международная организация по законодательной метрологии) [25] *метрологический надзор* является метрологической, технической и другими видами деятельности, выполняемыми компетентными уполномоченными с целью определения согласия средств измерений, товаров, услуг и других объектов требованиям Закона о Метрологии или любому соответствующему законодательству.

Источниками информации для планирования деятельности во время метрологического надзора могут быть: заявление от различных органов и лиц; оценка риска; маркетинговый анализ; первичная и последующая поверка; информация от органов, осуществляющих процедуры оценки соответствия.

Обычно страны принимают и публикуют перечень средств измерений, которые требуются представлять к утверждению типа и первичной (или последующей) поверки, и/или взамен этого в зоне свободной торговли имеется гармонизированное законодательство. При необходимости сфера метрологического надзора может быть расширена, чтобы охватить некоторые виды средств измерений вообще и расфасованных товаров.

Метрологический контроль средств измерений включает:

- утверждение типа или образца;
- первичную поверку;
- последующую поверку;
- инспекцию или надзор за использованием средств измерений.

В схеме утверждения типа или образца одно или несколько средств измерений одного типа подвергаются строгим испытаниям, предписанным законом. Целью таких испытаний является обеспечение соответствия средств измерений данного типа установленным требованиям и пригодности их для использования в регулируемой законом области. Это означает, что будет обеспечено получение надежных результатов измерений в определенный период времени и при любых допустимых условиях эксплуатации. Утверждение типа обычно является задачей национального метрологического института или службы законодательной метрологии, в зависимости от порядка, установленного в стране. Если имеется Рекомендация МОЗМ, и если она применяется при утверждении типа, то, по просьбе производителя, может быть выдан Сертификат МОЗМ.

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС) в соответствии с законом «Об обеспечении единства измерений» разработал рекомендации по выбору перечня СИ, подлежащих поверке. Поверка производится в соответствии с нормативными документами, утверждаемыми по результатам испытаний для цели утверждения типа СИ [6]. В процессе утверждения типа СИ выбирается метод поверки и назначается межповерочный интервал не реже указанного в

нормативной документации (НД) календарного периода времени. Процедура утверждения типа СИ, так же как и поверка являются формой ГМК.

Результатом поверки является подтверждение пригодности СИ к применению или признание СИ непригодным к применению. Если конструкция СИ позволяет, то на него наносится оттиск поверительного клейма, в противном случае результаты поверки отмечаются в НД- выдается свидетельство о поверке. Порядок регистрации, оформления и выдачи результатов поверки («Свидетельство о поверки», «Извещение о непригодности», нанесение оттиска клейм или клейм виде наклейки со штрих-кодом (голограммы) по АИС «Метрконтроль») осуществляется в установленном порядке. Форма, размеры и порядок применения поверительных клейм установлены ПР 50.2.007-02.

Поверительное клеймо — знаки установленной формы, наносимые на СИ, признанные в результате их поверки годными к применению. Кроме этого термин «клеймо» трактуется как устройство для нанесения изображения, знака, оттиска и этот сам знак. Согласно закону РФ «Об обеспечении единства измерений» термин «поверительное клеймо» встречается несколько раз и всегда в значении знака, изображения, то есть отличного от трактования, приведенного в ПР 50.2.007—94. При этом, термин «оттиск» плохо соотносится с клеймами, наносимыми в виде наклеек. А международный словарь терминов в законодательной метрологии вообще рекомендует такие термины, как «знак поверки», «знак непригодности», «знак пломбирования», которые в настоящее время в российском действующем законодательстве в настоящее время отсутствует. В соответствии с ПР 50.2.007—2002 поверительные клейма могут содержать только идентификационный признак (например, серию и номер), если они используются совместно с автоматизированной информационной системой. При этом имеется ввиду, что информационная система должна позволять по известному идентификационному признаку однозначно устанавливать следующие сведения: условный шифр организации, осуществивший поверку; год поверки, а, в случае необходимости месяц или квартал; индивидуальный шифр или другие признаки, позволяющие определить лицо, выполнявшее поверку.

Правила использования и требования к поверительным клеймам также описаны в ПР 50.2.007—2002 [7]. Следует отметить, что клейма должны быть высокого качества, защищенными от фальсификации и сохранять свои свойства в течение всего межповерочного интервала. Это требование не может быть распространено на такие способы нанесения клейм, как пескоструйный, электрохимический или электрографический. Но при изготовлении клейм в виде наклеек производитель должен подтвердить их устойчивость к механическим повреждениям или таким агрессивным жидкостям как машинное масло, бензин, спирт.

Форма клейма и Свидетельства о поверке, порядок нанесения поверительного клейма устанавливает Госстандарт России (с 2002 года

Госстандарт переименован в федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (ФАТРИМ).

Правила изготовления, хранения и применения поверительных клейм представлены в ПР 50.2.007—2002 [7] и являются аналогичными, как и для других стран ближнего зарубежья, например, Белоруссии [24]. Поверительные клейма подразделяются на:

- 1) государственные (ЦСМ, ГНМЦ);
- 2) субъектов хозяйствования (МС юридического лица);
- 3) клейма-гасители;
- 4) знак поверки в виде наклейки.

Государственные поверительные клейма изготавливаются круглой формы. Эту форму клейма могут иметь и МС, имеющие разрешение Госстандарта на поверку СИ, подлежащих государственной поверке.

Клейма субъектов хозяйствования изготавливаются квадратной формы. Прямоугольная форма клейма указывает на проведение первичной поверки метрологической службой предприятий (при выпуске СИ из производства, находящихся в эксплуатации или после ремонта).

Клейма могут изготавливаться из следующих материалов: каучука (для манометров), стали (например, при нанесении ударным способом), цветных металлов (для пломб), ортофосфорной кислоты (при нанесении электрохимическим способом). Все разнообразие способов нанесения поверительных клейм в [7] сведено к следующим:

- ударный;
- давление на пломбу или специальную мастику;
- наклейка;
- электрографический;
- электрохимический;
- другие способы (пескоструйный, методом выжигания).

Государственные поверительные клейма должны содержать следующую информацию:

- 1) две последние цифры года применения клейма;
- 2) шифр регионального органа Госстандарта;
- 3) индивидуальный знак государственного поверителя.

Поверительные клейма субъектов хозяйствования содержат:

- 1) номер регистрационного удостоверения;
- 2) две последние цифры года применения клейма;
- 3) индивидуальный знак поверителя.

Остальные СИ подлежат калибровке. Согласно РМГ 29-99 [1] **калибровка** – это совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений.

Международный документ МОЗМ [26] дает следующее определение поверки:

Поверка средства измерений (VIML 2.13) - процедура (иная, нежели чем утверждение типа), которая включает проверку и последующую маркировку и/или выдачу свидетельства о поверке, которое удостоверяет и подтверждает, что средство измерений отвечает законодательным требованиям.

2.2 Условия проведения поверки

Поверку необходимо проводить при нормальных условиях, которые регламентирует ГОСТ 8.395-80 [9].

Нормальные условия следует нормировать совокупностью пределов нормальных областей влияющих величин с указанием, при необходимости, номинальных значений влияющих величин.

Нормальными условиями для определения основной погрешности поверяемого средства измерений следует считать условия, при которых составляющая погрешности поверяемого средства измерений от действия совокупности влияющих величин не превышает 35% предела допускаемой основной погрешности поверяемого средства измерений.

Выход аппаратурной (инструментальной) составляющей погрешности результата измерений других величин, определяемых при поверке в нормальных условиях, за пределы допускаемой основной погрешности средств их измерений от действия совокупности влияющих величин так же не должен быть более 35 % установленного предела допускаемой погрешности измерений. Или не превышать 50 % предела допускаемой основной погрешности применяемого эталонного (вспомогательного) средства их измерений, если его нормальные условия отличаются от установленных для поверяемого средства измерений.

Нормируемые в нормальных условиях пределы допускаемых погрешностей поверяемого средства измерений от действия любой влияющей величины следует выбирать из ряда 10, 15, 20 и 35 % предела допускаемой основной погрешности поверяемого средства измерений.

Предельные значения выхода аппаратурной составляющей погрешности измерений от действия любой влияющей величины за пределы основной погрешности применяемых образцовых (эталонных) и вспомогательных средств измерений других величин следует выбирать из ряда 15, 20, 30 и 50 % предела основной погрешности этих средств или 10, 15, 20, 35 % предела допускаемой погрешности измерений этими образцовыми (рабочими эталонными) и вспомогательными средствами при действии влияющих величин соответственно.

В случае если невозможно или нецелесообразно обеспечить нормальные условия, действительные значения или пределы действительных значений влияющих величин следует фиксировать при измерениях с целью приведения результатов измерения к нормальным условиям или информации о действительных условиях их выполнения.

Погрешность приведения результатов измерений к нормальным условиям не должна превышать 35 % предела допускаемой основной погрешности поверяемого средства измерений, погрешности измерений других величин или 50 % предела основной погрешности применяемых образцового (эталонного) и вспомогательного средств их измерений соответственно.

При выборе нормируемых пределов погрешность от действия влияющих величин может учитываться по следующей зависимости:

$$S_{\Sigma} = S \sqrt{(N - m) + B_1^2 + B_2^2 + \dots + B_m^2};$$

где S_{Σ} – средне квадратическое отклонение (с.к.о.) погрешности от действия совокупности влияющих величин;

S – с.к.о. погрешности от действия каждой из $(N-m)$ составляющих с весом, принимаемым за единицу;

N – число действующих некоррелированных влияющих величин;

m – число величин, оказывающее влияние на увеличение веса B_1, B_2, \dots, B_m .

При необходимости учета веса отдельной влияющей величины квадрат его значения добавляется к числу действующих влияющих величин, уменьшенному на единицу, а соответствующий нормируемый предел следует умножить на учитываемый вес. Веса влияющих факторов устанавливаются экспериментально.

При выполнении измерений в нормальных условиях приведение их результатов, фиксация действительных значений влияющих величин и введение поправок на воздействие влияющих величин не требуется.

Номинальные значения нормальных влияющих величин при разработке нормативно-технической документации на методы и средства поверки следует выбирать в соответствии с требованиями ГОСТ 8.395-80 [9] раздел 2, нормальные области влияющих величин - раздел 3.

В обоснованных случаях в нормативно-технической документации допускается устанавливать нормальные условия, отличающиеся от указанных в ГОСТ 8.395-80. Нормальные условия должны быть соблюдены в рабочем пространстве (рабочих пространствах).

2.2.1 Номинальные значения влияющих величин

Номинальные значения наиболее распространенных нормальных влияющих величин следует выбирать из таблицы 2.1[10].

Таблица 2.1- Номинальные значения нормальных влияющих величин

Влияющая величина		Значение, допускаемое к ограниченному применению в качестве номинального
Наименование	Номинальное значение	
Температура:		
К	293	273; 90; 4,2
°C	20	23; 25; 27
Атмосферное давление:		
кПа	101,3	100
Па	-	101325
мм рт. ст.	760	750
Относительная влажность,		
%	60	0, 55; 58; 65

Кроме величин, указанных в таблице 2.1, допускается нормировать номинальные значения других влияющих величин. Допускается устанавливать также интегральные характеристики (например, параметры вибрации, показатели преломления нормального воздуха или его плотность).

Номинальные значения магнитной индукции (напряженности магнитного поля) и напряженности электростатического поля должны соответствовать характеристикам поля Земли в данном географическом районе (кроме районов магнитных аномалий).

Номинальное значение нормальной влияющей величины, кроме величин по п. 2.2.1 должно быть единым для конкретной области измерений.

2.2.2 Общие требования к помещениям поверочных подразделений.

1 Помещения поверочных подразделений МС и их оборудование должны соответствовать требованиям НД, действующим строительным и санитарным нормам. Помещения должны быть сухими, чистыми и изолированными от производственных участков, откуда могут проникать пыль, агрессивные пары и газы. Через помещения не должны проходить паро-газопроводные и фановые трубы. Отопление помещений должно быть калориферным.

2 Поверочные помещения размещаются в специальном здании, на 1-2 этажах общего здания или в помещениях, расположенных вдали от высоковольтных линий электропередач, контактной электросети, электротранспорта (электрички, трамвай, троллейбус), источников вибрации, шума (не более 90 дБ), радиопомех (электросварочного и другого

высокочастотного электрооборудования). Поверочные помещения не следует размещать вблизи объектов, создающих сильные магнитные или высокочастотные поля (преобразовательные станции, установки индукционного нагрева и т.д.). Допускаемый уровень помех устанавливается НД на соответствующие методики поверки.

3 При размещении поверочного оборудования рекомендуется соблюдать следующие нормы: ширина проходов должна быть не менее 1,5 м; ширина незанятого пространства около отдельных поверочных установок, компонентов средств поверки или стационарных их элементов – не менее 1 м; расстояние от шкафов и столов, где размещаются СИ до стен и отопительных систем должно составлять не менее 0,2 м; расстояние между рабочими столами, если за столом работает один поверитель, должно составлять не менее 0,8 м; а если за столом работают два поверителя – не менее 1,5 м. При определении площади помещений исходят из расчета 10-12 м² на одного работающего. В случае одновременного обслуживания 2-3 установок исходят из расчета 4-6 м² на одну установку.

4 В поверочных помещениях должна поддерживаться постоянная температура воздуха +20⁰С и относительная влажность (60± 15)%. Допускаемые отклонения устанавливаются в соответствии с НД методики поверочных работ. Если отклонение от нормальной температуры (20⁰С) не должно превышать (± 3⁰С), тогда в помещениях устанавливают терморегулирующие устройства.

5 Коэффициент естественной освещенности на поверхности стола поверителя допускается в пределах 1-1,5. Освещенность на уровне рабочего места должна быть не менее 300 Люкс. Свет должен быть рассеянным не давать бликов, для чего на окнах должны быть шторы. Окна в помещениях, где поверяют СИ линейно-угловых величин, массы, объема и расхода жидкостей и газов, рекомендуется располагать на северной стороне здания. Рекомендуется, чтобы искусственное освещение поверочных помещений, к которым не предъявляются особых требований, было люминесцентным, рассеянным. В помещениях, где поверяются стробоскопические СИ, применяют для освещения лампы накалывания.

6 Стены помещения на $\frac{3}{4}$ их высоты окрашивают масляной краской светлых тонов, а на остальную часть стен и потолков наносят белую прозрачную краску под протирку. Полы помещений, при отсутствии специальных требований, рекомендуется покрывать линолеумом, ренином или пластиком. В помещениях для особо точных измерений необходимо производить развязку полов от стен помещения.

7 Операции, связанные с применением агрессивных, токсичных или взрывоопасных веществ или с подготовкой СИ к поверке (расконсервация, очистка и т.д.) рекомендуется проводить в специальных помещениях. Рабочие места в этих помещениях оборудуют вытяжными шкафами, местными отсосами и другими устройствами для удаления вредных и огнеопасных жидкостей, паров и газов.

8 Для ослабления электромагнитных полей необходимо экранировать поверочные помещения с помощью металлических листов или сеток. Толщину листа определяют по зависимости

$$\delta = \frac{bL}{\sqrt{f}};$$

где b – коэффициент затухания;

L - мощность затухания, дБ;

f - частота электромагнитного поля, Гц.

Затухания колебаний при экранировании помещений сетками зависит от шага сетки, диаметра проволоки, длины волны и угла падения.

По степени ослабления электромагнитной энергии экранирование помещения подразделяется на 4 класса: 1 класс - 80 ÷ 140 дБ; 2 класс - 60 ÷ 80 дБ; 3 класс - 30 ÷ 60 дБ; 4 класс – менее 30дБ. Строительные материалы (бетон, кирпич, силикатные блоки) обеспечивают ослабление электромагнитной энергии на 10 – 20 дБ. Конструктивные особенности каждого класса экранированных помещений:

- 1 класс – имеет замкнутый, сложный экран из листового металла без окон и смотровых щелей, с двойными экранированными дверями с блокировкой, позволяющей держать открытой только одну дверь. При условии невозможности выключить прибор или установку следует применять третью дверь с блокировкой. Излучения, проникающие через различные технологические отверстия, ослабляются фильтрами, диафрагмами и ловушкам;

- 2 класс – сплошной экран, имеется только одна дверь, а при невозможности выключать оборудование – две двери;

- 3 класс – имеет одну дверь. Если оборудование работает на постоянной частоте, то допускается применять для экрана двойную металлическую сетку;

- 4 класс – экранирование осуществляется металлической сеткой. Допускается наличие окон, смотровых отверстий и дверей, закрытых сеткой или металлизированным стеклом.

9 В поверочных помещениях должна быть шина заземления, умывальник с горячей и холодной водой и полотенце.

2.3 Виды проверок

До 1993 года существовало две основных структуры, имеющие право проводить проверку: государственная и ведомственная МС. Проверку тогда разделяли на государственную и ведомственную. В настоящее время право проверки принадлежит органам ГМС и аккредитованным МС юридических лиц.

С введением закона «О техническом регулировании» (ТР) приоритет метрологии и проверки возрастает. Согласно требованиям (МОЗМ), проверка должна быть только внешней: то есть, МС юридического лица, владеющая

рабочими средствами измерений (РСИ), не должна осуществлять их поверку, даже если она аккредитована на право поверки.

Под РСИ в РМГ 29-99 [1] понимают средство измерений, предназначенное для измерений, не связанных с передачей размера единицы другим средствам измерений.

Директива 71/316/ЕЭС, согласно [26], которая содержит требования ко всем категориям средств измерений, а также охватывает требования к конкретным СИ и обеспечивает базу для гармонизации.

СИ, на которые выданы сертификат ЕЭС об утверждении типа и сертификат ЕЭС о первичной поверке, могут быть поставлены на рынок и использоваться всеми странами-членами ЕЭС без проведения дальнейших испытаний или утверждения типа.

Важным шагом по развитию общих европейских требований явилось недавнее введение Директивы на средства измерений (MID). Целью MID является ограничение технических барьеров в торговле и регулировании рынка, а также установление единых требований при использовании следующих типов средств измерений:

- счетчики воды;
- измерительные системы для жидкостей, кроме воды;
- автоматические взвешивающие устройства;
- газовые счетчики;
- счетчики электрической энергии и измерительные трансформаторы;
- материальные меры (длина и емкость);
- теплосчетчики;
- анализаторы выхлопных газов;
- геометрические измерительные приборы.

Кроме рассмотренных выше правил [2], организацию и проведение поверки СИ регламентируют ГОСТ 8.002-86 [3], ГОСТ 8.513-84 [5].

Государственную поверку осуществляют территориальные органы Госстандарта (метрологические институты, центры стандартизации и метрологии).

Государственной поверке подлежат СИ, принадлежащие органам государственной метрологической службы (ГМС), применяемые в качестве технических средств ОЕИ при проведении государственных испытаний и метрологической аттестации, градуировке и поверке на предприятиях. Государственной поверке так же подлежат РСИ, применяемые для учета материальных ценностей, топливно-энергетических средств, в торговле и медицине, при экспертизах по требованию судебных органов.

Эталоны органов ГМС подвергаются поверке государственными научными метрологическими центрами (ГНМЦ).

Согласно международному документу МОЗМ МД 1 [25] система национальных эталонов создается для поддержания и распространения узаконенных единиц, для удовлетворения потребностей страны. Национальные эталоны являются частью национальной метрологической инфраструктуры. В случае если они сами являются первичными эталонами, независимо

реализующими узаконенные единицы, то они должны регулярно сличаться с другими национальными первичными эталонами. В случае если страна не имеет первичных эталонов во всех областях, то эти национальные эталоны для реализации определения единиц должны быть прослеживаемыми через первичные эталоны другой страны. Национальные эталоны во всех случаях должны быть самыми точными эталонами страны.

Система национальных эталонов должна, по мере необходимости, включать систему стандартных образцов.

Для применения любых законов и предписаний, касающихся требований к измерениям, к фасованным товарам в упаковках и к средствам измерений прослеживаемость к СИ должна быть затребована и может быть получена:

- либо через систему национальных эталонов и аттестованных стандартных образцов;

- либо через признанные национальные эталоны или аттестованные стандартные образцы других стран, когда уровень неопределенности системы национальных эталонов недостаточен или когда эта система не охватывает рассматриваемую величину.

Национальные эталоны, которые сличаются через определенные промежутки времени с международными эталонами более высокой точности, служат в качестве базы для приписывания значений физической величины другим эталонам. Хранителем национальных эталонов обычно является лаборатория, которая может быть национальным метрологическим институтом, национальным бюро эталонов или национальным бюро мер и весов. Национальные эталоны не эксплуатируются каждый день. Они используются для калибровки вторичных эталонов страны, которые обычно применяются для калибровки рабочих эталонов. Рабочие эталоны используются национальными службами законодательной метрологии или калибровочными лабораториями для поверки или калибровки материальных мер или средств измерений, используемых в торговле или промышленности.

Эталоны, упомянутые выше, представляют собой схему соподчинения эталонов от верхнего звена - международного эталона до нижнего звена - рабочего эталона. Общие требования к точности эталонов отсутствуют. Рабочий эталон в одном месте, может быть достаточно хорошим, чтобы служить в качестве вторичного эталона, или даже национального эталона в другом месте.

Целью создания схемы соподчинения эталонов является обеспечение прослеживаемости измерений, выполняемых в стране. Прослеживаемость, как определено в Международном словаре основных и общих терминов по метрологии, это свойство результата измерения или значения эталона, заключающееся в возможности установления его связи с соответствующими эталонами, обычно международными или национальными, посредством непрерывной цепи сличений, имеющих установленные неопределенности.

По решению Госстандарта России право поверки средств измерений может быть предоставлено аккредитованным метрологическим службам

юридических лиц. Деятельность этих метрологических служб осуществляется в соответствии с действующим законодательством и нормативными документами по обеспечению единства измерений ФАТРИМа (Госстандарта) России. Поверочная деятельность, осуществляемая аккредитованными метрологическими службами юридических лиц, контролируется органами Государственной метрологической службы по месту расположения этих юридических лиц. Также поверка средств измерений осуществляется физическим лицом, аттестованным в качестве поверителя в порядке, устанавливаемом ФАТРИМом (Госстандартом) России.

Номенклатура СИ, подлежащих поверке, утверждается ФАТРИМом (Госстандартом), именно она и образует сферу деятельности государственного метрологического контроля и надзора (ГМК и Н).

Конкретная номенклатура СИ устанавливается МС юридического лица и территориальными органами Госстандарта. В настоящее время деление поверки на государственную и ведомственную условное.

От этапа работы СИ различают первичную, периодическую, внеочередную (непериодическую).

Первичная поверка, согласно [1,2] выполняется при выпуске средства измерений из производства или после ремонта, а также при ввозе средства измерений из-за границы партиями, при продаже и распространяется на средства измерений утвержденных типов. МС юридического лица, проводящая поверку и ремонт СИ должна иметь лицензию на этот вид деятельности. Первичной поверке могут не подвергаться средства измерений при ввозе по импорту на основании заключенных международных соглашений (договоров) о признании результатов поверки, произведенной в зарубежных странах. Первичной поверке подлежит, как правило, каждый экземпляр средств измерений. Допускается выборочная поверка.

Первичную поверку органы Государственной метрологической службы могут производить на контрольно-поверочных пунктах, организуемых юридическими лицами, выпускающими и ремонтирующими средства измерений.

Периодическая поверка - поверка средств измерений, находящихся в эксплуатации или на хранении, выполняемая через установленные межповерочные интервалы времени [1].

Периодическая поверка проводится при эксплуатации и хранении СИ через определенные межповерочные интервалы, установленные при проведении ГПИ или при их метрологической аттестации на основе показателей надежности.

Межповерочные интервалы (МПИ) для СИ, подлежащих поверке, устанавливают в ТУ на эти СИ и могут быть изменены согласно методических указаний (МУ) по их расчету. Допускаются более короткие МПИ с учетом интенсивности эксплуатации СИ и требованиям точности измерения изделий.

Конкретные перечни средств измерений, подлежащих поверке, составляют юридические и физические лица - владельцы средств измерений. Перечни средств измерений, подлежащих поверке, направляют в органы ГМС.

Органы ГМС в процессе осуществления государственного надзора за соблюдением метрологических правил и норм контролируют правильность (полноту перечней СИ, включенных в графики поверки) составления перечней средств измерений, подлежащих поверке.

Периодическую поверку должен проходить каждый экземпляр средств измерений. СИ, находящиеся на длительном хранении, срок которого превышает межповерочный интервал (МПИ), не подвергают периодической поверке при соблюдении требований к их консервированию и хранению.

МПИ называется промежуток времени или наработка между двумя последовательными поверками СИ. По порядковому номеру поверки сначала эксплуатации различают 1-й МПИ, 2-й МПИ и т.д.[20].

При определении МПИ для совокупностей однотипных СИ, как правило, назначают единый МПИ для всех СИ, вне зависимости от их возраста и порядкового номера поверки. Первичное значение МПИ определяется разработчиком СИ, вносится в эксплуатационную документацию и утверждается при проведении сертификации /государственных приемочных испытаний типа/. В процессе эксплуатации оно корректируется организациями, осуществляющими поверку СИ, с учетом результатов поверок.

МПИ устанавливают в календарном времени для СИ, изменение метрологических характеристик, которых обусловлено старением (то есть зависит от эксплуатации СИ), и в значениях наработки для СИ, изменение метрологических характеристик, которых является следствием износа элементов СИ (зависящего от интенсивности эксплуатации). Их значения целесообразно выбирать в месяцах (эксплуатации или наработки) из ряда: 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 15; 18; 21; 24; 30 и так далее через 6 месяцев [20].

Периодическую поверку средств измерений, предназначенных для измерения (воспроизведения) нескольких величин или имеющих несколько диапазонов измерений, но используемых для измерения (воспроизведения) меньшего числа величин или на меньшем числе диапазонов измерений, допускается на основании решения Главного метролога или руководителя юридического лица производить только по тем требованиям нормативных документов по поверке, которые определяют пригодность средств измерений для применяемого числа величин и применяемых диапазонов измерений. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах на СИ. Результаты периодической поверки действительны в течение межповерочного интервала.

Органы ГМС и юридические лица обязаны вести учет результатов периодических поверок и разрабатывать рекомендации по корректировке межповерочных интервалов с учетом специфики их применения.

Корректировка межповерочных интервалов проводится органом ГМС по согласованию с метрологической службой юридического лица. В тех случаях, когда согласие сторон не достигнуто, результаты исследований, позволяющие вынести заключение об изменении межповерочных интервалов, передаются в государственные научные метрологические центры, которые дают соответствующее заключение.

Периодическая поверка может производиться на территории пользователя, органа ГМС или юридического лица, аккредитованного на право поверки. Место поверки выбирает пользователь средств измерений, исходя из экономических факторов и возможности транспортировки поверяемых средств измерений и эталонов.

Внеочередная поверка - поверка средства измерений, проводимая до наступления срока его очередной периодической поверки (по РМГ 29-99 [1]).

Внеочередную поверку согласно [2] проводят при необходимости подтверждения исправности СИ, при повреждении поверительного клейма, пломбы или утраты документов, подтверждающих прохождение СИ периодической поверки (сроки ее проведения назначаются независимо от сроков периодических поверок).

Внеочередную поверку производят при эксплуатации (хранении) СИ при:

- повреждении знака поверительного клейма, а также в случае утраты свидетельства о поверке;
- вводе в эксплуатацию СИ после длительного хранения (более одного межповерочного интервала);
- проведении повторной юстировки или настройки, известном или предполагаемом ударном воздействии на СИ или неудовлетворительной работе прибора;
- продаже (отправке) потребителю СИ, не реализованных по истечении срока, равного половине межповерочных интервалов на них;
- применении СИ в качестве комплектующих по истечении срока, равного половине межповерочных интервалов на них;

Внеочередные поверки в зависимости от характера проверки бывают инспекционные и экспертные [1]:

- **инспекционная поверка** - поверка, проводимая органом государственной метрологической службы при проведении государственного надзора за состоянием и применением средств измерений [2].

Инспекционную поверку можно производить не в полном объеме, предусмотренном методикой поверки. Инспекционная поверка проводится для выявления метрологической исправности СИ, находящихся в обращении; при проведении метрологической ревизии в организациях, учреждениях и торговых организациях, на складах и базах снабжения.

Если по результатам поверки СИ признаны непригодными к применению, то они к дальнейшей эксплуатации не допускаются. При этом поверительные клейма (голограммы) погашаются, а в паспорте или свидетельстве на прибор делается соответствующая запись;

- **экспертная поверка** проводится при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам (МХ), исправности СИ и пригодности их к использованию. Ее проводят органы ГМС по письменному требованию заинтересованных лиц [2].

Экспертную поверку производят органы Государственной метрологической службы по письменному требованию (заявлению) суда, прокуратуры, милиции, государственного арбитража, по письменному заявлению юридических и физических лиц при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности СИ и пригодности СИ к применению и по правильности эксплуатации средств измерений. В заявлении должны быть указаны предмет, цель экспертной поверки и причина, вызвавшая ее необходимость.

При осуществлении экспертной поверки СИ в необходимых случаях могут присутствовать заявитель и представители заинтересованной стороны. По результатам экспертной поверки составляют заключение, которое утверждает руководитель органа Государственной метрологической службы, и направляют его заявителю. Один экземпляр заключения должен храниться в органе Государственной метрологической службы, проводившем экспертную поверку. При экспертной поверке, производимой по требованию следственных и судебных органов, заключение оформляют в соответствии с требованиями этих органов.

Порядок представления СИ на поверку устанавливает Госстандарт России. Поверка проводится в соответствии с методиками, требования к которым изложены в МИ 187—86 и МИ 188—86. Экспертная поверка включает следующее:

- установление периодичности работ (определение межповерочных интервалов);
- разработку и документирование методик проведения работ в соответствии с инструкцией РД 50—660—88;
- ведение соответствующих протоколов, отражающих результаты проведенных работ;
- организацию хранения и использования документации по поверке СИ.

В зависимости от степени сложности СИ в РМГ 29-99 поверки, проводимые для них разделены на комплектные и поэлементные.

- **комплектная поверка** - поверка, при которой определяют метрологические характеристики средства измерений, присущие ему как единому целому.

- **поэлементная поверка** - поверка, при которой значения метрологических характеристик средств измерений устанавливаются по метрологическим характеристикам его элементов или частей.

Следует заметить, что поэлементную поверку обычно проводят для измерительных систем или измерительных установок, когда неосуществима комплектная поверка.

Средства измерений должны представляться на поверку по требованию органа Государственной метрологической службы расконсервированными, вместе с техническим описанием, инструкцией по эксплуатации, методикой поверки, паспортом или свидетельством о последней поверке, а также необходимыми комплектующими устройствами.

Согласно международным требованиям [24] поверку делят на первичную и последующую.

Первичная поверка (VIML 2.15) - поверка средства измерений, ранее не проходившего поверку. Согласно закону каждое такое средство измерений, которое предназначено для применения в области законодательного контроля, должно быть поверено и на него нанесено поверительное клеймо перед вводом его в эксплуатацию или до продажи пользователю. Обычно требования к точности при первичной поверке более строгие, чем при проведении последующих поверок или инспекции. Проведение первичной поверки обычно возлагается службу законодательной метрологии или другие уполномоченные органы. В Европейском Союзе ответственность за первичную поверку некоторых типов средств измерений несет производитель, например, за неавтоматические весоизмерительные приборы.

Последующая поверка (VIML 2.16) - любая поверка средства измерений после предыдущей поверки, которая включает:

- обязательную периодическую поверку;
- поверку после ремонта.

Примечание.

Последующая поверка средства измерений может быть выполнена до окончания срока действия предыдущей поверки или по просьбе пользователя (владельца) или после заявления, что поверка больше не действительна.

2.4 Отличия поверки от калибровки

В сферах деятельности, где ГМК и Н не являются обязательными, для обеспечения метрологической исправности СИ применяется калибровка.

Для проведения калибровочных работ создана Российская система калибровки (РСК) – совокупность субъектов деятельности и калибровочных работ, направленных на обеспечение единства измерений и действующая на основе установленных требований к организации и проведению калибровочных работ.

Деятельность РСК регулируется правилами ПР 50.2.016-94 «ГСИ. РСК. Требования к выполнению калибровочных работ» и ПР 50.2.017-95 «ГСИ. Положения о Российской системе калибровки».

Метрологические и законодательные (процедурные) отличия, кроме перечисленных выше, сведены в таблицу 2.2

Таблица 2.2 – Отличия поверки от калибровки

Поверка	Калибровка
<p>1 Поверке подвергают средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору. Поверку исходных эталонов органов государственной метрологической службы и уникальных средств измерений (которые не могут быть поверены этими органами) осуществляет ГНМЦ (по специализации).</p> <p>2 Результаты поверки средств измерений, признанных годными к применению, оформляют выдачей <i>свидетельства о поверке</i>, нанесением <i>поверительного клейма</i> или иными способами, установленными нормативными документами по поверке. Другими официально уполномоченными органами, которым может быть предоставлено право проведения поверки, являются аккредитованные метрологические службы юридических лиц.</p> <p>3 Поверку проводят в соответствии с обязательными требованиями, установленными нормативными документами по поверке и ТУ на изготовление. Недопустимо сокращение параметров СИ, подлежащих поверке.</p>	<p>1 Калибровке могут подвергаться средства измерений, не подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору.</p> <p>2 Результаты калибровки средств измерений удостоверяются <i>калибровочным знаком</i>, наносимым на средства измерений, или <i>сертификатом о калибровке</i>, а также записью в эксплуатационных документах. Сертификат о калибровке представляет собой документ, удостоверяющий факт и результаты калибровки средства измерений, который выдается организацией, осуществляющей калибровку.</p> <p>Результаты калибровки позволяют определить действительные значения измеряемой величины, показываемые средством измерений, или поправки к его показаниям, или оценить погрешность этих средств. При калибровке могут быть определены и другие метрологические характеристики.</p> <p>3. СИ, не прошедшие калибровку, могут применяться для внутренних целей предприятия (организации) с внесением поправок в показания.</p>

Вопросы для самопроверки

- 1 Что вы понимаете под поверкой СИ?
- 2 Что является результатом поверки?
- 3 Дайте определение поверительного клейма.
- 4 Что вы понимаете под калибровкой?
- 5 Перечислите номинальные значения нормальных влияющих величин, которые необходимо соблюдать при поверке.
- 6 Какие виды поверок вы знаете?
- 7 В каких случаях проводят первичную, периодическую, внеочередную поверку?
- 8 Какие разновидности внеочередной поверки вы знаете?

2 Поверочные схемы

Поверочные схемы нормируют последовательность передачи размера единицы физической величины в процессе поверки (калибровки).

Поверочная схема (ПС) - нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерений, участвующих в передаче размера единицы от эталона рабочим средствам измерений (с указанием методов и погрешности при передаче) [1].

Поверочные схемы устанавливают систему передачи размера единицы физической величины (далее - единицы) от государственного эталона или исходного образцового (эталонного) средства измерения рабочим средствам измерений [8].

Создание и реализацию поверочных схем регламентирует ГОСТ 8.061-80[8].

Поверочные схемы необходимо рассматривать:

- как один из главных объектов метрологии, так как разработка и реализация ПС – одна из основных функций метрологической службы (МС).
- как руководящий принцип организации и управления деятельностью МС.

Поверочные схемы в зависимости от области распространения подразделяют на следующие виды:

- **государственная поверочная схема (ГПС)** - поверочная схема, распространяющаяся на все средства измерений данной физической величины, имеющиеся в стране.

- **локальная поверочная схема (ЛПС)** - поверочная схема, распространяющаяся на средства измерений данной физической величины, применяемые в регионе, отрасли, ведомстве или на отдельном предприятии (в организации).

Государственную поверочную схему разрабатывают в качестве государственного стандарта “Государственная система обеспечения единства измерений”. Государственный первичный (специальный) эталон и государственная поверочная схема для средств измерений. В случае если государственная поверочная схема возглавляется комплексом образцовых средств измерений, ее утверждают в качестве государственного стандарта “Государственная система обеспечения единства измерений”. Государственная поверочная схема для средств измерений”.

Государственные поверочные схемы для средств измерений физической величины разрабатывает главный центр государственных эталонов, являющийся хранителем государственного эталона единицы этой величины (в случае отсутствия государственного эталона - центр, головной в данной области измерений).

Главный центр государственных эталонов может привлекать к разработке государственных поверочных схем в качестве соисполнителя головные (базовые) организации метрологических служб министерств (ведомств).

Локальные поверочные схемы не должны противоречить государственным поверочным схемам для средств измерений тех же физических величин. В локальных поверочных схемах допускается указывать конкретные типы (экземпляры) средств измерений.

Локальную поверочную схему разрабатывают в качестве нормативно-технического документа предприятия (организации). Разработанная ЛПС должна быть согласована с территориальным органом ФАТРИМа и утверждена в соответствии в установленном порядке. Допускается локальную поверочную схему разрабатывать в виде стандарта предприятия (организации). Также локальные поверочные схемы разрабатывают подразделения государственной метрологической службы, проводящие поверку. Поверочная схема составляется, если она включает в себя не менее двух ступеней передачи размера единицы. Пример компоновки ПС представлен в приложении А.

Разработка государственной поверочной схемы должна сопровождаться научно-техническим обоснованием оптимальности структуры поверочной схемы (виды вторичных эталонов, число разрядов образцовых средств измерений и др.) с учетом:

- оптимальных соотношений погрешностей поверяемого и образцового средств измерений;
- допускаемой вероятности признания годным метрологически неисправного средства измерений;
- допускаемого отношения числа метрологически исправных, но забракованных средств к общему числу метрологически исправных средств и др.

Государственные поверочные схемы не должны противоречить международным поверочным схемам, принятым в России, являющейся правопреемницей бывшей СССР. Поверочная схема устанавливает передачу размера единиц одной или нескольких взаимосвязанных физических величин. Поверочную схему для средств измерений одной и той же величины, существенно отличающихся по диапазонам, условиям применения и методам поверки, а также для средств измерений нескольких физических величин допускается подразделять на части.

Чертеж поверочной схемы должен состоять из полей, расположенных друг под другом и разделенных штриховыми линиями. Поля должны иметь наименования:

- "Эталоны" или "Государственный эталон" (если вторичные эталоны отсутствуют);
- "Образцовые средства измерений (ОСИ) n-го разряда" (для каждого разряда - отдельное поле), в настоящее время в целях упорядочения терминологии Законом «Об обеспечении единства измерений» ОСИ заменены на разрядные эталонные средства (ЭСИ);
- "Образцовые средства измерений, заимствованные из других государственных поверочных схем";
- "Рабочие средства измерений".

Локальную поверочную схему возглавляют образцовые средства измерений (вторичный эталон) верхнее поле ее чертежа должно иметь наименование "Исходные образцовые средства измерений ("Эталоны").

Число полей зависит от структуры поверочной схемы. Наименования полей указывают в левой части чертежа, отделенные вертикальной сплошной линией. В верхнем поле чертежа государственной поверочной схемы, возглавляемой государственным эталоном, указывают наименования эталонов в порядке их соподчиненности. В верхнем поле чертежа ведомственной (локальной) поверочной схемы указывают наименование эталона или образцовых (эталонных) средств измерений. Для средств измерений производных величин, единицы которых воспроизводят методом косвенных измерений, указывают наименования образцовых (эталонных) средств измерений, применяемых для воспроизведения данной единицы, заимствованных из других государственных поверочных схем. Наименования этих образцовых (эталонных) средств измерений сопровождают ссылками на соответствующие поверочные схемы. Под наименованиями эталонов и образцовых (эталонных) средств измерений указывают номинальные значения или диапазоны значений физических величин и значения их погрешностей. Под полем эталонов располагают поле образцовых (эталонных) средств измерений 1-го разряда и далее поля образцовых средств измерений последующих разрядов. В поверочных схемах, в которых должна быть показана передача размера единицы от образцовых (эталонных) средств измерений, заимствованных из других поверочных схем, наименования этих образцовых (эталонных) средств измерений должны быть помещены в специально отведенном для них поле. Разряды образцовых (эталонных) средств измерений, указываемые в ведомственных и локальных поверочных схемах, должны соответствовать разрядам, присвоенным этим средствам в государственных поверочных схемах. Под наименованиями образцовых (эталонных) средств измерений указывают диапазоны измерений и значения погрешностей средств измерений.

Под полем образцовых (эталонных) средств измерений нижнего разряда помещают поле рабочих средств измерений. В нем располагают по возможности слева направо в порядке возрастания погрешности группы рабочих средств измерений, поверяемых по образцовым (эталонным) средствам измерений одного наименования. Для каждой группы указывают вид, диапазон измерений и значения погрешности средств измерений.

Погрешности образцовых (эталонных) средств измерений следует характеризовать пределом допускаемой погрешности средств измерений (Δ - для абсолютной, Δ_0 - для относительной формы), либо доверительной погрешностью средства измерений (δ - для абсолютной, δ_0 - для относительной формы) при соответствующей доверительной вероятности. Для каждой поверочной схемы доверительную вероятность принимают единой и выбирают из ряда: 0,90; 0,95; 0,99.

Наименования средств измерений, их номинальные значения или диапазоны значений физических величин и погрешности, указываемые в поверочной схеме, должны соответствовать:

- для эталонов - установленным в результате их утверждения в соответствии с требованиями ГОСТ 8.372-80;
- для образцовых (эталонных) средств измерений - указанным в государственных стандартах, устанавливающих технические требования, или свидетельствах об их метрологической аттестации;
- для рабочих средств измерений - установленным в государственных стандартах технических требований (технических условиях) на эти средства.

При указании метода поверки допускается в текстовой части документа отражать специфику поверки средств измерений.

Согласно РМГ 29-99 под **методом измерения** понимают прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.

Разновидности методов поверок СИ рассмотрены ниже (в разделе 3). Если при поверке проводят градуировку средств измерений, это указывают в тексте. Под наименованием метода поверки указывают допускаемое значение погрешности метода поверки. Способы графического изображения ступени передачи размера единицы указаны в таблице 3.1.

Наименование государственного эталона заключают в прямоугольник, образованный двойной линией. Наименования вторичных эталонов (эталон-копий, эталонов сравнения, рабочих эталонов), а также образцовых и рабочих средств измерений заключают в прямоугольники, образованные одинарной линией.

Таблица 3.1- Пример графического изображения ступени передачи

Описание	Поверочная схема
От эталона 1 методом 3 или эталона 2 методом 4 объектам поверки 5 и 6	<p>The diagram illustrates a calibration hierarchy. At the top level, two primary standards are shown as double-lined rectangles labeled '1' and '2'. Below them are two secondary standards shown as single-lined circles labeled '3' and '4'. Lines connect '1' to '3' and '2' to '4'. From '3' and '4', lines converge to a central point, from which two lines descend to two single-lined rectangles labeled '5' and '6', representing the objects of measurement.</p>

Текстовая часть схемы состоит из вводной части и пояснений к элементам поверочной схемы, несущим дополнительную информацию. Вводная часть охватывает назначение ГПЭ и ГПС, основные МХ эталона и порядок передачи размера единицы физической величины от первичного эталона при помощи вторичных (разрядных) эталонов и образцовых (эталонных) СИ рабочим средствам.

В тексте приводится научно-техническое обоснование поверочных схем с позиций оптимальности структуры схемы, т.е. образцовых (эталонных) СИ, числа ступеней передачи размера и др. Это обоснование должно проводиться с учетом следующего:

- 1) оптимальных соотношений погрешности поверяемого и образцового СИ;
- 2) допускаемой вероятности признания годным метрологически неисправного СИ;
- 3) допускаемого отношения числа метрологически исправных, но забракованных СИ к общему числу метрологически исправных СИ.

Далее в текстовой части приводятся разделы эталонов, образцовых СИ, рабочих СИ. Каждый раздел начинается с перечня СИ, которые могут быть использованы как эталонные и образцовые. Указываются МХ, доверительные вероятности при определении погрешностей. Приводятся наименования СИ, которые могут быть поверены эталонами или образцовыми СИ с указанием метода поверки и его погрешности.

Графическая часть поверочной схемы должна состоять из нескольких горизонтальных полей, соответствующих ступеням передачи размера единицы физической величины от государственного эталона к рабочим СИ. В левой части чертежа указывается наименование полей (эталонные, образцовые (эталонные) СИ 1 разряда, СИ 2 разряда и т.д., рабочие СИ). В верхнем поле чертежа поверочной схемы указываются наименования эталонов в порядке их соподчиненности. Под полем эталонов располагается поле образцовых (эталонных) СИ 1 разряда, 2 разряда и т.д. Под полем образцового (эталонного) СИ низшего разряда помещаются поля рабочих СИ, слева направо в порядке убывания точности: наивысшей, высшей, высокой, средней и низшей точности.

Наименования эталонов, образцовых и рабочих СИ заключают в прямоугольники с указанием номинальных значений или диапазонов измерений и погрешностей. Наименование методов поверки заключают в круги или горизонтальные овалы, которые располагаются между прямоугольниками с наименованием СИ. Здесь же указывается допускаемая погрешность метода поверки.

Метрологические характеристики (МХ) средств измерений в схемах должны быть представлены следующим образом:

- 1) погрешности эталонов по ГОСТ 8.057-80:
 - а) неисключенной систематической погрешностью;
 - б) случайной погрешностью;
 - в) нестабильностью;
- 2) погрешности образцовых (эталонных) СИ, выраженные:
 - а) пределом допускаемой погрешности (Δ , Δ_0 - соответственно для абсолютной и относительной формы);
 - б) доверительной погрешностью (δ , δ_0 - соответственно для абсолютной и относительной формы);
- 3) погрешность рабочих СИ, выражающаяся пределом допускаемой погрешности.

Наименования средств измерений, их номинальные значения и диапазоны значений физических величин, погрешности в поверочных схемах должны соответствовать стандартам и техническим условиям.

Методы поверки на схемах должны соответствовать одному из следующих общих методов:

- 1) непосредственное сличение (без средств сравнения);
- 2) сличение при помощи компаратора или других средств сравнения;
- 3) поверка СИ по образцовой мере путем измерения им величины, воспроизведенной мерой;
- 4) прямое измерение образцовым (эталонным) СИ величины воспроизводимой подвергаемой поверке мерой;
- 5) косвенное измерение величины воспроизводимой мерой или измеряемым прибором, которые подвергаются поверке.

В метрологической практике существует независимая (автономная) поверка, т.е. поверка без применения образцовых средств измерения. Эта поверка возникла при разработке особо точных СИ, которые не могут быть поверены традиционными методами ввиду отсутствия еще более точных СИ с соответствующими пределами измерений.

Сущность метода заключается в сравнении величин, воспроизводимых отдельными элементами схемы поверяемого СИ с величиной, выбранной в качестве опорной и конструктивно воспроизводимой в самом поверяемом СИ. Например, при поверке m -ой декады потенциометра необходимо убедиться в равенстве падений напряжений на каждой n -ой степени этой декады. При этом выбрав в качестве опорной величины сопротивление первой ступени декады, можно с помощью компаратора поочередно сравнивать падения напряжения на этом сопротивлении.

Соотношение допускаемых погрешностей образцовых и поверяемых средств измерений устанавливается с учетом принятого метода поверки, характера погрешностей и других факторов. Обычно это соотношение принимается равным 1:3 при условии введения поправок на показания образцовых средств измерений. При отсутствии поправок исходят из соотношения 1:5.

Наименования методов поверки заключают в горизонтальные овалы, которые располагают между наименованиями объектов поверки и средств измерений, от которых передают размер единицы. Передачу размеров единиц сверху вниз изображают сплошными линиями, соединяющими объекты поверки с соответствующими средствами, от которых передается размер единицы, причем в разрыв этих линий помещают овалы с указанием основных методов поверки. Овалы, находящиеся ниже поля эталонов, располагают в разрывах штриховых линий, разделяющих соответствующие поля схемы.

Вопросы для самопроверки

- 1 Дайте определение поверочной схемы (ПС).
- 2 Назовите виды ПС.
- 3 Что должен включать в себя чертеж ПС?
- 4 Где указывают наименования полей на чертеже ПС?

- 5 В каком порядке указывают наименования эталонов на поле чертежа?
- 6 Чем характеризуются значения погрешности образцовых (эталонных) СИ?
- 7 Что понимают под методом измерения?
- 8 В какую геометрическую фигуру заключают наименования методов поверки?
- 9 Как изображают передачу размеров единиц на чертеже?

3 Методы поверки средств измерений

Средства измерения могут быть поверены следующими методами:

- непосредственного сличения;
- сличения с помощью компаратора;
- прямых измерений;
- косвенных измерений.

Остановимся на особенностях каждого из методов и примерах их применения.

1 Метод непосредственного сличения двух средств измерений.

Метод непосредственного сличения поверяемого средства измерения с эталоном соответствующего разряда без использования компаратора (прибора сравнения).

Этот метод широко применяется при поверке различных средств измерений, например, в области электрических и магнитных измерений при определении метрологических характеристик измерительных приборов непосредственной оценки, предназначенных для измерения тока, напряжения, частоты.

Основой метода является проведение одновременных измерений одного и того же значения физической величины однородными (по измеряемой величине) поверяемым и эталонными средствами измерений.

При поверке с помощью данного метода устанавливают некоторое значение величины X и сравнивают результаты измерения (показания) этой величины с поверяемым X_n и эталонными X_0 средствами измерений. Показания эталона рассматривают как действительные значения величины. Тогда абсолютная погрешность при поверке при значении величины X будет:

$$\Delta = X_n - X_0,$$

-это абсолютная погрешность поверяемого прибора, который приводят к нормированному значению X_n , то есть определяют приведенную погрешность:

$$\gamma = \Delta / X_n * 100\%;$$

Этот метод может быть реализован двумя способами:

1) регистрации совмещений, когда указатель поверяемого прибора путем изменения входного сигнала совмещают с проверяемой отметкой шкалы, а погрешность определяют расчетным путем как разность между показанием поверяемого прибора и действительным значением, определяемым по показаниям эталонного прибора;

2) отсчитыванием погрешности по шкалам поверяемого прибора. При этом нормальное для поверяемой отметки шкалы значение размера физической величины устанавливают по эталонному СИ (рисунок 4.1 а), а погрешность определяют по расстоянию между поверяемой отметкой поверяемого прибора и его указателем (рисунок 4.1 б)

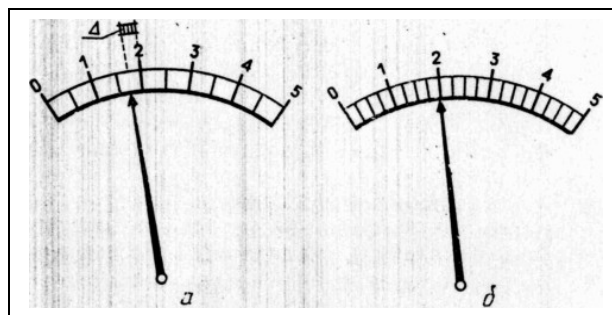


Рисунок 4.1 - Способы отсчета погрешности при методе непосредственного сличения

Первый способ удобен тем, что дает возможность точно определить погрешность по эталонному прибору, шкала которого обычно имеет большое число делений, а отсчетное устройство практически исключает появление погрешности отсчета вследствие параллакса.

Второй способ удобен при автоматической поверке, так как позволяет поверять одновременно несколько средств измерений с помощью одного эталонного. К недостаткам этого способа относятся: нелинейность шкал аналоговых поверяемых приборов и неточность нанесения промежуточных делений. Но это относится к цифровым приборам, которым несвойственна погрешность отсчета. При их поверке второй способ дает такую же точность, как и первый.

К достоинству метода непосредственных сличений относится простота, наглядность, возможность применения автоматической поверки, отсутствие необходимости применения сложного оборудования.

2 Метод сличения поверяемого СИ с образцовым (эталонным) средством измерений того же вида с помощью компаратора.

Компаратор - средство сравнения, предназначенное для сличения мер однородных величин [1].

Данным методом поверяются плоскопараллельные концевые меры длины (ПКМ). Компаратор (интерферометр) настраивают на нулевую установку по рабочему эталону ПКМ. Затем, не меняя установки прибора, подводят под него поверяемую концевую меру, снимают отсчет и обрабатывают результаты в соответствии с НД.

Компаратором могут быть любые СИ, одинаково реагирующие на сигнал как образцового (эталонного), так и поверяемого СИ.

Иногда невозможно сравнить показания двух вольтметров, если один из них пригоден для измерений только в целях постоянного тока, а другой - переменного тока; или сравнить размеры мер магнитных и электрических величин.

Измерение этих величин выполняют путем введения в схему поверки некоторого промежуточного звена – компаратора, позволяющего косвенно сравнить две однородные или разнородные физические величины.

При сличении мер сопротивления, индуктивности, емкости в качестве компараторов применяют мосты постоянного и переменного тока, а при сличении мер сопротивления и ЭДС – потенциометры.

Сличение мер с помощью компараторов осуществляют методом противопоставления или замещения. Общим для этих методов поверки является выработка сигнала о наличии разности размеров сравниваемых величин.

Различают нулевой метод (если сигнал путем подбора эталонной меры или путем принудительного измерения ее размера будет сведен к нулю) и дифференциальный метод (при одновременном воздействии сигналов сличаемых мер на входе компаратора измерительный сигнал указывает на наличие разности сравниваемых размеров мер).

3 Метод прямых измерений применяется в случае, когда имеется возможность с помощью многозначной эталонной меры, воспроизводящей в некотором диапазоне значения величины, в единицах которой проградуировановеряемое (калибруемое) средство измерения, произвести сличение и определить погрешность испытуемого средства измерения в пределах измерений.

Метод прямых измерений часто применяется при поверке (калибровке) мер электрических и магнитных величин. Например, с помощью калибраторов постоянного электрического напряжения поверяются (калибруются) вольтметры постоянного тока. В этом случае при выставлении некоторого калиброванного значения напряжения U_3 , подаваемого на поверяемый (калибруемый) прибор, определяется показание последнего U_n и погрешность:

$$\Delta = U_n - U_3.$$

По существу метод прямых измерений аналогичен методу непосредственного сличения для однозначных мер.

В геометрических измерениях примером может служить поверка гладкого микрометра, штангенциркуля и других универсальных СИ методом прямых измерений (сличение с ПКМ).

Рассмотрим возможности метода на примере поверки вольтметров переменного тока вида В3 и В7. Обычно эти виды вольтметров поверяются с помощью метода прямых измерений поверяемым электронным вольтметром электрического напряжения переменного тока, воспроизводимого поверочной установкой. Имеется ряд типов подобных поверочных установок, позволяющих непосредственно по их отсчетным шкалам определить относительную погрешность поверяемых вольтметров. В соответствии с нормативными документами при периодической поверке вольтметров типа В3 и В7 вначале требуется определить их погрешность при частоте градуировки на конечных числовых отметках всех поддиапазонов измерений и на всех числовых отметках в каждом из поддиапазонов измерений.

Затем необходимо определить погрешность на конечных числовых отметках одного — двух поддиапазонов измерений, где может быть обеспечено высокопроизводительное и высокоточное проведение измерений.

Измерения проводят при значениях частот, соответствующих началу и концу всех областей рабочего диапазона частот.

Погрешность вольтметров, имеющих несколько расширенных областей частот, определяют в каждой области при крайних значениях частот, на которых не определялась погрешность в смежной области с меньшим значением предела допускаемой погрешности.

Особенности поверки цифровых электронных вольтметров заключаются в дискретности отсчета измеряемого напряжения.

4 Косвенные измерения величины, воспроизводимые мерой или измеряемым прибором.

В этом случае о действительном размере меры и измеряемой поверяемым прибором величины судят на основании прямых измерений нескольких величин, связанных с искомой величиной определенной зависимостью.

Применяется когда сразу нельзя определить прямым измерением или когда косвенные измерения более просты или более точны по сравнению с прямыми.

Так, систематическую составляющую относительной погрешности электрического счетчика активной электрической энергии находят с помощью ваттметра и секундомера. Погрешность поверяемого (калибруемого) счетчика в процентах, находят по формуле:

$$\delta = (W_n - W_0) / W_0 * 100;$$

где W_0 — действительное значение электрической энергии по показанию эталонного прибора; W_n — значение электрической энергии по показаниям поверяемого (калибруемого) счетчика. Для определения W_n необходимо знать постоянную счетчика C , которая обычно не указывается в документации. Но на счетчике указано число оборотов диска A , соответствующее энергии 1 кВт·ч. Постоянная:

$$C = (3600 * 1000) / A \text{ Вт·с/об,}$$

а энергия, измеренная поверяемым счетчиком:

$$W_n = C * N;$$

где N — число оборотов диска за время t_0 .

Если по показаниям эталонного ваттметра установить действительное значение мощности P_0 и поддерживать ее неизменной в течение времени t_0 , определяемого по эталонному секундомеру, то действительное значение энергии W_0 можно определить расчетным путем по формуле:

$$W_0 = P_0 t_0.$$

При поверке счетчика методом косвенного измерения энергии эталонным ваттметром и секундомером суммарная погрешность эталонных средств измерений складывается из погрешностей эталонных ваттметров и трансформатора тока, погрешности секундомера и субъективных

погрешностей, вызванных ошибками поверителя при пуске и остановке секундомера.

Таким образом, при выполнении поверки методом косвенных измерений величин, измеряемых поверяемым (калибруемым) средством измерения, следует учитывать тот факт, что конечный результат косвенного измерения всегда отягощен составляющими погрешностями прямых измерений.

Рассмотрим еще один пример применения метода косвенных измерений: поверка (калибровка) вольтметра постоянного тока. В рассматриваемом примере при поверке (калибровке) вольтметра постоянного тока сигнал от источника постоянного электрического тока одновременно поступает на эталонный амперметр, меру сопротивления и поверяемый (калибруемый) вольтметр. При некотором значении сигнала источника питания могут быть получены показания испытуемого вольтметра U_n , эталонного амперметра I_s и значение эталонного сопротивления R_s . Эталонное напряжение будет $U_s = I_s R_s$, а погрешность поверяемого вольтметра:

$$\Delta = U_n - U_s$$

Метод косвенных измерений при передаче размера единицы величины широко используется в установках автоматизированной поверки (калибровки).

Примером метода косвенных измерений для линейных величин является измерение среднего диаметра резьбы (поверка резьбовых калибров).

Вопросы для самопроверки

- 1 Перечислите методы поверки СИ.
- 2 В каких областях применяют метод непосредственного сличения двух средств измерений?
- 3 Что является основой метода непосредственного сличения ?
- 4 Какими способами может быть реализован этот метод непосредственного сличения?
- 5 Что поверяется методом сличения поверяемого СИ с образцовым (эталонным)?
- 6 Дайте определение компаратора.
- 7 Каким методом осуществляют сличение мер с помощью компараторов?
- 8 В каком случае применяется метод прямых измерений?
- 9 В чем заключается метод косвенных измерений величины?

4 Порядок и примеры разработки локальных поверочных схем

ЛПС МС на предприятиях и в организациях разрабатывают при наличии более двух ступеней передачи размера единицы физической величины.

Передача размера единицы – это приведение размера единицы физической величины, хранимой поверяемым средством измерений, к размеру единицы, воспроизводимой или хранимой эталоном, осуществляемое при их поверке (калибровке) [1].

Однако нередко при поверке (калибровке) измеряют одну и ту же физическую величину поверяемым средством измерения и эталоном с целью установления разности в их показаниях и введения поправки (в показание поверяемого средства измерений). Размер единицы передается "сверху вниз" в соответствии с числом ступеней передачи, установленным поверочной схемой.

Разработке ЛПС должен предшествовать анализ ГПС, в которую включены СИ, поверку которых нам необходимо провести. Перед разработкой так же необходимо изучение ГОСТ 8.061-80, в котором установлены требования к построению и оформлению ПС.

Государственная поверочная схема распространяется на все средства измерений данной физической величины, имеющиеся в стране. А локальная поверочная схема распространяется только на средства измерений данной физической величины, применяемые в регионе, отрасли, ведомстве или на отдельном предприятии (в организации). Поверочная схема представляет передачу размера единицы только одной физической величины (как ГПС, так и ЛПС). ПС для СИ одной и той же величины, существенно разделяющейся по диапазонам, разделяются на части или составляются отдельные ПС.

Рассмотрим пример разработки локальной ПС для РСИ геометрических величин (на примере измерения линейных наружных размеров).

ГПС для СИ длины в диапазоне $1 \cdot 10^{-6} \div 50$ м и длин волн в диапазоне $0,2 \div 50$ мкм состоит из трех частей:

- 1) ГПС для СИ длин волн в диапазоне $0,2 \div 50$ мкм;
- 2) штриховые меры длины и измерители перемещений;
- 3) плоскопараллельные концевые меры длины (ПКМ).

В приложении Д приведена ГПС предприятия с довольно большим парком измерительных средств.

В лабораторной работе предлагается рассмотреть только часть средств измерений из имеющегося на предприятии парка СИ. Эти РСИ с их МХ и требуемыми для обеспечения минимальной погрешности при поверке эталонными СИ, представлены в таблице 5.1:

Таблица 5.1- Метрологические характеристики СИ

Средство измерения	Пределы измерения, мм	Погрешность измерения Δ , мкм	Нормативные документы
ШЦ-1	0-200	± 4	ГОСТ 166-89 ТУ на изготовление
	0-320	± 4	
	0-500	± 5	
	0-125	± 1	
	250-710	± 1	
	320-1000	± 1	
МК	0-100	± 4	ГОСТ6507-53
	100-150	± 5	
	150-200	± 6	
	200-300	± 7	
	
	1200-1400	$\pm 2,4$	
1400-1600	$\pm 3,2$		
МР	0-100	± 3	ГОСТ 4381-80
ПКМ 2 КТ	0,1-1000	$0,1+1L^*$	МИ 2079-90

*- где L - числовое значение длины в метрах.

Заводская лаборатория располагает рабочими эталонами плоско-параллельными концевыми мерами длины (ПКМ) 3 и 4 разряда, а рабочие СИ - (ПКМ) 2 КТ. Поскольку невозможно непосредственное сличение ПКМ с рабочими разрядными эталонными ПКМ, то используется интерферометр (компаратор), его необходимо внести в ЛПС. Поверка самого интерферометра осуществляется в органах ФАТРИМа (Госстандарта).

Для данного набора СИ мы можем, руководствуясь ГПС, составить свою ЛПС, которая показана на рисунке 5.1. В ГПС погрешности передачи размера единицы физической величины приведены по модулю. Конкретная погрешность берется из технических условий (ТУ) на изготовление РСИ. В случае нестандартного СИ (НСИ) мы ориентируемся на погрешность СИ, полученную при его аттестации.

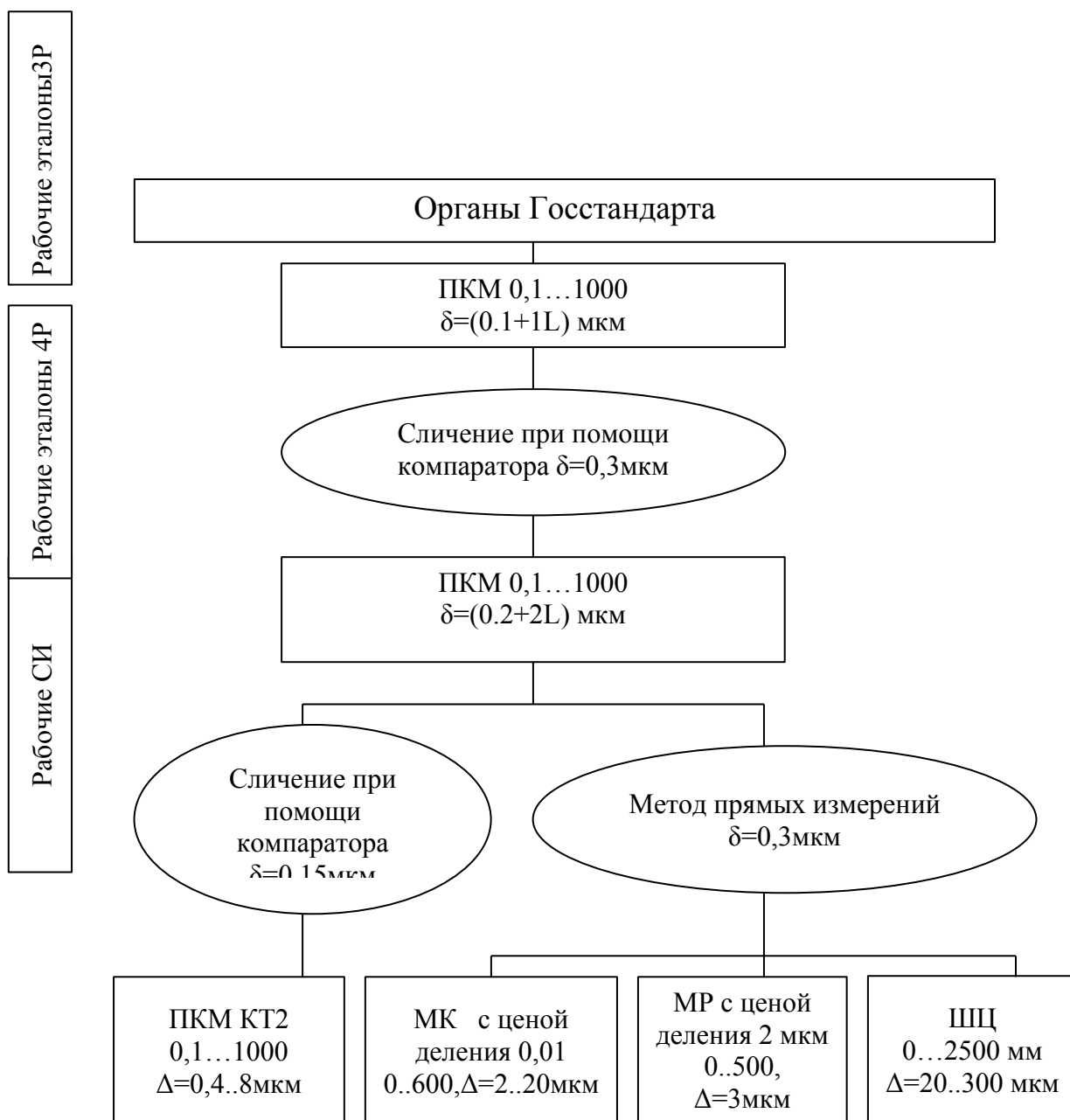


Рисунок 5.1- Локальная поверочная схема для СИ длины

В приведенной ЛПС реализуются 3 ступени передачи размера единицы физической величины, (таблица 5.2, где виден переход от рабочего СИ к рабочему эталону 4 разряда, а далее к рабочему эталону 3 разряда).

Таблица 5.2- Ступени передачи размера единицы физической величины

ЭСИ	Погрешность	Назначение	Ступени ПС
ПКМ+РСИ	КТ2	Рабочие	1
ПКМ	4Р	Эталонные	2
ПКМ	3Р	Эталонные	3
Интерферометр	0,15 мкм	Компаратор	2-3

Вопросы для самопроверки

- 1 Что понимают под передачей размера единицы физической величины?
- 2 При наличии скольких ступеней передачи размера единицы физической величины разрабатывают ЛПС на предприятии?
- 3 Что понимают под ступенью передачи размера единицы физической величины?
- 4 В каком случае используется интерферометр (компаратор)?
- 5 Сколько ступеней передачи размера единицы реализуется из представленной на рисунке 5.1 ПС?

5 Определение погрешности микрометра типа МК методом непосредственного сличения с ПКМ

Перед тем как снимать показания микрометра должны быть выполнены следующие операции поверки, которые регламентирует ГОСТ 6507-90:

- внешний осмотр;
- опробование;
- определение метрологических характеристик;
- определение шероховатости измерительных поверхностей микрометра типа МК и установочных мер;
- определение расстояния от стебля до измерительной кромки барабана МК;
- определение отклонения от плоскостности измерительных поверхностей МК;
- определение отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей МК;
- определение перекоса плоской измерительной поверхности микрометрического винта при сжатии стопора микрометров;
- определение погрешности МК;
- определение отклонения длины от номинального и отклонение от параллельности (плоскопараллельности) измерительных поверхностей установочных мер.

Погрешность МК25 определяется по ПКМ второго класса точности (2КТ) или четвертого разряда (4Р) в отметках шкалы 5,12; 10,24; 15,36; 21,50; 25,00 мм, которые регламентирует ГОСТ 6507-90 (Приложение Г). Результаты проверки погрешности показаний МК по ПКМ 2КТ сведены в таблицу 6.1, а результаты проверки погрешности показаний МК по ПКМ 4Р сведены в таблицу 6.2.

Таблица 6.1- Результаты проверки погрешности показаний микрометра гладкого по ПКМ 2КТ

ПКМ (отметки шкалы), мм	Погрешность нулевого отсчета, мкм	Показания микрометра, мм	Погрешность, мкм
5,12	0	5,127	+0,007
10,24	0	10,242	+0,002
15,36	0	15,369	+0,009
21,50	0	21,515	+0,015
25,00	0	24,998	-0,002

Таблица 6.2- Результаты проверки погрешности показаний микрометра гладкого по ПКМ 4Р

ПКМ (отметки шкалы), мм	Погрешност ь нулевого отсчета, мкм	Показания микрометра, мм	Действительны е значения, мм	Погрешность, мм
5,12	+2	5,127	5,122	+0,003
10,24	+2	10,252	10,242	+0,008
15,36	+2	15,369	15,362	+0,005
21,50	+2	21,515	21,502	+0,011
25,00	+2	24,998	25,002	-0,006

По результатам поверки согласно таблицам 6.1 и 6.2 из погрешностей показаний берется наибольшая погрешность микрометра (МК). В первом случае она составила 15 мкм, во втором – 11 мкм, что является недопустимым значением. Погрешность для МК25 не должна превышать ± 4 мкм по ГОСТ 6507-90. Вследствие этого МК признается негодным и подлежит доработке или списывается как брак. Если бы погрешность не превышала ± 4 мкм, то микрометр типа МК был бы отнесен к определенному классу точности, согласно ГОСТ 6507-90.

6 Контрольные вопросы в тестовой форме

1 Государственные поверочные схемы разрабатываются:

- 1) Госстандартом РФ;
- 2) Государственной метрологической службой;
- 3) Государственными научными метрологическими центрами;
- 4) Всероссийским научно-исследовательским институтом

метрологической службы.

2 Поверочные схемы бывают:

- 1) государственные;
- 2) ведомственные, локальные;
- 3) государственные, локальные;
- 4) государственные, ведомственные, локальные.

3 Поверочная схема устанавливает:

- 1) порядок передачи размера основной единицы физической величины производным от этой величинам;
- 2) метрологическое соподчинение между средствами измерений;
- 3) метрологическое соподчинение государственного эталона, разрядных эталонов и рабочих СИ;
- 4) порядок передачи размеры единицы величины от государственного эталона рабочим СИ.

4 Что понимают под поверкой средств измерений:

- 1) совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы или другими органами, организациями с целью определения и подтверждения соответствия средств измерений установленным техническим требованиям;
- 2) совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы с целью подтверждения лицензирования деятельности по изготовлению, продаже и прокату средств измерений;
- 3) совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы для определения типа средств измерений;
- 4) совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, подлежащего Государственному метрологическому контролю и надзору.

5 Что понимают под калибровкой:

1) совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, подлежащего Государственному метрологическому контролю и надзору;

2) совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, не подлежащего Государственному метрологическому контролю и надзору;

3) совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы, с целью определения и подтверждения соответствия средств измерения установленным техническим требованиям;

4) нет правильного ответа.

6 Поверочные схемы средств измерений – это:

1) документ, устанавливающий перечень средств измерений, объединенных общей структурой;

2) нормативный документ, устанавливающий порядок передачи размера единиц физической величины для рабочих средств измерений;

3) график периодичности поверки средств измерений;

4) нет правильного ответа.

7 В чем отличие поверки от калибровки:

1) поверка выполняется с целью определения пригодности средств измерений к дальнейшему применению;

2) поверка выполняется специальными органами, имеющими право на выполнение данной процедуры;

3) для поверки должны быть использованы рабочие разрядные эталоны;

4) нет правильного ответа.

8 К основным методам поверки следует отнести:

1) метод сличения, метод компарирующих устройств;

2) метод непосредственной оценки, метод уравнивания;

3) метод сличения, дифференциальный метод;

4) нет правильного ответа.

9 В роли поверителя могут выступать:

1) юридические лица, являющиеся сотрудниками органов Государственного метрологического контроля и надзора;

2) юридические лица, являющиеся сотрудниками органов Государственной метрологической службы, аккредитованные на право поверки;

3) физические лица, аккредитованные на право поверки;

4) физические лица, являющиеся сотрудниками аккредитованных метрологических служб.

10 Поверки бывают следующих видов:

- 1) срочные, первичные, вторичные, периодичные, инспекционные;
- 2) первичные, периодичные, внеочередные, инспекционные, экспертные;
- 3) срочные, внеплановые, первичные, экспертные, инспекционные;
- 4) нет правильного ответа;

11 Единый межповерочный интервал (МПИ) назначается по результатам:

- 1) испытаний при утверждении типа СИ;
- 2) поверки;
- 3) калибровки;
- 4) конкретных условий эксплуатации.

12 Локальные схемы разрабатываются:

- 1) Государственными научными метрологическими центрами;
- 2) Метрологической службой государственного органа управления;
- 3) Госстандартом;
- 4) Госстандартом и ведомственными метрологическими службами.

13 Кем утверждаются Государственные поверочные схемы:

- 1) Госстандартом России;
- 2) Государственными научными центрами;
- 3) президентом России;
- 4) Федеральным собранием.

14 Государственный эталон обозначается на поверочной схеме:

- 1) горизонтальным овалом;
- 2) прямоугольником;
- 3) двухконтурным овалом;
- 4) двухконтурным прямоугольником.

15 Где указывается погрешность метода поверки:

- 1) в прямоугольнике;
- 2) возле линии соединяющей;
- 3) в горизонтальных овалах;
- 4) слева от схемы.

16 Где указываются метрологические характеристики средств измерения:

- 1) в прямоугольнике;
- 2) возле линии соединяющей;
- 3) в горизонтальных овалах;
- 4) слева от схемы.

17 Поверительное клеймо – это :

- 1) знак, установленной формы, наносимый на средства измерения, признанные в результате их проверки годные к применению;
- 2) знак, установленной формы, наносимый на средства измерения, признанные в результате их проверки негодные к применению.
- 3) сертификат, установленной формы, наносимый на средства измерения, признанные в результате их проверки годные к применению;
- 4) сертификат, установленной формы, наносимый на средства измерения, признанные в результате их проверки негодные к применению.

18 Первичная поверка проводится:

- 1) при выпуске средств измерения из производства;
- 2) после ремонта СИ;
- 3) при ввозе СИ из-за границы;
- 4) при выпуске средств измерения из производства, после ремонта СИ, при ввозе СИ из-за границы.

19 Список СИ, подлежащих поверке, составляют:

- 1) органы ГМС;
- 2) владельцы;
- 3) Госстандарт;
- 4) Государственные научные метрологические центры.

20 Периодическую поверку должны проходить:

- 1) СИ, находящиеся на длительном хранении;
- 2) часто эксплуатируемые СИ;
- 3) каждый экземпляр СИ;
- 4) долгое время не эксплуатируемые СИ.

21 Инспекционная поверка проводится:

- 1) органами МС при осуществлении государственного надзора или ведомственного контроля за состоянием и применением СИ;
- 2) при возникновении спорных вопросов по МХ, исправности СИ и пригодности и к использованию.
- 3) при выпуске СИ из производства;
- 4) При диагностике СИ.

Список использованных источников:

1. **РМГ 29-99.** Рекомендации по межгосударственной стандартизации ГСИ. Метрология. Основные термины и определения [Текст].- Введ. 2001-01-01. - М.:ИПК Изд-во стандартов, 2001.-46 с.
2. **ПР 50.2.006-94** ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения [Текст].- Введ. 1994-07-18. - М.:ИПК Изд-во стандартов, 2001.-45 с.
3. **ГОСТ 8.002-86** Государственный надзор и ведомственный контроль за средствами измерений. Основные положения [Текст].- Введ. 1987-01-01. - М.:ИПК Изд-во стандартов, 1988.-13 с.
4. **Российская Федерация. Законы.** Об обеспечении единства измерений [Текст]: федер. закон: [принят Федеральным законом 10 января 2003].- Москва – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003.-19 с. - М.:ИПК Изд-во стандартов, 2003.-18 с.
5. **ГОСТ 8.513-84** ГСИ Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения [Текст].- Введ. 1984-05-30. - М.:ИПК Изд-во стандартов, 1986.-6 с.
6. **ПР 50.2.009-94** ГСИ. Порядок проведения испытаний утверждения типа средства измерения [Текст].- Введ. 1997-03-06. - М.:ИПК Изд-во стандартов, 1994.-6 с.
7. **ПР 50.2.007-2002** ГСИ Поверительные клейма [Текст]. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.- 15 с
8. **ГОСТ 8.061-80** ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение [Текст].- Введ. 1980-01-01 – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1981.- 17 с.
9. **ГОСТ 8.395-80** ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования [Текст]. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1981.- 5 с
10. **Кузнецов, В.А** Метрология. Теоретические, прикладные и законодательные основы [Текст]: учебное пособие/ В.А. Кузнецов, Г.В. Ялунина. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998. –336 с.
11. **Сергеев, А.Г.** Метрология, стандартизация, сертификация: [Текст]: учебное пособие/ А. Г. Сергеев [и др.]. – М.: Логос, 2003. –536 с.
12. **МИ 83-76** Методика определения параметров поверочных схем – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1986.-25 с.
13. **МИ 187-86** ГСИ. Критерии достоверности и параметры метода поверки [Текст]. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1986.-23 с.

14. **МИ 188-86** ГСИ. Установление значений методик поверки [Текст]. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1986.-15 с.
15. **ГОСТ 8.315-97** ГСИ. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения [Текст]. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1998.-40 с.
16. **МИ 2230-92** ГСИ. Методика количественного обоснования поверочных схем при их разработке [Текст]. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1994.-28 с.
17. **МИ 2060-90** ГПС для средств измерений длины в диапазоне $1 \cdot 10^{-6} \div 50$ м и длин волн $0,2 \div 50$ мкм [Текст]. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1990.-30 с.
18. **ПР 50.2.012** ГСИ. Порядок аттестации поверительного клейма [Текст]. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1994.-29 с.
19. **ПР 50.2.014-94** ГСИ. Аккредитация метрологической службы юридического лица на право поверки средств измерений [Текст].- Введ. 1995-12-28. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1994.-40 с.
20. **МИ 1872-88** ГСИ. Межповерочные интервалы образцовых средств измерений. Методика определения и корректировки [Текст]. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1988.-40 с.
21. **МИ 2187-92** ГСИ. Межповерочные и межкалибровочные интервалы средств измерений. Методика определений [Текст]. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1992.-25 с.
22. **МИ 2273-93** ГСИ Области использования средств измерений, подлежащих поверке [Текст]. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1993.-29 с.
23. **МИ 2284-94** ГСИ. Документация поверочных лабораторий [Текст]. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1994.-28 с.
24. **РД РБ 50.8104-92** ГСИ. Клейма поверительные. Правила применения и хранения. [Текст].- Введ. 1992-10-28. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1992.-45 с.
25. Принципы метрологического надзора [Текст]: пересмотр международного документа МОЗМ №9/ МОЗМ - 2003.-25 с.
26. Элементы закона по метрологии [Текст]: международный документ МОЗМ МД 1/ МОЗМ; перевод ВНИИМС, - 2004.-34 с.
27. Законодательная Метрология и Международная Торговля [Текст]/ Международный центр торговли,- июнь, 2004; Бюллетень № 74.-38 с.


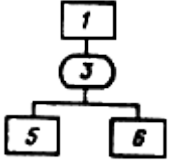
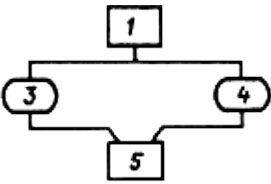
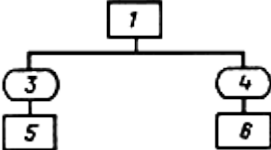
Предметный указатель

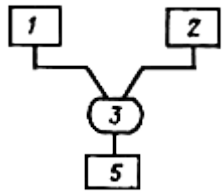
- Калибровка 8
- Компаратор 25
- МПИ 14
- Метод измерения 22
- Методы поверки 24
 - непосредственного сличения 24
 - сличения с помощью компаратора 25
 - прямых измерений 26
 - косвенных измерений 27
- Передача размера единицы 29
- Поверка СИ 6
 - внеочередная 15
 - инспекционная 15
 - комплектная 16
 - первичная 13
 - периодическая 13
 - поэлементная 16
 - экспертная 16
- Поверительное клеймо 8
- Поверочная схема 19
 - государственная 19
 - локальная 19
- РСИ 11

Приложение А

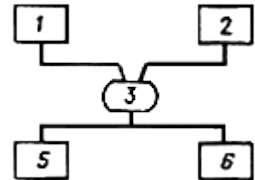
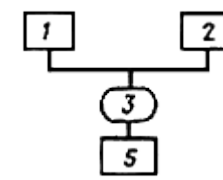
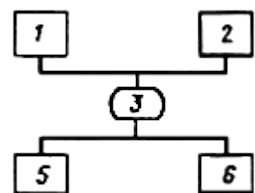
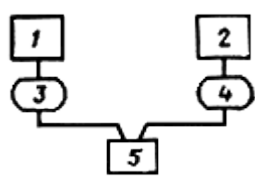
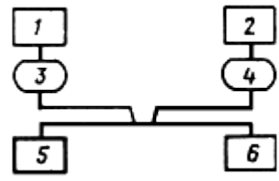
(справочное)

Таблица А.1 - Способы графического изображения ступени передачи размера единицы

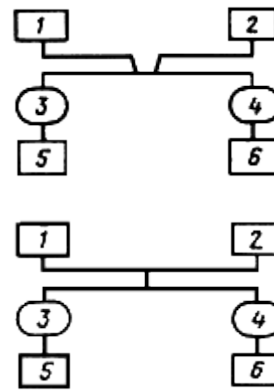
Ступень передачи	Графическое изображение
1	2
<p>От эталона или образцового средства измерений (далее - эталона) 1 объекту поверки 5 методом 3</p>	
<p>От эталона 1 объектам поверки 5 и 6 методом 3</p>	
<p>От эталона 1 объекту поверки 5 методом 3 или 4</p>	
<p>От эталона 1 объекту поверки 5 методом 3 и объекту поверки 6 методом 4</p>	

<p>От эталона 1 или 2 объекту поверки 5 методом 3</p>	
-------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Продолжение таблицы А.1

1	2
<p>От эталона 1 или 2 объектам поверки 5 и 6 методом 3</p>	
<p>От эталонов 1 и 2 единиц различных физических величин объекту поверки 5 методом 3</p>	
<p>От эталонов 1 и 2 единиц различных физических величин объектам поверки 5 и 6 методом 3</p>	
<p>От эталона 1 методом 3 или от эталона 2 методом 4 объекту поверки 5</p>	
<p>От эталона 1 методом 3 или эталона 2 методом 4 объектам поверки 5 и 6</p>	

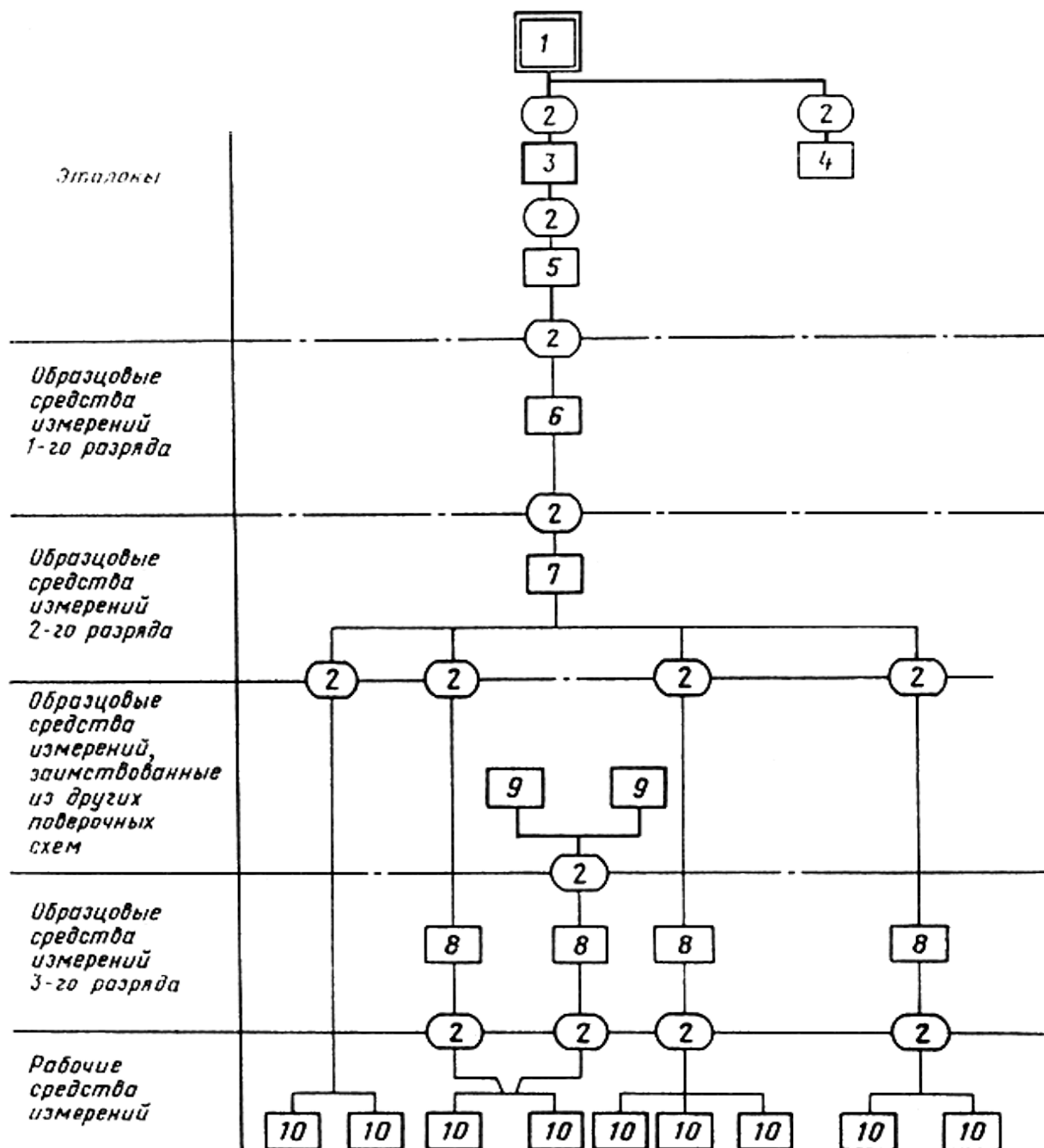
От эталона 1 или 2 объекту
поверки 5 методом 3 или объекту
поверки 6 методом 4
От эталонов 1 и 2 единиц
различных физических величин
методом 3 объекту поверки 5 и
методом 4 объекту поверки 6



Приложение Б

(справочное)

Пример компоновки элементов государственной поверочной схемы



1- государственный эталон; 2 - метод передачи размера единицы; 3 - эталон-копия; 4 - эталон сравнения (для международных сличений); 5 - рабочий эталон; 6-8 - образцовые СИ соответствующих разрядов; 9 - образцовые СИ, заимствованные из других поверочных схем; 10 - рабочие СИ

Рисунок Б.1
Приложение В
(справочное)

Пример оформления элементов поверочной схемы

Эталаны

Государственный первичный эталон
единицы индуктивности
 $0,0211570 \text{ Гн}$
 $1 \cdot 10^3 \text{ Гц}$
 $S_0 = 1 \cdot 10^{-5} ; \theta_0 = 1 \cdot 10^{-5}$

Рабочие эталаны
Катушки индуктивности
 $1 \cdot 10^{-6} \text{ Гн}$
 $1 \cdot 10^3 \text{ Гц}$
 $S_{\Sigma 0} = 3 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-4}$

Образцовые средства измерений

Данной поверочной
схемы

Образцовые меры
индуктивности
 $1 \div 1 \cdot 10^4 \text{ Гн}$
 $20 \div 1 \cdot 10^3 \text{ Гц}$
 $\delta_0 = 5 \cdot 10^{-2} \div 3 \cdot 10^{-1}$

Заимствованные из других
поверочных схем

Образцовые меры электрического
сопротивления 2-го разряда
 $1 \cdot 10 \div 1 \cdot 10^4 \text{ Ом}$
 $\delta_0 = 2 \cdot 10^{-4} \div 4 \cdot 10^{-4}$
(см.: ГОСТ 8.028-75)

Рабочие средства измерений

Меры индуктивности и
магазин индуктивности
 $1 \cdot 10^{-9} \div 1 \cdot 10^{-5} \text{ Гн}$
 $20 \div 1 \cdot 10^8 \text{ Гц}$
 $\delta_0 = 5 \cdot 10^{-1}$

Методы поверки

Сличение при помощи компаратора
 $S_{\Sigma \delta_0} = 1 \cdot 10^{-2}$

Метод косвенных измерений
 $\delta_0 = 5 \cdot 10^{-2}$

Рисунок В.1

Приложение Г

(справочное)

Аттестат №1 ФГУП ПО «Стрела»

Завод - изготовитель «Калибр», заводской номер 499, количество 21 штука.

Таблица Г.1 - Подчиненный набор плоскопараллельных концевых мер длины

Номинальный размер, мм	Действительный размер серединной длины	Поправка , мкм
5,12	5,122	+2
10,24	10,242	+2
15,36	15,362	+2
21,5	21,502	+2
25,0	25,500	0