

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Брянский государственный аграрный университет»  
Факультет энергетики и природопользования  
Кафедра природообустройства и водопользования

Дёмина О.Н.

учебное пособие

**Курс лекций по дисциплине**  
**«Метрология, стандартизация и сертификация»**



Брянск, 2015

УДК 006:531.7 (07)

ББК 30.10

Д 30

Дёмина О.Н. Курс лекций по дисциплине метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие, 2-е изд. доп. и перераб./ О.Н. Дёмина.- Брянск: Издательство Брянского ГАУ, 2015г. – 65 с.

Настоящая работа является учебным пособием для бакалавров направления 120700 «Землеустройство и кадастры», изучающих дисциплину «Метрология, стандартизация и сертификация» с учетом профильности обучающихся: «Геодезическое обеспечение землеустройства и кадастров».

Рецензенты:

д.т.н., профессор БГАУ Маркарянц Л.М.

к.т.н., доцент БГИТА Мельникова Е.А.

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета энергетики и природопользования от « 3» сентября 2015г., протокол № 1

© Брянский ГАУ, 2015

© Дёмина О.Н., 2015

## Содержание

Введение.....	4
1 Основные термины и определения в метрологии.....	5
2. Понятие о системе физических величин.....	6
3 Виды и методы измерений.....	9
4 Основные понятия и классификация эталонов.....	12
5 Общие сведения о передаче размеров единиц физических величин и поверочных схемах...	14
6 Средства измерений.....	15
7 Погрешность измерений.....	18
7.1 Систематические и случайные погрешности.....	19
7.2 Причины возникновения погрешностей измерения.....	19
7.3. Оценка точности геодезических измерений.....	21
8 Правовые основы обеспечения единства измерений.....	29
9 Поверка и калибровка средств измерений.....	31
9.1. Общие сведения.....	31
9.2. Калибровка средств измерений.....	32
9.3 Способы и методы поверки.....	34
9.4. Технологическая поверка геодезических приборов.....	35
9.5. Методы поверки и калибровки системы "нивелир – рейка". .....	39
10. Государственное управление обеспечением единства измерений.....	42
11. Стандартизация.....	43
11.1 Основные понятия стандартизации.....	43
11.2 Правовые основы стандартизации.....	45
11.3 Основные задачи стандартизации.....	46
11.4 Принципы стандартизации.....	48
11.5 Методы стандартизации:.....	48
12. Служба стандартизации в области геодезии и картографии.....	49
13. Сертификация.....	52
14. Аккредитация в области оценки соответствия.....	57
15. Система сертификации геодезической, топографической и картографической продукции...	58
Список литературы.....	62-63

## Введение

Цель изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» в формировании теоретических знаний и практических навыков в области метрологии, методов и средств измерений и метрологического обеспечения современных производств, а также научных и правовых основ стандартизации, сертификации и метрологии, которые должны развивать у студентов инженерное мышление и создать базис для освоения специальных дисциплин.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

### **ОК-1**

*владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию, систематизации информации, постановке цели и выбору путей ее достижения*

### **ПК-6**

*способностью использовать знание методик разработки проектных, предпроектных и прогнозных материалов*

## 1 Основные термины и определения в метрологии.

Основные термины и определения установлены Межгосударственным советом стандартизации, метрологии и сертификации в 2005 году.

*Метрология* (от греческого «метрон» -мера, «логос»-учение) — это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности измерений.

Выделены следующие разделы метрологии:

*Теоретическая метрология* — раздел, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии.

*Практическая (прикладная) метрология* — раздел, предметом которого являются вопросы практического применения разработок теоретических исследований.

*Законодательная метрология* — раздел, предметом которого является установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимости точности измерений в интересах общества.

*Предметом метрологии* является извлечение количественной информации о свойствах объектов и процессов, т.е. измерение свойств объектов с заданной точностью и достоверностью.

*Объектами метрологии* являются единицы, средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений.

*Под измерением* понимают совокупность операций, выполняемых с помощью специального технического средства, хранящего единицу величины, позволяющего сопоставить измеряемую величину с её единицей и получить значение этой величины. Обычным объектом измерений являются физические величины.

*Физической величиной* называется одно из свойств физического объекта (явления, процесса), которое является общим в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

*Размер физической величины* — количественная определённая ф.в., присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению или процессу.

*Значение физической величины* - выражение размера ф.в. в виде некоторого числа принятых для неё единиц.

*Числовое значение физической величины* - отвлечённое число входящее в значение величины.

*Истинное значение физической величины* ~ значение ф.в, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношениях соответствующую физическую величину.

*Действительное значение физической величины* - значение ф.в полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

Качественная характеристика физической величины определяется тем, какое свойство материального объекта или какую особенность материального мира эта величина характеризует.

Физические величины разделяются на *измеряемые и оцениваемые*. Измеряемые величины могут быть выражены количественно в установленных единицах измерения. Величины, для которых не может быть введена единица измерения, относятся к оцениваемым. Оцениваемые величины производятся при помощи установленной шкалы.

*Шкала измерений* — отображение множества различных проявлений качественного или количественного свойства на принятое по соглашению упорядоченное множество чисел или другую систему логически связанных знаков (обозначений).

В теории измерений различают пять основных типов шкал:

- *Шкала наименований* - отражает качественные свойства. Нельзя ввести понятие единицы измерения, в них отсутствует нулевой элемент;

2. *Шкала порядка* - описывает свойства, для которых имеют смысл не только отношения эквивалентности, но и соотношения порядка по возрастанию или убыванию количественного проявления свойства.

3 *Шкала интервалов (разностей)* - для описываемых ими свойств имеют смысл не только соотношения эквивалентности и порядка, но и суммирования интервалов между различными количественными проявлениями свойств.

1. *Шкала отношений*-измерений количественного свойства, характеризующиеся соотношениями эквивалентности, порядка, пропорциональности. В них наблюдается наличие естественного нуля и единиц измерений, применимы все математические действия.

5 *Абсолютная шкала* - шкала отношений безразмерной величины. Отличительные признаки: наличие естественного нуля и безразмерной единицы измерений. Результат измерений может быть выражен в процентах, децибелах, битах.

## **2. Понятие о системе физических величин.**

*Система физических величин* - совокупность ф.в, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины принимаются за независимые, а другие определяют как функции независимых величин.

*Основная физическая величина* - это ф.в, входящая в систему величин и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы.

Возможность устранения многообразия применяемых единиц появилась после разработки Единой универсальной системы единиц, охватывающей все отрасли науки и техники. Эта система была принята XI Генеральной конференцией по мерам и весам (МОВ) в 1960 году и получила наименование «Международная система единиц» SI — Система Интернациональная. Она содержит семь основных единиц:

1. Длины *метр (L)*;
2. Массы *килограмм (M)*;
3. Времени *секунда (T)*;
4. Силы электрического тока *ампер (I)*
5. Термодинамической температуры *кельвин (v)*;
6. Количества вещества *моль (N)*;
7. Силы света *кандела (J)*.

*Когерентной* - называется производная единица ф.в, связанная с другими единицами системы уравнением, в котором числовой коэффициент принят равным единице.

*Единица физической величины* — это ф.в. фиксированного размера, которой условно присвоено деловое значение, равное единице, и применяемая для количественного выражения однородных с ней физических величин.

*Показатель размерности* - это показатель степени, в которую возведена размерность основной ф.в, входящая в размерность производной ф.в.

*Размерность* - служит качественной характеристикой величины и выражается произведением степеней основных величин, через которые может быть определена.

*Размерность измеряемой величины* - является качественной ее характеристикой и обозначается символом  $\dim$ , происходящим от слова dimension. Размерность *основных* физических величин обозначается соответствующими заглавными буквами. Например, для длины, массы и времени  $\dim l = L$ ;  $\dim m = M$ ;  $\dim t = T$ .

*Производная единица системы единиц* - ЭТО ф.в, входящая а систему величин и определяемая через основные величины этой системы.

При определении размерности *производных* величин руководствуются **следующими правилами**:

- Размерности левой и правой частей уравнений не могут не совпадать, так как сравниваться между собой могут только одинаковые свойства. **Объединяя** левые и правые части уравнений, можно прийти к выводу, что алгебраически суммироваться могут только величины, имеющие одинаковые размерности.

- Алгебра размерностей мультипликативная, т. е. состоит из одного единственного действия - умножения.

- Размерность произведения нескольких величин равна произведению их размерностей. Так, если зависимость между значениями величин Q, A, B, C имеет вид  $Q = A \cdot B \cdot C$ , то

$$\dim Q = \dim A \cdot \dim B \cdot \dim C.$$

- Размерность частного при делении одной величины на другую равна отношению их размерностей, т. е. если

$$Q = A/B, \text{ то}$$

$$\dim Q = \dim A / \dim B.$$

- Размерность любой величины, возведенной в некоторую степень, равна ее размерности в той же степени. Так, если  $Q = A^n$ , то

$$\dim Q = n \dim A = \dim^n A.$$

Например, если скорость определять по формуле

$$V = l/t, \text{ то } \dim V = \dim l / \dim t = L/T = LT^{-1}.$$

Если сила по второму закону Ньютона

$$F = ma,$$

где

$a = V/t$  - ускорение тела,

то  $\dim F = \dim m \cdot \dim a = ML/T^2 = MT^{-2}.$

Таким образом, всегда можно выразить размерность производной физической величины через размерности основных физических величин с помощью степенного одночлена:

$$\dim Q = L^a M^b T^c$$

где L, M, T, - *размерности* соответствующие основных физических величин; a, b, c, - *показатели размерности*. Каждый из показателей размерности может быть положительным или отрицательным, целым или дробным числом, нулем. Если все показатели размерности равны нулю, то такая величина называется *безразмерной*. Она может быть *относительной*, определяемой как отношение одноименных величин (например, относительная диэлектрическая проницаемость), и *логарифмической*, определяемой как логарифм относительной величины (например, логарифм отношения мощностей или напряжений).

В гуманитарных науках, искусстве, спорте, квалитметрии, где номенклатура основных величин не определена, теория размерностей не находит пока эффективного применения.

*Размер измеряемой величины* является количественной ее характеристикой. Получение информации о размере физической или нефизической величины является содержанием любого измерения

### **3 Виды и методы измерений.**

*Измерение* - получение информации о размере физической или нефизической величины.

При измерениях приходится иметь дело с различными физическими величинами: дискретными и непрерывными, случайными и неслучайными, постоянными и переменными, зависимыми и независимыми.

*Равноточные измерения* - это ряд измерений физической величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений и в одних и тех же условиях.

*Неравноточные измерения* - это ряд измерений, выполненных различными по точности СИ и (или) в несколько разных условиях.

*Однократное измерение* — это измерение, выполненное только один раз.

*Многократное измерение* - измерение одного и того же размера ф.в, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений.

*Метод измерения* - это совокупность приёмов использования принципов и средств измерений, при которых происходит процесс измерения.

1. По характеру зависимости измеряемой величины от времени измерения методы измерений подразделяются на:

*статические*, при которых измеряемая величина остается постоянной во времени;

*динамические*, в процессе которых измеряемая величина изменяется и является непостоянной во времени.

Статическими измерениями являются, например, измерения размеров тела, постоянного давления; динамическими - измерения пульсирующих давлений, вибраций.

1. По способу получения результатов измерений (виду уравнения измерений) методы измерений разделяют на: прямые, косвенные, совокупные и совместные.

При *прямом* измерении искомое значение величины находят не- посредственно из опытных данных, например, измерение угла угломером или измерение диаметра штангенциркулем.

При *косвенном* измерении искомое значение величины определяют на основании известной Зависимости между этой величиной и величинами., подвергаемыми прямым

измерениям, например, определение среднего диаметра резьбы с помощью трёх проволочек или угла с помощью синусной линейки.

*Совместными* называют измерения, производимые одновременно (прямые или косвенные) двух или нескольких не одноимённых величин. Целью совместных измерений является нахождение функциональной зависимости между величинами, например, зависимости длины тела от температуры, зависимости электрического сопротивления проводника от давления и т.п.

*Совокупные* - это такие измерения, в которых значения измеряемых величин находят по данным повторных измерений одной или нескольких одноименных величин при различных сочетаниях мер или этих величин. Результаты совокупных измерений находят путём решения системы уравнений, составляемых по результатам нескольких прямых измерений. Например, совокупными являются измерения, при которых массы отдельных гирь набора находят по известной массе одной из них и по результатам прямых сравнений масс различных сочетаний гирь.

3) По условиям, определяющим точность результата измерения, методы делятся на три класса;

*Измерения максимальной возможной точности*, достижимой при существующем уровне техники. К ним относятся в первую очередь эталонные измерения, связанные с максимально возможной точностью воспроизведения установленных единиц физических величин, и, кроме того, измерения физических констант, прежде всего универсальных (например, абсолютного значения ускорения свободного падения и др.)

К этому же классу относятся и некоторые специальные измерения, требующие высокой точности.

*Контрольно-поверочные измерения*, погрешность которых с определенной вероятностью не должна превышать некоторое заданное значение. К ним относятся измерения, выполняемые лабораториями государственного надзора за внесением и соблюдением стандартов и состоянием измерительной техники и заводскими измерительными лабораториями с погрешностью заранее заданного значения.

*Технические измерения*, в которых погрешность результата определяется характеристиками средств измерений. Примерами технических измерений являются измерения, выполняемые в процессе производства на машиностроительных предприятиях, на щитах распределительных устройств электрических станций и др.

• 4) По способу получения значений измеряемых величин различают два основных метода измерений: метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

*Метод непосредственной оценки* - метод измерения, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчётному устройству измерительного прибора прямого действия (например, измерение длины с помощью линейки или размеров деталей микрометром, угломером и т.д.).

*Метод сравнения с мерой* - метод измерения, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.

Существуют несколько разновидностей метода сравнения:

А. *метод противопоставления*, при котором измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор сравнения;

Б) *дифференциальный метод*, при котором измеряемую величину сравнивают с известной величиной, воспроизводимой мерой. Этим методом, например, определяют отклонение контролируемого диаметра детали на оптиметре после его настройки на нуль по блоку концевых мер длины;

А. *нулевой метод*, при котором результирующий эффект воздействия величин на прибор сравнения доводят до нуля. Подобным методом измеряют электрическое сопротивление по схеме моста с полным его уравниванием;

Г) *метод совпадений*, при котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, определяют, используя совпадения отметок или периодических сигналов (например, при измерении штангенциркулем используют совпадение отметок основной и шкал).

1. При измерении линейных величин независимо от рассмотренных методов различают: контактный и бесконтактный методы измерений.

*Контактный метод измерения* — метод, основанный на том, что чувствительный элемент прибора приводится в контакт с объектом измерения.

*Бесконтактный метод* - основанный на том, что чувствительный элемент прибора не приводится в контакт с объектом измерения.

1. По способу выражения результатов измерений различают: абсолютные и относительные измерения.

*Абсолютное* измерение основано на прямых измерениях величины и (или) использовании значений физических констант, например, измерение размеров деталей штангенциркулем или микрометром.

При *относительных* измерениях величину сравнивают с одноименной, играющей роль единицы или принятой за исходную, например, измерение диаметра вращающейся детали по числу оборотов соприкасающегося с ней аттестованного ролика.

1. В зависимости от совокупности измеряемых параметров изделия различают поэлементный и комплексный методы измерения.

*Поэлементный* метод характеризуется измерением каждого параметра изделия в отдельности (например, эксцентриситета, овальности, огранки цилиндрического вала).

*Комплексный* метод характеризуется измерением суммарного показателя качества, на который оказывают влияние отдельные его составляющие (например, измерение радиального биения цилиндрической детали, на которое влияют эксцентриситет, овальность и др.).

1. В зависимости от измерительных средств, используемых в процессе измерения, различают инструментальный, экспертный, эвристический и органолептический методы измерений.

*Инструментальный* метод основан на использовании специальных технических средств, в том числе автоматизированных и автоматических.

*Экспертный* метод основан на использовании данных нескольких специалистов. Широко применяется в квалиметрии, спорте, искусстве, медицине.

*Эвристические* измерения основаны на интуиции. Широко используется способ попарного сопоставления, когда измеряемые величины сначала сравниваются между собой попарно, а затем производится ранжирование на основании результатов этого сравнения. *Органолептические* измерения основаны на использовании органов чувств человека (осязания, обоняния, зрения, слуха и вкуса). Часто используются измерения на основе впечатлений (конкурсы мастеров искусств, соревнования спортсменов).

#### **4 Основные понятия и классификация эталонов.**

Для обеспечения единства измерений необходима тождественность единиц, в которых проградуированы все средства измерений одной и той же физической величины. Это достигается путем точного воспроизведения и хранения единиц физических величин с помощью эталонов.

*Эталон* — высокоточное средство измерений, предназначенное для хранения и воспроизведения единицы и передачи её размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений.

Классификация и назначение эталонов, а также общие требования к их хранению и применению определены в ГОСТ 8.057 - 80 «ГСИ. Эталоны физических величин. Основные положения».

*Государственные эталоны* единиц величин используются в качестве исходных для воспроизведения и хранения единиц величин с целью передачи их размеров всем средствам измерений данных величин на территории Российской Федерации.

Государственные эталоны единиц величин являются исключительной федеральной собственностью, подлежат утверждению Госстандартом России и находятся в его ведении.

Перечень эталонов не повторяет перечня физических величин. Некоторые величины воспроизводятся с наивысшей точностью путем косвенных измерений, т.е. путем использования эталонов единиц других величин, связанных с первой определенной зависимостью.

По своему назначению и предъявляемым требованиям различают следующие виды эталонов.

*Первичный эталон* - обеспечивает воспроизведение и хранение единицы физической величины с наивысшей в стране точностью. Первичные эталоны — это уникальные измерительные комплексы, созданные с учетом новейших достижений науки и техники и обеспечивающие единство измерений в стране.

Первичный или специальный эталон, официально утвержденный в качестве исходного для страны, называется *государственным*. Государственные эталоны создаются, хранятся и применяются центральными научными метрологическими институтами. Точность воспроизведения единицы физической величины должна соответствовать уровню лучших мировых достижений и удовлетворять потребностям науки и техники. Государственные пилонеры нашей страны периодически сличают с государственными пилонерами других стран.

*Вторичный эталон* - получен путем сличения с первичным эталоном соответствующей физической величины. Вторичные эталоны относятся к подчиненным средствам хранения единиц и передачи их размеров при проведении поверочных работ и сохранность и наименьший износ государственных первичных эталонов,

По своему метрологическому назначению вторичные эталоны подразделяются на эталоны-копии, эталоны сравнения, эталоны-свидетели и рабочие эталоны.

*Эталон-копия* — предназначен для передачи размера единицы физической величины рабочим эталонам при большом объеме поверочных работ. Он является копией государственного первичного эталона только по метрологическому назначению, но не всегда является физической копией.

*Эталон сравнения* — применяется для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам но могут непосредственно сличаться друг с другом.

*Эталон-свидетель* — предназначен для проверки сохранности и неизменности государственного эталона и замены его в случае порчи или утраты. Поскольку большинство государственных эталонов создано на основе использования наиболее устойчивых физических явлений и являются поэтому не разрушаемыми, в настоящее время только эталон килограмма имеет эталон-свидетель.

*Рабочий эталон* — применяется для передачи размера единицы физической величины рабочим средствам измерений. Это самый распространенный вид эталонов, которые используются для проведения поверочных работ территориальными и ведомственными

метрологическими службами. Рабочие эталоны подразделяются на разряды, определяющие порядок их соподчинения в соответствии с поверочной схемой.

Эталон должен обладать следующими существенными признаками:

*Неизменность эталона* свойство удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы в течении длительного периода времени, а все изменения, зависящие от внешних условий должны быть строго определёнными функциями величин, доступных точному измерению.

*Воспроизводимость эталона* возможное воспроизведения единицы физической величины с наименьшей и погрешности для данного уровня развития измерительной техники.

*Сличаемость эталона* - возможность обеспечения сличения с эталоном других СИ, нижестоящих по первичной схеме, с наивысшей точностью для данного уровня развития очкики измерений

Эталонная база России имеет в своем составе 114 государственных эталонов и более 250 вторичных эталонов единиц физических величин. Из них 52 находятся во Всероссийском научно -исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ) том числе эталоны метра, килограмма, ампера, кельвина и радиана. 25- во Всероссийском научно-исследовательском институте физико- технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ), в том числе эталоны единиц времени и частоты; 13- во Всероссийском научно-исследовательском институте оптико-физических измерений (ВНИИОФИ, Москва), в том числе эталон канделы; 5 и 6-соответственнов Уральском и Сибирском научно-исследовательских институтах метрологии.

## **5 Общие сведения о передаче размеров единиц физических величин и поверочных схемах**

Передача размера единицы физической величины рабочим средствам измерений осуществляется при их поверке или калибровке с использованием рабочих эталонов разных разрядов. Размер единицы физической величины передается «сверху вниз» от более точных СИ к менее точным.

Порядок передачи размера единиц физических величин во всех звеньях метрологической цепи от первичного эталона рабочим эталонам» и далее рабочим средствам измерений

регламентируются специальными нормативными документами *поверочными* схемами, которые определяют перечень используемых эталонных и измерительных средств, их соподчинение и методы передачи размера единицы физической величины при проведении поверочных работ.

Основные положения о поверочных схемах прицелены в ГОСТ 8,061 - 80 «ГСИ Поверочные схемы. Содержание и построение». Эталонные средства измерений, изображенные на рис.1 слева, хранятся в подразделениях метрологических служб и используются только для проведения поверочных работ» использование их для производства измерений в практической деятельности недопустимо. Также недопустимо использование рабочих средств измерений высокой точности для поверки менее точных средств измерений.

Поверочные схемы подразделяются на государственные и локальные. *Государственная поверочная схема* распространяется на все средства измерений данной физической величины, подлежащие государственной поверке. *Локальная поверочная схема* разрабатывается для средств измерений, поверяемых в отдельном метрологическом органе или отдельной отрасли. Она не должна противоречить государственной поверочной схеме и может являться ее частью.

## 6 Средства измерений.

*Средство измерения (СИ)*- это техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики воспроизводящее и (или) хранящее единицу ф.в, размер которой принимается неизменным ( в пределах установленной погрешности) в течении известного интервала времени.

Технические устройства, предназначенные для обнаружения (индикации) физических свойств, называются *индикаторами* (стрелка компаса, лакмусовая бумага). С помощью индикаторов устанавливается только наличие измеряемой физической величины интересующего нас свойства материи.

По метрологическому назначению средства измерений делятся на образцовые и рабочие.

*Образцовые* предназначены для поверки по ним других средств измерений как рабочих, так и образцовых менее высокой точности.

*Рабочие* средства измерений предназначены для измерения размеров величин, необходимых в разнообразной деятельности человека.

Сущность разделения средств измерений на образцовые и рабочие состоит не в конструкции и не в точности, а в их назначении.

К средствам измерения относятся:

1. *Меры*, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера. Различают однозначные и многозначные меры, а также наборы мер (гири, кварцевые генераторы и т. п.). Меры, воспроизводящие физические величины одного размера, называются *однозначными*.

*Многозначные меры* могут воспроизводить ряд размеров физической величины, часто даже непрерывно заполняющих некоторый промежуток между определенными границами. Наиболее распространенными многозначными мерами являются миллиметровая линейка, вариометр и конденсатор переменной емкости.

В наборах и магазинах отдельные меры могут объединяться в различных сочетаниях для воспроизведения некоторых промежуточных или суммарных, но обязательно дискретных размеров величин. В магазинах объединены в одно механическое целое, снабженное специальными переключателями, которые связаны с отсчетными устройствами. В противоположность этому набор состоит обычно из нескольких мер, которые могут выполнять свои функции как в отдельности, так и в различных сочетаниях друг с другом (набор концевых мер длины, набор гирь, набор мер добротности и индуктивности и т. д.).

К однозначным мерам относятся также образцы и образцовые вещества. *Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов* представляют собой специально оформленные тела или пробы вещества определенного и строго регламентированного содержания, одно из свойств которых при определенных условиях является величиной с известным значением. К ним относятся образцы твердости, шероховатости, белой поверхности, а также стандартные образцы, используемые при поверке приборов для определения механических свойств материалов. Образцовые вещества играют большую роль в создании реперных точек при осуществлении шкал. Например, чистый цинк служит для воспроизведения температуры 419,58 °С, золото - 1064,43 °С.

В зависимости от погрешности **аттестации меры** подразделяются на *разряды* (меры 1, 2-го и т. д. разрядов), а погрешность мер является основой их деления на классы. Меры, которым присвоен тот или иной разряд, применяются для поверки измерительных средств и называются образцовыми.

1. *Измерительные преобразователи* - это средства измерений, перерабатывающие измерительную информацию в форму, удобную для дальнейшего преобразования, передачи, хранения и обработки, но, как правило, не доступную для непосредственного восприятия наблюдателем (термопары, измерительные усилители и др.).

Преобразуемая величина называется *входной*, а результат преобразования - *выходной* величиной. Соотношение между ними задается *функцией преобразования* (статической характеристикой). Если в результате преобразования физическая природа величины не изменяется, а функция преобразования является линейной, то преобразователь называется *масштабным, или усилителем*, (усилители напряжения, измерительные микроскопы, электронные усилители). Слово “усилитель” обычно употребляется с определением, которое приписывается ему в зависимости от рода преобразуемой величины (усилитель напряжения, гидравлический усилитель) или от вида единичных преобразований, происходящих в нем (ламповый усилитель, струйный усилитель). В тех случаях, когда в преобразователе входная величина превращается в другую по физической природе величину, он получает название по видам этих величин (электромеханический, пневмоемкостный и так далее).

1. *Измерительные приборы* относятся к средствам измерений, предназначенным для получения измерительной информации о величине, подлежащей измерению, в форме, удобной для восприятия наблюдателем.

Наибольшее распространение получили *приборы прямого действия*, при использовании которых измеряемая величина подвергается ряду последовательных преобразований в одном направлении, т. е. без возвращения к исходной величине. К приборам прямого действия относится большинство манометров, термометров, амперметров, вольтметров и т. д.

Значительно большими точностными возможностями обладают *приборы сравнения*, предназначенные для сравнения измеряемых величин с величинами, значения которых известны. Сравнение осуществляется с помощью компенсационных или мостовых цепей. *Компенсационные цепи* применяются для сравнения активных величин, т. е. несущих в себе некоторый запас энергии (сил, давлений и моментов сил, электрических напряжений и токов, яркости источников излучения и т. д.). Сравнение проводится путем встречного включения этих величин в единый контур и наблюдения их разностного эффекта. По этому принципу работают такие приборы, как равноплечие и неравноплечие весы (сравнение на рычаге силовых эффектов действия масс), грузопоршневые и грузопружинные манометрические в вакуумметрические приборы (сравнение на поршне силовых эффектов измеряемого давления и мер массы) и др.

Для сравнения пассивных величин (электрические, гидравлические, пневматические и другие сопротивления) применяются *мостовые цепи* типа электрических уравновешенных или неуравновешенных мостов. Конечно, пассивные величины могут быть вначале преобразованы в активные или наоборот и сравниваться соответственно в компенсационных или мостовых цепях.

По способу отсчета значений измеряемых величин приборы подразделяются на *показывающие*, в том числе *аналоговые и цифровые*, и *нарегистрирующие*.

Наибольшее распространение получили аналоговые приборы, отсчетные устройства которых состоят из двух элементов - шкалы и указателя, причем один из них связан с подвижной системой прибора, а другой - с корпусом. В цифровых приборах отсчет осуществляется с помощью механических, электронных или других цифровых отсчетных устройств. Цифровые *приборы* прямого действия применяются наиболее часто в тех случаях, когда измеряемая величина предварительно легко преобразуется в угол поворота некоторого вала (лопастные счетчики) или в последовательность импульсов (регистрация радиоактивных излучений).

По способу записи измеряемой величины регистрирующие приборы делятся на *самопишущие* и *печатающие*. В самопишущих приборах (например, барограф или осциллограф) запись показаний представляет собой график или диаграмму. В печатающих приборах информация о значении измеряемой величины выдается в числовой форме на *бумажной* ленте.

Автоматические приборы сравнения выпускаются чаще всего в виде комбинированных приборов, в которых шкальный или цифровой отсчет сочетается с записью на диаграмме или с печатанием результатов измерений.

1. *Вспомогательные средства* измерений. К этой группе относятся средства измерений величин влияющих на метрологические свойства другого средства измерений при его применении или поверке. Показания вспомогательных средств измерений используются для вычисления поправок к результатам измерений (например, термометров для измерения температуры окружающей среды при работе с грузопоршневыми манометрами) для контроля за поддержанием значений влияющих величин в

пределах (например, психрометров для намерения влажности при точных интерференционных измерениях длин).

2. *Измерительные установки.* Для измерения какой-либо величины или одновременно нескольких величин иногда бывает недостаточно одного измерительного прибора. В этих случаях создают целые комплексы расположенных в одном месте и функционально объединенных друг с другом средств измерений (мер, преобразователей, измерительных приборов и вспомогательных средств), предназначенных для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем.

3. *Измерительные системы* - это средства и устройства, территориально разобщённые и соединённые каналами связи. Информация может быть представлена в форме, удобной как для непосредственного восприятия, так и для авто магической обработки, передачи и использования в автоматизированных системах управления.

## 7 Погрешность измерений.

Всякий процесс измерения независимо от условий, в которых его проводят, сопряжен с погрешностями, которые искажают представление о действительном значении измеряемой величины.

*Погрешность измерений* - это **отклонение** значений величины, найденной **путём** её измерения, **от истинного** (действительного) значения измеряемой величины.

*Погрешность прибора* - это разность между показанием прибора и истинным (действительным) значением измеряемой величины.

Разница между погрешностью измерения и погрешностью прибора заключается в том, что погрешность прибора связана с определёнными условиями его поверки.

Погрешность может быть абсолютной и относительной.

*Абсолютной* называют погрешность измерения, выраженную в тех же единицах, что и измеряемая величина. Например, 0,4В; 2,5 мкм и т. д. Абсолютная погрешность

$$\Delta = A - X_{\text{ист}} = A - X_{\text{д}}$$

где A - результат измерения;

$X_{\text{ист}}$  - истинное значение измеряемой величины;

$X_{\text{д}}$  - действительное значение измеряемой величины.

*Относительная* погрешность измерения представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины и выражается® в процентах или долях измеряемой величины:

$$B = A - X_{\text{ист}} / X_{\text{ист}} = \Delta / X_{\text{ист}} = \Delta / X_{\text{д}}$$

В зависимости от условий измерения погрешности подразделяется на статические и динамические.

*Статической* называют погрешность, не зависящую от скорости изменения измеряемой величины во времени.

*Динамической* называют погрешность, зависящую от скорости изменения измеряемой величины во времени. Возникновение динамической погрешности обусловлено инерционностью элементов измерительной цепи средства измерений. Динамической погрешностью средства измерений является разность между погрешностью средства измерений в динамических условиях и его статической погрешностью\* соответствующей значению величины в данный момент времени.

### **7.1 Систематические и случайные погрешности.**

*Систематической погрешностью* называется погрешность остающаяся постоянной или закономерно изменяющейся во времени при повторных измерениях одной и той же величины.

Примером систематической погрешности, закономерно изменяющейся во времени, может служить смещение настройки прибора во времени.

*Случайной погрешностью* измерения называется погрешность, которая при многократном измерении одного и того же значения не остаётся постоянной. Например, при измерении валика одним и тем же прибором в одном и том же сечении получают различные значений измеренной величины.

Систематические и случайные погрешности чаще всего появляются одновременно.

Для выявления систематической погрешности производят многократные измерения образцовой меры и по полученным результатам определяют среднее значение размера. Отклонение среднего значения от размера образцовой меры характеризует систематическую погрешность, которую называют "средней арифметической погрешностью, или "средним арифметическим отклонением".

Систематическая погрешность всегда имеет знак отклонения или «- ». Систематическая погрешность может быть исключена введением поправки.

При подготовке к точным измерениям необходимо убедиться в отсутствии постоянной систематической погрешности в данном ряду измерений. Для этого нужно повторить измерения, применив при этом уже другие средства измерения. По возможности нужно изменить и общую обстановку опыта - производить его в другом помещении, в другое время суток.

Прогрессивные и периодические систематические погрешности в противоположность постоянным можно обнаружить при многократных измерениях.

Обработка данных и оценка параметров случайных погрешностей производится методами математической статистики.

### **7.2 Причины возникновения погрешностей измерения.**

Имеется ряд слагаемых погрешностей, которые являются доминирующими в общей погрешности измерения. К ним относятся:

1. *Погрешности, зависящие от средств измерения.* Нормируемую допустимую погрешность измерительного средства следует рассматривать как погрешность измерения при одном из возможных вариантов использования этого измерительного средства, поскольку проверка точности данных приборов заключается чаще всего в измерении им эталона.

2. *Погрешности, зависящие от установочных мер.* Установочные меры могут быть универсальными (концевые меры) и специальными (изготовленными по виду измеряемой детали). Погрешность измерения будет меньше, если установочная мера будет максимально подобна измеряемой детали по конструкции, массе, материалу, его физическим свойствам, способу базирования и т.д. Погрешности от концевых мер длины возникают из-за погрешности изготовления (классы) или погрешности аттестации (разряды), а также из-за погрешности их притирки.

1. *Погрешности, зависящие от измерительного усилия.* При оценке влияния измерительного усилия на погрешность измерения необходимо выделить упругие деформации установочного узла и деформации в зоне контакта измерительного наконечника с деталью.

2. *Погрешности, происходящие от температурных деформации* (температурные погрешности). Погрешности возникают из-за разности температур объекта измерения и измерительного средства. Существуют два основных источника, обуславливающих погрешность от температурных деформаций: отклонение температуры воздуха от 20° С и кратко-временные колебания температуры воздуха в процессе измерения.

3. *Погрешности, зависящие от оператора* (субъективные погрешности). Возможны четыре вида субъективных погрешностей:

*погрешность отсчитывания* (особенно важна, когда обеспечивается погрешность измерения, не превышающая цену деления); *погрешность присутствия* (проявляется в виде влияния теплоизлучения оператора на температуру окружающей среды, а тем самым и на измерительное средство);

*погрешность действия* (вносится оператором при настройке прибора); *профессиональные погрешности* (связаны с квалификацией оператора, с отношением его к процессу измерения).

4. *Погрешности при отклонениях от правильной геометрической формы.* При измерении деталей с целью учета возможной погрешности формы рекомендуется: измерение производить в нескольких точках (как правило, в шести); у установочных деталей перед аттестацией измерить отклонение от геометрической формы; на образцовой детали с отклонениями формы выделить и маркировать участок, аттестовать его и по нему производить настройку; при выяснении "действующих" размеров деталей следует стремиться использовать измерительные наконечники по конфигурации, идентичные сопрягаемой детали

("действующий" размер - это размер, который будет действовать в машине и выполнять своё служебное назначение).

5. *Дополнительные погрешности при измерении внутренних размеров.* К специфическим погрешностям измерения отверстий относятся:

- погрешности, возникающие при смещении линии измерения относительно контролируемого диаметра как в плоскости, перпендикулярной к оси контролируемого отверстия, так и в осевой плоскости;
- погрешности, вызванные шероховатостью поверхности отверстия, особенно при использовании ручных приборов;
- погрешности, обусловленные динамикой процесса совмещения линии измерения одновременно в двух плоскостях;
- погрешности от настройки прибора на размер.

### 7.3. Оценка точности геодезических измерений

По точности результаты геодезических измерений разделяют на равноточные и неравноточные. Под равноточными понимают измерения, полученные при измерениях одинаковыми по точности инструментами, наблюдателями одинаковой квалификации, по одинаковой методике, в одинаковых условиях. Если хотя бы одно из указанных условий не соблюдается, то измерения относят к неравноточным.

Ошибки измерений по причинам их возникновения подразделяются на личные, инструментальные, ошибки внешней среды. По характеру действия на измеряемую величину ошибки измерений подразделяют на грубые, случайные, систематические.

**Грубые ошибки** - это ошибки, вызванные промахами или просчетами наблюдателя, неисправностями приборов, грубым нарушением технологии работ. Для выявления и устранения грубых ошибок необходимо выполнять повторные измерения.

**Систематические ошибки** - это такие Ошибки, которые возникают вследствие определенных причин и действуют на результаты измерений по определенному закону. Так, при измерении расстояний стальной лентой систематическими являются ошибки, вызванные изменением длины самой стальной ленты вследствие изменения температуры. Эти ошибки могут быть устранены из результатов наблюдений путем изучения закона их действия на результаты измерений и введения соответствующих поправок в результаты измерений.

**Случайные ошибки** всегда сопутствуют измерениям. Они не могут быть выявлены из одного измерения, их закономерности проявляются только при производстве массовых измерений. Случайные ошибки обладают следующими свойствами:

1. Свойство предела - при определенных условиях измерений случайные ошибки не превосходят наперед заданной величины (предела).
2. Свойства знака - положительные и отрицательные случайные ошибки появляются в измерениях одинаково часто.

3. Свойство величины - меньшие по абсолютной величине случайные ошибки встречаются в измерениях чаще, чем большие.
4. Свойство компенсации - при неограниченно большом числе измерений предел среднего арифметического из алгебраической суммы случайных ошибок равен:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{[\Delta]}{n} = 0$$

При производстве геодезических измерений (измерений длин, превышений, углов на земной поверхности) возникает необходимость оценить их точность.

### ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РАВНОТОЧНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Пусть  $x_1, x_2, \dots, x_n$  - результаты измерения какой-либо величины.

Оценка точности равноточных измерений производится по следующим формулам и в следующем порядке:

1. Находят вероятнейшее (более надежное) значение измеренной величины, им является среднее арифметическое значение:

$$X_{\text{вер}} = \bar{x} = \frac{[x]}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

где  $n$  - число всех измерений.

2. Вычисляют отклонения измеренных значений от среднего арифметического (вероятнейшего значения)  $V = x_i - \bar{x}$  с контролем  $[V] = 0$

3. Вычисляют  $[V^2] = V_1^2 + V_2^2 + \dots + V_n^2$

4. Вычисляют среднюю квадратичную ошибку одного (каждого) измерения:

$$m = \sqrt{\frac{[V^2]}{n-1}}, \text{ (формула Бесселя)}$$

5. Вычисляют среднюю квадратичную ошибку вероятнейшего значения:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

**Пример 1.** Расстояние измерено стальной лентой пять раз. Результаты измерений приведены в таблице 1. Произвести оценку точности измерений, т.е. вычислить:

1. вероятнейшее значение измеренного расстояния;
2. среднюю квадратичную ошибку одного измерения;
3. среднюю квадратичную ошибку (истинную и относительную) вероятнейшего значения.

Таблица 1.

Номер измерений	Результаты измерений, м	Отклонения $V_i = X_i - X_{\text{вер}}, \text{см}$	$V^2$
1	162,28	-8	64
2	162,32	-4	16
3	162,55	3+19	4361
4	162,45	+9	581
5	162,21	-15	225

$$X_{\text{вер}} = 162,36 \quad [V] = +1 \quad [V^2] = +747$$

### Решение

1. Вероятнейшее значение измеренного расстояния:

$$X_{\text{вер}} = \bar{x} = 162 + \frac{0,28 + 0,32 + 0,55 + 0,45 + 0,21}{5} = 162 + \frac{1,81}{5} = 162,36 \text{ м}$$

2. Отклонения измеренных значений от среднегоарифметического (вероятнейшего значения):

$$V_1 = 162,28 - 162,36 = -0,08 \text{ м} = -8 \text{ см}$$

$$V_2 = 162,32 - 162,36 = -0,04 \text{ м} = -4 \text{ см} \quad \text{и т.д.}$$

$$\text{контроль } [V] = -8 - 4 + 19 + 9 - 15 = +1 \text{ см}$$

$$3. [V^2] = 8^2 + 4^2 + 19^2 + 9^2 + 15^2 = 747 \text{ см}^2$$

4. Средняя квадратичная ошибка одного измерения:

$$m = \sqrt{\frac{747}{5-1}} = \pm 13,7 \text{ см}$$

5. Средняя квадратичная ошибка вероятнейшего значения:

$$M = \frac{13,7}{\sqrt{5}} = \pm 6,1 \text{ см}$$

6. Относительная ошибка вероятнейшего значения (знаменатель относительной ошибки принято округлять до целых сотен):

$$\frac{1}{N} = \frac{M}{X_{\text{вер}}} = \frac{6,1 \text{ см}}{162,36 \text{ м}} = \frac{0,061 \text{ м}}{162,36 \text{ м}} = \frac{1}{2600}$$

В практике геодезических измерений для контроля и исключения грубых ошибок все измерения выполняют дважды. Такие измерения называют двойными. Примером двойных

измерений являются измерение углов в теодолитном ходе двумя полуприемами, превышений по красной и черной сторонам реек в ходах геометрического нивелирования, длин сторон теодолитного хода в прямом и обратном направлениях и т. д.

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПО РАЗНОСТЯМ ДВОЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Оценка точности по разностям двойных равноточных измерений выполняется в следующем порядке:

1 . Вычисляют разности двойных измерений:

$$d_i = x_i' - x_i''$$

где  $x_i'$  - первый ряд измерений;

$x_i''$  - второй ряд измерений.

2. Вычисляют среднюю квадратическую ошибку разности

$$m_d = \sqrt{\frac{[d^2]}{n}}$$

где  $n$  - число разностей  $d$ .

3. Вычисляют среднюю квадратическую ошибку одного измерения

$$m_x = \sqrt{\frac{[d^2]}{2n}}$$

4. Вычисляют среднюю квадратическую ошибку среднего из двух измерений значения

$$m_x = \frac{m_x}{\sqrt{2}}$$

**Пример 2.** Длины сторон теодолитного хода измерены стальной лентой дважды, в прямом и обратном направлениях. Результаты измерений приведены в таблице 2. Произвести оценку точности, т.е. вычислить среднюю квадратическую ошибку разности  $d$ , среднюю квадратическую ошибку среднего из двух измерений значения.

Таблица 2. Оценка точности по разности двойных равноточных измерений.

Номер измерений	Результаты измерений, м		Разности А. см дсм	d <sup>2</sup>
	x'	x''		
1	168,15	168,34	-19	361
2	216,50	216,30	+20	400
3	162,83	162,97	-14	196
4	217,08	216,85	+23	529
5	186,54	186,66	-11	121

$$[d^2] = 1607$$

### Решение

1. Вычисляют разности двойных измерений

$$d_1 = 168,15\text{м} - 168,34\text{м} = -0,19\text{м} = -19\text{см}$$

$$d_2 = 216,50\text{м} - 216,30\text{м} = +0,20\text{м} = +20\text{см} \quad \text{и т.д.}$$

$$[d^2] = 19^2 + 20^2 + 14^2 + 23^2 + 11^2 = 1607 \text{ см}^2$$

2. Вычисляют среднюю квадратическую ошибку разности измерений

$$m_d = \sqrt{\frac{1607 \text{ см}^2}{5}} = \pm 17,9 \text{ см}$$

3. Вычисляют среднюю квадратическую ошибку одного

измерения

$$m_x = \sqrt{\frac{1607 \text{ см}^2}{10}} = \pm 12,7 \text{ см}$$

4. Вычисляют среднюю квадратическую ошибку среднего значения из двух измерений

$$m_x = \frac{12,7 \text{ см}}{\sqrt{2}} = \pm 9,0 \text{ см}$$

### ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ НЕРАВНОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Для оценки точности неравноточных измерений вводится понятие веса измерений. **Вес измерения Р**- число, характеризующие степень надежности измерения, степень доверия к результату измерения.

Оценка точности неравноточных измерений всегда начинается с вычисления веса измерений. Если известны средние квадратичные ошибки  $m_i$  измерений, то их веса вычисляют по формуле:

$$P_i = \frac{C}{m_i^2}$$

где - C - коэффициент пропорциональности, при выборе которого руководствуются только удобством последующих вычислений.

Желательно так выбирать коэффициент пропорциональности, чтобы значения весов не были слишком большими или слишком маленькими.

Если средние квадратические ошибки измерений неизвестны, то веса устанавливают, исходя из логических соображений:

в угловых измерениях веса вычисляют пропорционально числу приемов  $n$  измерений углов  $P = C = n$  ;

в нивелировании веса превышений и отметок, полученных по нивелирным ходам, обратно пропорциональны длинам  $L_x$  ходов:  $P_i = \frac{C}{L_i}$

Вероятнейшим (наиболее надежным) значением измеренной величины является среднее весовое значение (или общая арифметическая середина), вычисляемое по формуле:

$$x_{\text{вер}} = \frac{[x \cdot p]}{[p]} = \frac{x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + \dots + x_n \cdot p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n}$$

После вычисления вероятнейшего значения измеренной величины, находят поправки  $V_i = x_i - x_{\text{вер}}$ , величины  $p_i V_i$ , сумму

$$[pV] \text{ с контролем } [pV] = 0 \text{ и } [pV^2] = p_1 \cdot V_1^2 + p_2 \cdot V_2^2 + \dots + p_n \cdot V_n^2$$

Затем вычисляют среднюю квадратическую ошибку единицы веса (т.е. измерения, вес которого равен 1) по формуле

$$\mu = \sqrt{\frac{[pV^2]}{n-1}}$$

Вычисляют среднюю квадратическую ошибку вероятнейшего значения:  $M = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}$

При оценке точности измеренных расстояний и площадей вычисляют относительную ошибку  $\frac{1}{N} = \frac{M}{x_{\text{вер}}}$  с округлением знаменателя до целых сотен.

При оценке точности нивелирования вычисляют среднюю квадратическую ошибку километра нивелирного хода:

$$m_{\text{км}} = \frac{\mu}{\sqrt{C}}$$

где  $C$  - коэффициент пропорциональности принятый при вычислении весов измерений.

**Пример 3.** Отметки точки М получены по трем ходам нивелирования. Полученные значения отметок и длины ходов приведены в табл.3. Произвести оценку точности:

1. Вычислить вероятнейшее значение отметки точки М.

2. Вычислить среднюю квадратическую ошибку единицы веса и вероятнейшего значения.

Таблица 3. Оценка точности неравноточных измерений

№ измер.	Отметки $H_i$ , см	Длина хода $L_i$ , км	Вес $p = \frac{C}{L_i}$	Поправки $V_i = H_i - H_{\text{вер}}$ мм	$pV$ , мм	$pV^2$ , мм <sup>2</sup>
1	212,716	2	0,50	+7	+3,5	24,50
2	212,710	4	0,25	+1	+0,25	0,25
3	212,705	1	1,00	-4	-4,0	16,00

$$[p] = 1,75 \quad [pV] = -0,25 \quad [pV^2] = 40,75$$

### Решение

1. Вычисляем веса измерений по формуле  $p = \frac{C}{L_i}$ , приняв  $C=1$ .

$$P_1 = \frac{1}{2} = 0,50 \quad P_2 = \frac{1}{4} = 0,25 \quad P_3 = \frac{1}{1} = 1,00 \quad \text{и} \quad [p] = 0,50 + 0,25 + 1,00 = 1,75$$

2. Вычисляем вероятнейшее значение отметки

$$H_{\text{вер}} = 212,7 + \frac{0,016 \cdot 0,50 + 0,010 \cdot 0,25 + 0,005 \cdot 1}{1,75} = 212,7 + \frac{0,0155}{1,75} = 212,709 \text{ м}$$

Вычисляем вероятнейшие поправки:

$$V_1 = 212,716 - 212,709 = +0,007 \text{ м} = +7 \text{ мм},$$

$$V_2 = 212,710 - 212,709 = +0,001 \text{ м} = +1 \text{ мм},$$

$$V_3 = 212,705 - 212,709 = -0,004 \text{ м} = -4 \text{ мм};$$

3. Вычисляем произведения  $p_1V_1$ ,  $p_2V_2$ ,  $p_3V_3$  и  $[pV] = -0,25$  (контроль  $[pV] \approx 0$ ).

4. Вычисляем произведения

$$p_1V_1^2 = p_1V_1 \times V_1 = 3,5 \times 7 = 24,50$$

$$p_2V_2^2 = p_2V_2 \times V_2 = 0,25 \times 1 = 0,25$$

$$p_3V_3^2 = p_3V_3 \times V_3 = (-4,0) \times (-4) = 16$$

и сумму  $[pV^2] = 40,75$ .

5. Средняя квадратическая ошибка единицы веса ( т.е. измерения, вес которого равен 1) равна

$$\mu = \sqrt{\frac{40,75 \text{ мм}^2}{3-1}} = \pm 4,5 \text{ мм}$$

Из формулы  $p = \frac{l}{L}$  следует, что вес  $P=1$ , если длина хода  $L = 1$  км

Следовательно,  $\mu = \pm 4,5$  мм - это средняя квадратическая ошибка определения превышения в ходе длиной 1 км. Средняя квадратическая ошибка вероятнейшего значения отметки:

$$M = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{4,5 \text{ мм}}{1,75} = \pm 3,4 \text{ мм}$$

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ФУНКЦИИ ИЗМЕРЕННЫХ ВЕЛИЧИН

При производстве геодезических работ, как правило, измеряются некоторые величины, а оценить надо точность не этих измеренных величин, а их функций.

Тогда оценка точности функций измеренных величин производится по формулам, приведенным в таблице 4.

Таблица 4. Оценка точности функций измеренных величин

Вид функции	Пояснения	Формулы для оценки точности функции
$Z = k x$	$x$ - величина, измеренная со ср. кв. ошибкой	$m_z = k x m_x$
	$m_x$ $k$ - постоянная (точная) величина	
$Z = x \pm y$	$x, y$ - величины, измеренные со ср. кв. ошибками $m_x$ и $m_y$ соответственно	$m_z = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}$
$Z = k_1 x_1 \pm k_2 x_2 \pm \dots \pm k_n x_n$	$x_1, x_2, \dots, x_n$ - величины измеренные со ср. кв. ошибками $m_1, \dots, m_2, \dots, m_n$ . $k_i$ - постоянные (точные) величины	$m_z = \sqrt{k_1^2 m_1^2 + k_2^2 m_2^2 + \dots + k_n^2 m_n^2}$

**Пример 4.** Расстояние  $S$  измерено по частям ( $S = S_1 + S_2$ ). Часть расстояния  $S_1 = 120$  м измерена со средней квадратической ошибкой  $m_1 = \pm 8$  см, а вторая часть  $S_2 = 76$  м и  $m_2 = 6$  см. Оценить точность вычисления расстояния  $S$ .

Решение

Расстояние  $S = 196$  м измерено с абсолютной квадратической ошибкой  $m_S = \pm 10$  см.  
Относительная ошибка  $1/N = 1/2000$

## **8 Правовые основы обеспечения единства измерений.**

Закон Российской Федерации № 133-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» от 28.07.2012, настоящий Закон устанавливает правовые основы обеспечения единства измерений в Российской Федерации, регулирует отношения государственных органов управления Российской Федерации с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений и направлен на защиту прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики Российской Федерации от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

### **Цели Закона состоят в следующем:**

- Установление правовых основ обеспечения единства измерений в Российской Федерации;
- ◆ Защита прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики Российской Федерации от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;
- ◆ Содействие научно-техническому и экономическому прогрессу на основе применения государственных эталонов единиц величин и использования результатов измерений гарантированной точности;
- ◆ Создание благоприятных условий для развития международных и межфирменных связей;
- ◆ Регулирование отношений государственных органов управления РФ с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта продажи и импорта средств измерений;
- ◆ Адаптация российской системы измерений к мировой практике.

Особенность Закона в отличие от зарубежных законодательных положений по метрологии заключается в том, что, несмотря на основные сферы его приложения — торговля, здравоохранение, защита окружающей среды, внешнеэкономическая деятельность, он распространяется на некоторые области производства в части калибровки средств измерений метрологическими службами юридических лиц с использованием эталонов, соподчиненных

государственным эталонам единиц величин. Закон предоставляет право аккредитованным метрологическим службам юридических лиц выдавать сертификаты о калибровке от имени органов и организаций, которые их аккредитовали.

В Российской Федерации отношения, связанные с обеспечением единства измерений, регулируются лишь федеральными законодательными актами. Исключением из этого правового положения является предоставление субъектам Федерации в России возможности принимать нормативные акты по некоторым вопросам государственного метрологического контроля и надзора.

### **Основные понятия, применяемые в законе**

*Единство измерений* - состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью;

*Средство измерений* - техническое устройство, предназначенное для измерений, имеющие нормированные метрологические характеристики.

*Эталон единицы величины* - средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины (или кратных либо дольных значений единицы величины) с целью передачи ее размера другим средствам измерений данной величины;

*Нормативные документы по обеспечению единства измерений* - государственные стандарты, применяемые в установленном порядке международные (региональные) стандарты, правила, положения, инструкции и рекомендации;

*Метрологическая служба* - совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений;

*Метрологический контроль и надзор* - деятельность, осуществляемая органом государственной метрологической службы (государственный метрологический контроль и надзор) или метрологической службой юридического лица, в целях проверки соблюдения установленных метрологических правил и норм;

*Проверка средства измерений* - совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям;

*Калибровка средства измерений* - совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средства измерений, не подлежащего государственному метрологическому контролю и надзору;

*Сертификат об утверждении типа средств измерений* - документ, выдаваемый уполномоченным на то государственным органом, удостоверяющий, что данный тип средств измерений утвержден в порядке, предусмотренном действующим законодательством, и соответствует установленным требованиям;

*Аккредитация на право поверки средств измерений* - официальное признание уполномоченным на то государственным органом полномочий на выполнение поверочных работ;

*Лицензия на изготовление (ремонт, продажу, прокат) средств измерений* - документ, удостоверяющий право заниматься указанными видами деятельности, выдаваемый юридическим и физическим лицам органом государственной метрологической службы;

*Сертификат о калибровке* - документ, удостоверяющий факт и результаты калибровки средства измерений, который выдается орга-

• низацией, осуществляющей калибровку;

*Контроль* — проверка соответствия контролируемого объекта установленным требованиям;

*Надзор*—наблюдение специально уполномоченных органов за выполнением соответствующих норм. требований.

## **9 Поверка и калибровка средств измерений.**

### **9.1. Общие сведения**

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» определяет *поверку* как совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы или другими уполномоченными на то органами и организациями для определения и подтверждения соответствия средств измерений установленным техническим требованиям.

Средства *измерений*, подлежащие государственному метрологическому контролю *и* надзору, поверяются при выпуске из производства или ремонта, импорту и в процессе эксплуатации.

Допускается продажа и выдача напрокат только поверенных средств измерения. Сотрудник метрологической службы, осуществляющий поверку, должен быть аттестован в качестве *поверителя* в соответствии с ПР 50-2.012-4.

Результатом доверен является признание пригодности или непригодности средства измерения к применению. Если измерительное средство признано пригодным, то на него и (или) техническую документацию наносится оттиск *поверительного клейма* и (или) выдается “Свидетельство о поверке”. Если измерительное средство признано непригодным, то оттиск доверительного клейма и (или) “Свидетельство о поверке” аннулируется и выписывается

"Извещение о непригодности" или делается соответствующая запись в технической документации.

### **Виды поверок:**

1. *Первичная поверка* проводится для средств измерений утвержденных типов при выпуске их из производства, после ремонта, при ввозе из-за границы.
2. *Периодическая поверка* проводится для средств измерений, находящихся в эксплуатации, через определенные межповерочные интервалы. Необходимость поверки обусловлена возможностью утраты измерительным средством метрологических показателей из-за временных и других воздействий.
3. *Внеочередная поверка* проводится: при необходимости подтверждения пригодности средства измерений к применению.
4. *Экспертная поверка* проводится при возникновении разногласий по вопросам, относящимся к метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.
5. *Инспекционная поверка* выполняется в рамках государственного надзора или ведомственного контроля, для контроля качества первичных или периодических поверок и определения пригодности средств измерений к применению.

### **9.2. Калибровка средств измерений**

В настоящее время в Российской Федерации с переходом к рынку возникла необходимость поиска новых форм организации метрологической деятельности, которые соответствовали бы рыночным отношениям в экономике. Одной из таких форм является организация Российской системы калибровки (РСК). Контроль средств измерений на предмет их пригодности к применению в мировой практике осуществляется двумя основными видами: поверкой и калибровкой.

*Калибровка средства измерения* — это совокупность операций, выполняемых калибровочной лабораторией с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности средства измерений к применению в сферах, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору в соответствии с установленными требованиями.

Результаты калибровки средств измерений удостоверяются *калибровочным знаком*, наносимым на средства измерений, или *сертификатом о калибровке*, а также *записью в эксплуатационных документах*.

Поверку (обязательная госповерка) может выполнять, как правило, орган государственной метрологической службы, а калибровку — любая аккредитованная и не аккредитованная организация.

Поверка обязательна для средств измерений, применяемых в сферах, подлежащих Государственному метрологическому контролю (ГМК), калибровка же - процедура добровольная, поскольку относится к средствам измерений, не подлежащим ГМК. Предприятие вправе самостоятельно решать вопрос о выборе форм и режимов контроля состояния средств измерений, за исключением тех областей применения средств измерений, за которыми государства всего мира устанавливают свой контроль - это здравоохранение, безопасность труда, экология и др.

Освободившись от государственного контроля, предприятия попадают под не менее жесткий контроль рынка. Это означает, что свобода выбора предприятия по «метрологическому поведению» является относительной, все равно необходимо соблюдать метрологические правила.

Желание иметь конкурентоспособную продукцию побуждает предприятия иметь измерительные средства, дающие достоверные результаты.

Внедрение системы сертификации продукции дополнительно стимулирует поддержание измерительных средств на соответствующем уровне. Это согласуется с требованиями систем качества, регламентируемыми стандартами ИСО серии 9000.

Построение Российской системы калибровки (РСК) основывается на следующих принципах: добровольность вступления; обязательность получения размеров единиц от государственных эталонов; профессионализм и компетентность персонала; самокупаемость и самофинансирование.

Основное звено РСК — *калибровочная лаборатория*. Она представляет собой самостоятельное предприятие или подразделение в составе метрологической службы предприятия, которое может осуществлять калибровку средств измерений для собственных нужд или для сторонних организаций. Если калибровка проводится для сторонних организаций, то калибровочная лаборатория должна быть аккредитована органом РСК. Аккредитацию осуществляют государственные научные метрологические центры или органы Государственной метрологической службы в соответствии со своей компетенцией и требованиями, установленными в ГОСТ 51000.2-95 «Общие требования к аккредитуемому органу».

Порядок аккредитации метрологической службы утвержден постановлением Госстандарта РФ от 28 декабря 1995 г. № 95 «Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ».

### 9.3 Способы и методы поверки.

*Комплектная поверка средств измерений.* При комплектов поверке средство измерений поверяют в целом — в полном комплекте всех его составных частей, и суждение о его пригодности выносят на основании измерений известных или параллельно измеряемых величин. Средство измерений действует при этом так, как оно действовало бы при его практическом применении.

*Непосредственное сличение* (без применения компарирующих приборов) применяют при поверке штриховых мер длины (линейки, брусковые метры, рулетки), мер вместимости (мерные колбы, цилиндры и т.п.). Более широко используют непосредственное сличение показаний поверяемого и эталонного приборов при измерении одной и той же величины, например при погружении эталонного и рабочего термометров в термостат.

*Сличение мер при помощи компарирующего устройства* и значительно повышает точность поверки. Наиболее часто используемые компараторы это весы (сличение гирь), мосты ПОСТОЯННОГО и переменного тока (сличение мер сопротивления), компараторы для точных сличений мер длины. Компаратор должен обладать чувствительностью, позволяющей обнаружить изменение измеряемой величины, не превышающее погрешности эталонной меры. Другим важным требованием, предъявляемым к компараторам, является стабильность их метрологических характеристик. Для выполнения этого требования используют целый ряд специальных приемов и операций. Контроль стабильности осуществляют при поверке компараторов. Обеспечение высокой точности при выполнении поверок с применением компараторов позволяет широко их использовать при сличении эталонов (рабочих с вторичными и вторичных с первичными).

*Поверка по эталонной мере* сводится к измерению величины, воспроизводимой эталонной мерой, или к измерению некоторой величины, которая одновременно сопоставляется со значением эталонной меры. Например, поверка штангенциркуля осуществляется путем «измерения» концевой меры длины, помещаемой между его губками. О погрешности судят по разности между показанием штангенциркуля и значением меры, которое принимается за условно-истинное.

*Поэлементная поверка средств измерений* Точность комплектной поверки в большинстве случаев не вызывает сомнений. Однако иногда целесообразнее проводить поверку поэлементно. Поэлементной называют поверку средств измерений, проводимую путем измерения параметров отдельных его частей с последующим вычислением значений измеряемой им величины.

Одной из причин, побуждающих применять поэлементную поверку, является большая трудоемкость комплектного способа или сложность подбора эталонов для поверки средства измерений при *большом* разнообразии его показаний.

На практике поэлементную поверку нередко проводят в сочетании с комплектной. Кроме отдельных частей средства измерений и расчета погрешностей производят его комплектную поверку при некоторых характерных показаниях,

*Поверка измерительных приборов сравнения* Компараторы (измерительные приборы сравнения) также подлежат поверке. Компараторы не дают показаний, выраженных в тех или иных единицах, что обуславливает специфические особенности их поверки.

Задача, которая ставится при их поверке, сводится к выявлению тех погрешностей, которые может внести в результаты измерений прибор сравнения при различных условиях его Применения Поверка приборов сравнения часто осуществляется поэлементно Так как прибор сравнения является устройством, устанавливающим определенное отношение между значением измеряемой величины и изменением меры, то в первую очередь поверке подлежит правильность воспроизведения им этого отношения.

*Поверка измерительных преобразователей.* Основной характеристикой измерительных преобразователей является отношение между значениями измеряемой величины на их входе и выходе. Эти величины не только могут отличаться размером, но и быть разнородными.

Поверка правильности отношения, т.е. соответствия их номинальному значению, является важнейшей операцией поверки измерительных преобразователей. Определение действительного значения отношений в преобразователях напоминает определение отношений плеч в приборах сравнения. При поэлементной поверке измеряют отдельные части преобразователя, а затем вычисляют отношение. При комплектной поверке преобразователи поверяют в действии, причем и на их входе, и на выходе производят измерения с помощью эталонов Отношение показаний этих средств измерений (если необходимо, после введения поправок) принимают за действительный коэффициент (отношение) преобразования.

#### **9.4. Технологическая поверка геодезических приборов**

Технологическая поверка геодезического СИ - совокупность операций, выполняемых исполнителем до начала и (или) в процессе геодезических работ с целью определения технических характеристик СИ, необходимых для подтверждения готовности СИ к измерениям.

## 1. Поверка нивелира

### 1.1. Поверка круглого уровня.

- используя подъемные винты приведите пузырек в центр круглого уровня;
- поверните инструмент на 180 градусов;

Пузырек не должен сместиться из центра (допуск - половина пузырька). Если пузырек сместился, выполните юстировку в следующем порядке:

- скомпенсируйте половину смещения пузырька с помощью подъемных винтов;
- устраните оставшуюся половину смещения вращением юстировочных винтов круглого уровня;
- повторяйте описанные выше действия до полного устранения смещения пузырька уровня при повороте зрительной трубы в любом направлении.

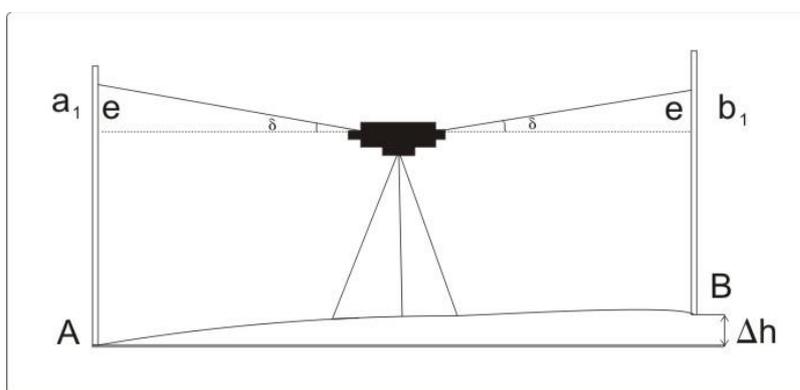
### 1.2. Проверка компенсатора

- приведите пузырек в центр круглого уровня;
- навидитесь на четкую цель, после чего поверните подъемный винт на 1/4 оборота вправо или влево и проконтролируйте смещение горизонтальной нити сетки нитей нивелира относительно цели. Нить должна дернуться и вернуться на прежнее место.

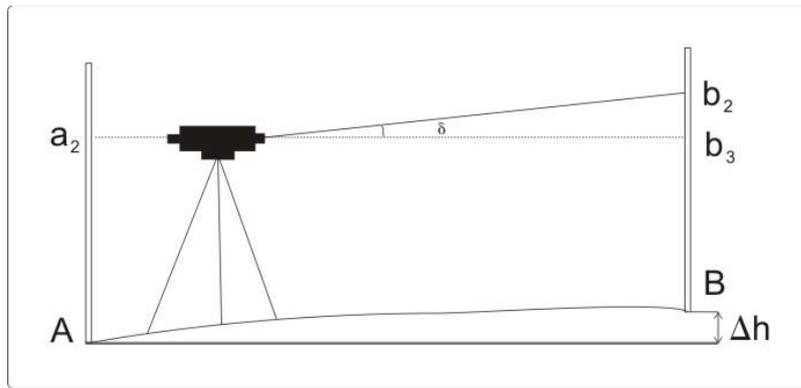
Аналогичная поверка может быть выполнена следующим образом:

- приведите пузырек в центр круглого уровня;
- при наблюдении четкой цели слегка стукните по ножкам штатива или корпусу прибора;
- горизонтальная нить должна слегка дернуться и вернуться на прежнее место, указывая тем самым на нормальную работу компенсатора.

1.3. Поверка угла «i». Отгоризонтируйте прибор и возьмите отсчет по рейкам А и В. Превышение между А и В  $\Delta h = a_1 - b_1$ .



Переместите прибор и установите его на расстоянии 1-2 м от рейки А. Отгоризонтируйте прибор и возьмите отсчеты  $a_2$  и  $b_2$  по рейкам А и В соответственно. Если  $|(a_2 - b_2) - (a_1 - b_1)| \leq 3$  мм, дальнейшая юстировка не требуется. В противном случае сделайте следующее:



Наведите прибор на рейку В и снимите защитный кожух окуляра. Используя юстировочную шпильку, вращайте юстировочный винт, пока отсчет  $b_3$  по рейке В не станет равным  $b_3 = a_2 - \Delta h$ . Повторяйте все вышеописанные действия до тех пор, пока  $|(a_2 - b_2) - (a_1 - b_1)| \leq 3$  мм

## 2. Проверка тахеометра

### 2.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие тахеометра следующим требованиям:

- отсутствие коррозии, механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики тахеометра;
- наличие маркировки и комплектности согласно требованиям эксплуатационной документации на тахеометр;
- оптические системы должны иметь чистое и равномерно освещенное поле зрения.
- отсутствие качки и смещений неподвижно соединенных деталей и элементов тахеометра;
- плавность и равномерность движения подвижных частей тахеометра;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных узлов и режимов;
- правильность установки сетки нитей зрительной трубы;
- правильность работы встроенных программ.

### 2.2. Проверка уровня

- приведите инструмент к горизонту и проверьте положение пузырька цилиндрического уровня.
- поверните верхнюю часть инструмента на  $180^\circ$  и проверьте положение пузырька. Если пузырек остался на месте, то юстировка не нужна. Если пузырек сместился из центра, выполните юстировку следующим образом:
  - уберите половину смещения пузырька вращением подъемного винта;
  - уберите оставшуюся половину смещения пузырька, вращая юстировочный винт

цилиндрического уровня шпилькой.

Поворачивайте верхнюю часть инструмента и продолжайте юстировку до тех пор, пока при любом положении инструмента пузырек будет оставаться в центре.

### *2.3. Определение места нуля компенсатора*

Чтобы устранить ошибку места нуля компенсатора, выполните следующие процедуры.

- тщательно приведите инструмент к горизонту. При необходимости проведите поверку и юстировку цилиндрического уровня;
- выберите пункт меню, отвечающий за юстировки (в зависимости от бренда и модели это может быть «Калибровка», «Константы прибора» и др.)
- произведите измерения при двух кругах;
- убедитесь, что величины находятся в диапазоне юстировки.

### *2.4. Определение коллимационной погрешности, места нуля*

В программном обеспечении всех современных электронных тахеометров обязательно есть функция определения коллимационной ошибки и ошибки места нуля. В зависимости от модели и бренда это может быть «Калибровка», «Константы прибора» и др. Принцип определения у всех приборов один – необходимо выполнить измерения при двух кругах, после чего ПО рассчитает погрешность и внесет необходимые поправки при измерениях.

Следует выполнить не менее двух определений коллимационной погрешности, места нуля среднее арифметическое значение принять за окончательный результат.

### *2.5. Определение отклонения визирной оси оптического центрира от вертикальной оси вращения тахеометра*

- приведите инструмент к горизонту и проверьте положение пузырька цилиндрического уровня.
- поверните верхнюю часть инструмента на  $180^\circ$  и проверьте положение точки относительно сетки нитей. Если точка все еще находится в центре, никакой юстировки не требуется. Если точка сместилась из центра сетки нитей оптического отвеса, необходимо выполнить следующую юстировку:
- скорректируйте половину отклонения с помощью подъемного винта;
- снимите защитную крышку сетки нитей оптического отвеса;
- используйте 4 юстировочных винта оптического отвеса для устранения оставшегося отклонения, как показано ниже.

Когда точка появляется в нижней (верхней) части поля зрения:

- слегка ослабьте верхний (нижний) юстировочный винт и на такую же величину закрутите

нижний (верхний) юстировочный винт, чтобы поместить точку точно в центр оптического отвеса. Будьте особенно аккуратны при затягивании всех юстировочных винтов, и не затягивайте их слишком сильно.

- убедитесь, что при вращении инструмента точка стояния остается в центре оптического отвеса.

Если необходимо, выполните юстировку повторно.

- установите на место защитную крышку сетки нитей оптического отвеса.

## *2.6. Перпендикулярность сетки нитей горизонтальной оси*

- тщательно приведите прибор к горизонту;

- поместите четко различимую визирную цель в точку А на вертикальной линии сетки нитей;

- используйте винт точной наводки зрительной трубы для перемещения цели в точку В на вертикальной линии сетки нитей. Если цель перемещается параллельно вертикальной линии, юстировка не нужна.

## **9.5. Методы поверки и калибровки системы "нивелир – рейка".**

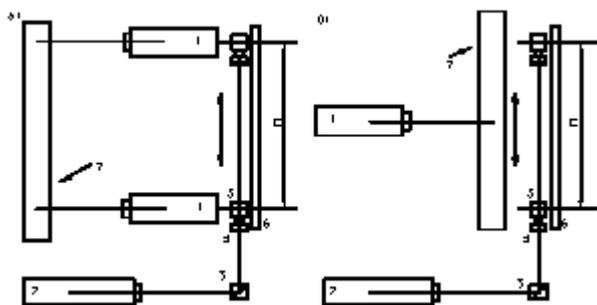
Основной метрологической погрешностью нивелира является средняя квадратическая погрешность измерений превышений на 1 км нивелирного (двойного) хода. Пути её выявления весьма трудоемки, и получение инструментальной погрешности нивелирования затруднительно. Для решения этой задачи в диссертации разработаны и исследованы методы и средства калибровки системы "нивелир-рейка".

Метод исследования системы "нивелир – рейка" при помощи растрового измерительного преобразователя разработан для получения инструментальных погрешностей системы "нивелир – рейка". В качестве эталонного средства при калибровке предложено использовать растровый измерительный преобразователь, погрешность измерения которого не превышает 3 мкм. Исследуемый нивелир устанавливается на подвижную каретку вертикального стенда совместно с растровым преобразователем. Нивелиры могут быть, как цифровые, так и оптические. В соответствии с исследуемым нивелиром выбирается рейка со штрих-кодом или с оцифрованной шкалой. Рейка устанавливается на неподвижный столик и приводится в отвесное положение с помощью круглого накладного уровня и подъемных винтов столика.

Методика проведения калибровки заключается в измерении одинаковых значений вертикальных перемещений с помощью растрового измерительного преобразователя и нивелира по рейке. При проведении калибровки предусмотрена возможность применения альтернативного эталонного средства – лазерного интерферометра (погрешность  $1\text{мкм}+1\text{ppm}$ ). Для этого отражатель интерферометра закрепляется совместно с нивелиром и измерительным

преобразователем. На рис.3 представлена схема проведения калибровки системы "нивелир – рейка".

В момент проведения исследования отсчеты по нивелиру, интерферометру и датчику измерительного преобразователя берутся одновременно и затем сравниваются. Отражатель интерферометра и нивелир должны перемещаться совместно с растровым измерительным преобразователем вдоль меры (рис.1). Эталонное превышение сравнивается с превышением, измеренным нивелиром по рейке.



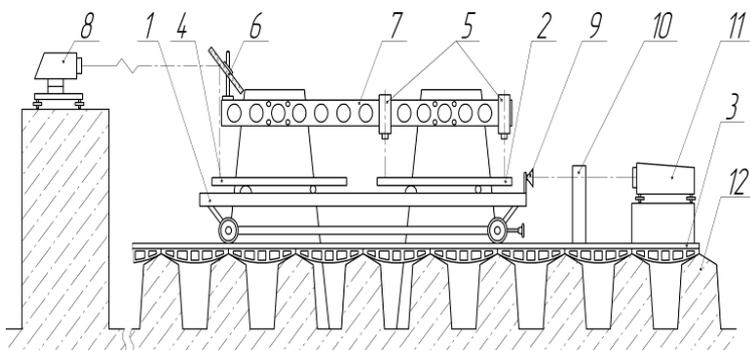
**Рис.1. Схема калибровки системы "нивелир – рейка",**

а) когда нивелир перемещается вдоль растровой меры, б) когда рейка перемещается вдоль растровой меры: 1-исследуемый нивелир, 2-лазерный интерферометр, 3-разворачивающий блок интерферометра, 4-отражатель интерферометра, 5- растровый измерительный преобразователь, 6- стеклянная растровая мера, 7- нивелирная рейка.

Разработанный метод позволяет получить инструментальную погрешность системы "нивелир – рейка", как длиннопериодическую, так и короткопериодическую составляющие. Для разделения погрешностей отдельно нивелира и отдельно рейки следует эталонировать нивелирную рейку (например, на компараторе) и затем учесть погрешность рейки.

Метод исследования системы "нивелир – рейка" на компараторе – основывается, как и в предыдущем методе, на компарировании или сравнении. Для проведения калибровки используются два эталонных средства измерения превышений: Это лазерный интерферометр (погрешность  $1\text{мкм}+1\text{ppm}$ ) и инварный жезл (погрешность  $10\text{мкм}$ ). Метод заключается в том, что перемещение рейки и эталонного жезла осуществляется в горизонтальном положении по направляющим рельсам на подвижной тележке. Основой данного метода является существенно усовершенствованный оптико-механический компаратор МИИГАиК (рис.2). На изолированных "малых" фундаментах (12) с интервалом в 1м закреплены рельсы (3), выставленные в горизонт и по азимуту. На рельсах установлена подвижная каретка (1). На "больших" фундаментах, расположенных за рельсовым путем, закреплена направляющая (7) длиной 3,5м, на которой

располагаются микроскопы (5), имеющие возможность перемещения по этой направляющей. Направляющая с микроскопами располагается над рельсовым путем. На расстоянии 25м по направлению рельсов на бетонной основе устанавливается нивелир (8); с другой стороны – лазерный интерферометр (11) и блок опорного канала (10), для измерения интерферометром на подвижной каретке закреплен уголкового отражатель (9). Для разворота изображения рейки на направляющей закреплено наклонное зеркало (6), которое имеет возможность юстировки. Для проведения измерений на каретку одновременно или по очереди устанавливаются инварный жезл (4) и исследуемая рейка (2). Если за эталонное средство принимается только инварный жезл, то температура следует измерять с точностью порядка 0,10С. При использовании интерферометра, как правило, параметры окружающей среды берутся с датчиков интерферометра.



**Рис. 2. Принципиальная схема стенда.**

Как и в предыдущем методе, разработанный метод позволяет выявить длиннопериодические и остаточные погрешности измерения превышений, но не позволяет в полной мере оценить короткопериодические погрешности. Это связано с ограниченностью задания минимального превышения ценой деления рейки. Но в методе предлагается задавать эталонные превышения интерферометром; это даст возможность выявление короткопериодической погрешности измерения превышения системы "нивелир – рейка".

Метод исследования системы "нивелир – рейка" с использованием концевых мер длины основан на сравнение эталонных превышений, задаваемых при помощи концевых мер длины (КМД), с измеренными превышениями нивелиром по рейке. Для изменения высоты точки в разработанном методе используются концевые меры длины II разряда, погрешность размера которых не превышает 0,4 мкм (при температуре 200С). Эталонные превышения задаются в диапазоне 0÷200мм с шагом от 0,2мм до 10мм, что позволяет выявить короткопериодические погрешности на отдельном участке рейки.

## **10. Государственное управление обеспечением единства измерений.**

Государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений в Российской Федерации осуществляет Комитет Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (сегодня агентство Ростехрегулирования РФ).

К компетенции агентства относятся:

- межрегиональная и межотраслевая координация деятельности по обеспечению единства измерений в Российской Федерации;
- представление Правительству Российской Федерации предложений по единицам величин, допускаемым к применению;
- установление правил создания, утверждения, хранения и применения эталонов единиц величин;
- определение общих метрологических требований к средствам, методам и результатам измерений;
- осуществление государственного метрологического контроля и надзора;
- осуществление контроля за (наблюдением условий международных договоров Российской Федерации о признании результатов испытаний и проверки средств измерений);
- руководство деятельностью Государственной метрологической службы и иных государственных служб обеспечения единства измерений;
- участие в деятельности международных организаций по вопросам обеспечения единства измерений.

### **Виды государственного метрологического контроля и надзора**

Государственный метрологический контроль и надзор осуществляется Государственной метрологической службой Госстандарта России.

*Государственный метрологический контроль* включает:

- - утверждение типа средств измерений;
  - - поверку средств измерений, в том числе эталонов;
- а - лицензирование деятельности по изготовлению и ремонту средств измерений.

*Государственный метрологический надзор* осуществляется за:

- - выпуском, состоянием и применением средств измерений;
- - аттестованными методиками выполнения измерений;
- эталонами единиц величин;
- соблюдением метрологических правил и норм;

- - количеством товара, отчуждаемым при совершении торговых операций;
- а - количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже.

### **Сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора.**

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 операции с применением игровых автоматов и устройств;
- государственные учетные операции;
- обеспечение обороны государства;
- геодезические и гидрометеорологические работы;
- банковские, налоговые, таможенные операции;
- производство продукции, поставляемой по контрактам для государственных нужд в соответствии с законодательством РФ;
- испытания и контроль качества продукции в целях соответствия обязательным требованиям государственных стандартов РФ;
- обязательную сертификацию продукции и услуг;
- измерения, проводимые по поручению органом суда, *прокуратуры*, арбитражного суда.
- регистрацию национальных и международных спортивных рекордов.

## **11 СТАНДАРТИЗАЦИЯ.**

### **11.1 Основные понятия стандартизации**

*Стандартизация*- это установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении условий эксплуатации (использования) и требований безопасности.

Важнейшими результатами стандартизации являются:

- обеспечение безопасности продукции. Работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- повышение степени соответствия продукции, процессов и услуг их функциональному назначению;
- устранение барьеров в торговле и содействие научно-техническому прогрессу и сотрудничеству;
- обеспечение совместимости, взаимозаменяемости, унификации, защиты продукции, единства измерений, взаимопонимания, обороноспособности и мобилизационной готовности.

*Стандарт-документ*, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции,

правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

Стандарт может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения. Разрабатываются стандарты как на материальные предметы (продукцию, эталоны, образцы веществ) и на нормы, правила, требования к объектам организационно-методического и общетехнического характера.

*Объект стандартизации* - конкретная продукция, услуга, производственный процесс или группа однородной конкретной продукции, группа однородных конкретных услуг или производственных процессов.

*Аспект стандартизации* - направление стандартизации выбранного объекта стандартизации, характеризующее определённое свойство являющегося качеством данного объекта.

*Национальный документ по стандартизации* — это документ, содержащий правила, общие принципы, характеристики объектов стандартизации, касающиеся определённых видов деятельности или их результатов, и доступный широкому кругу пользователей.

*Национальный стандарт РФ* - стандарт, утверждённый Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

*ОКЭ и СИ* - это систематизированный свод классификационных группировок определённых объектов, содержащие их условные цифровые коды и наименования.

*Стандарт организации* - это обязательный стандарт, утверждённый самой организацией.

*Стандарт научно-технического, инженерного общества* - это добровольный стандарт организации, принятый научно-техническим, инженерным обществом или другим самоуправляемым общественным объединением.

*Правила стандартизации* - это нормативные документы, принятые Федеральным агентством и содержащие типовые организационно-технические и (или) общетехнические правила, общие принципы, характеристики, нормы, соблюдение которых

является обязательным при выполнении производственных процессов определенного вида в сфере стандартизации, метрологии и сертификатов» аккредитации. а также обязательные требования к оформлению результатов этих работ.

*Международный стандарт* - стандарт, принятый международной организацией по стандартизации.

Таковыми организациями являются ИСО и МЭК. Поскольку им организации неправительственные, статус стандартов МС ИСО и МС МЭК носят добровольный характер.

*Региональный международный стандарт* стандарт, принятый международной региональной организацией.

К ним относятся Европейский комитет по стандартам *CEN*. Европейский комитет электротехнической стандартизации *cenelec*. Европейский институт телекоммуникационных стандартов ETSI. Для стран членов европейского союза эти стандарты носят обязательный характер.

*Пользователь стандарта* - юридическое или физическое лицо, применяющее стандарт в своей научно-технической, опытно конструкторской, технологической, проектной, производственной, и других видах деятельности.

*Орган по стандартизации* - орган, занимающийся стандартизацией, признанный на национальном, региональном или международном уровне, основная функция согласно его статусу заключается в разработке, утверждении и принятии стандартов, которые доступны широкому кругу потребителей.

## **11.2 Правовые основы стандартизации.**

Правовые основы стандартизации в РФ устанавливает закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 № 184-РФ. В нем отражены меры государственной защиты интересов потребителей и государства путём разработки и применения нормативных документов по стандартизации. Как самостоятельная структура, ГСС РФ начал формироваться в 1992 году в связи со становлением государственной самостоятельности России. Оно представляет совокупность законов, подзаконных актов, постановлений правительства, применяемых для государственных органов исполнительной власти, применяемых для государственного регулирования качества продукции, работ и услуг. В перспективе техническое законодательство будет интенсивно пополняться законодательными и подзаконными актами, устанавливающими требования к группам однородной продукции и услуг в целях обеспечения

безопасности для людей и окружающей среды. В целом законодательная база ГСС находится в стадии становления, ГСС устанавливает общие организационно-технические системы стандартизации в Российской Федерации. Действующая до 1 июля 2003 года ГСС опиралась на большое количество стандартов (более 25 тыс), более 100 тыс, документов надзорных органов. Закон требует замены их на технические регламенты.

*Технический регламент* - законов регулирование отношений и области установления, применении и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, выполнения работ или оказания услуг. Или это обязательные условия нефинансового характера для предпринимательской деятельности, которые устанавливает государство,

*Технический регламент* - документ, принятый международным договором РФ, ратифицированным в порядке, установленном законодательством или указом президента РФ и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, и т.ч. зданиям, строениям, сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации).

В Российской Федерации федеральным законом о техническом регулировании № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 года разделены понятия «технический регламент» и «стандарт», в связи, с чем все стандарты должны утратить обязательный характер и применяться добровольно. До 1 сентября 2011 года и период до принятия соответствующих технических регламентов закон предусматривал обязательное исполнение требований стандартов и части, «соответствующей целям защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических ЛИЦ» государственного или муниципального имущества; охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений; предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей. С 1 сентября 2011 года все нормативные правовые акты и нормативные документы и области технического регулирования, не включенные в перечень об\* за гвльнмх, имеют добровольное применение.

### **11.3 Основные задачи стандартизации**

Системный ПОДХОД к анализу места и роли стандартизации общественном производстве и управлении, в обеспечении международных эконоимических и культурных связей

приводит к осознанию двух органически присущих ей фундаментальных, основополагающих свойств - способность к *упорядочению* и *системообразованию*, обеспечивающих сокращение и предупреждение неоправданного разнообразия и совместимость предметов, явлений, процессов, находящихся в прямой или опосредованной связи.

### **Основные задачи стандартизации:**

- ⇒ Обеспечение взаимопонимания между разработчиками, изготовителями, продавцами и потребителями;
- ⇒ Установление оптимальных требований к номенклатуре и качеству продукции в интересах потребителя и государства, в том числе обеспечивающих её безопасность для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- ⇒ Установление требований по совместимости (конструктивной, электрической, информационной), а также взаимозаменяемости продукции;
- ⇒ Согласование и увязка показателей и Характеристик продукции, её элементов, сырья, комплектующих и материалов;
- ⇒ Унификация на основе установления и применения параметрических и типоразмерных рядов, базовых конструкций, унифицированных блочно-модульных составных частей;
- ⇒ Установление метрологических норм, правил, положений, требований;
- ⇒ Нормативно-техническое обеспечение контроля (испытаний, анализа, измерений), сертификации и оценки качества продукции;
- ⇒ Установление требований к технологическим процессам, в том числе для снижения материалоёмкости, энерго и трудоёмкости, малоотходных технологий;
- ⇒ Создание и ведение систем классификации и кодирования технико-экономической информации;
- ⇒ Нормативное обеспечение межгосударственных и государственных социально-экономических и научно-технических программ (транспорт, связь, оборона и т.п.);
- ⇒ Создание системы каталогов для обеспечения потребителей информацией о номенклатуре и основных показателях продукции.
- ⇒ Содействие выполнению законодательства РФ методами и средствами стандартизации.
- ⇒

## 11.4. Принципы стандартизации

Статья 12 Федерального закона «О техническом регулировании» устанавливает *принципы стандартизации*:

- добровольного применения стандартов;
- максимального учёта при разработке стандартов законных интересов заинтересованных лиц;
- применения международного стандарта как основы разработки национального стандарта (за исключением случаев, если такое применение признано невозможным);
- недопустимости создания препятствий производству и обращению продукции, выполнению работ и оказанию услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей стандартизации;
- недопустимости установления таких стандартов, которые противоречат техническим регламентам;
- обеспечения условий для единообразия применения стандартов.

Национальные стандарты (фонд которых составляет сейчас 22 тыс. документов), принимают статус добровольных документов. Со стороны государственных органов должны отсутствовать претензии к составу и уровню требований по показателям качества продукции и услуг, исключения составят требования по безопасности, которые устанавливаются в технических регламентах.

Можно выделить ещё ряд принципов стандартизации:

- динамичность и опережающее развитие стандартизации;
- эффективность работ по стандартизации (на вложенный рубль 10 рублей прибыли);
- приоритетность разработки стандартов, способствующих обеспечению безопасности, совместимости и взаимозаменяемости;
- принцип гармонизации с международными стандартами.

## 11.5 Методы стандартизации:

*Симплификация*- форма стандартизации, заключающаяся в простом сокращении числа применяемых при разработке изделия или при его производстве марок полуфабрикатов, комплектующих и т.п. до количества, технически и экономически целесообразного, достаточного для выпуска изделия с требуемыми показателями качества. Является простейшей формой, экономически выгодна, приводит к упрощению производства, облегчает материально-техническое снабжение, складирование, отчетность.

*Унификация*- рациональное уменьшение числа типов, видов и размеров объектов одинакового функционального назначения. Объектами унификации являются отдельные

изделия, их составные части, детали, комплектующие, марки материалов и т.д. Является наиболее распространённой и эффективной формой стандартизации.

*Типизация*-разновидность стандартизации, заключающаяся в разработке и установлении типовых решений (конструктивных, технологических, организационных) на основе наиболее прогрессивных методов и режимов работы. Типизация состоит и том, что некоторое конструктивное решение принимается за основное — базовое для нескольких одинаковых или близких по функциональному назначению изделий.

*Агрегатирование*- метод создания новых машин, приборов и другого оборудования путем компоновки конечного изделия из ограниченного набора стандартных и унифицированных узлов и агрегатов, обладающих геометрической и функциональной взаимозаменяемостью. Позволяет использовать освоенные в производстве узлы и агрегаты, сокращает трудоёмкость проектирования, изготовления и ремонта, повышает уровень взаимозаменяемости продукции, улучшает качество продукции, способствует специализации предприятий.

## **12. Служба стандартизации в области геодезии и картографии.**

В соответствии с СТО-02570823-1.0-05 «Служба стандартизации в области геодезии и картографии. Основные положения» основными целями стандартизации в области геодезии и картографии являются:

- повышение уровня безопасности жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, экологической безопасности, безопасности, безопасности жизни или здоровья животных и растений и содействия соблюдению требований технических регламентов;
- повышение уровня безопасности антропогенных объектов с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- обеспечение научно-технического прогресса в области топографо-геодезических и картографических работ;
- повышение конкурентоспособности продукции, работ, услуг;
- рациональное использование ресурсов;
- техническая и информационная совместимость;

- сопоставимость результатов исследований (испытаний) и измерений, технических и экономико-статистических данных;
- взаимозаменяемость продукции.

Основными задачами службы стандартизации в геодезической и картографической деятельности являются:

- установление оптимальной номенклатуры видов и типов продукции, требований к показателям качества в интересах достижения целей стандартизации;
- нормативное обеспечение государственных, межведомственных и отраслевых научно-технических программ, составной частью которых являются топографо-геодезические и картографические работы;
- создание и ведение систем классификации и кодирования технико-экономической информации отраслевого назначения;
- установление рациональной терминологии и обеспечение единого толкования терминов в области геодезии, топографии, фотограмметрии, аэросъемки и картографии;
- установление метрологических правил, норм, положений и требований, выполнение которых необходимо для обеспечения единства измерений;
- типизация и унификация технологии изготовления и ремонта приборной продукции посредством внедрения и применения нормативных документов отраслей промышленности, специализирующихся на приборостроении;
- содействие выполнению законодательства Российской Федерации методами и средствами стандартизации.

Работы по стандартизации в геодезической и картографической деятельности должны базироваться на следующих основных принципах:

- добровольное применение стандартов;
- максимальный учет при разработке стандартов законных интересов заинтересованных юридических и физических лиц;
- применение международного стандарта как основы разработки национального стандарта, за исключением случаев, если такое применение признано невозможным вследствие несоответствия требований международных стандартов климатическим и географическим особенностям

Российской Федерации, техническим и (или) технологическим особенностям или по иным основаниям либо Российская Федерация в соответствии с установленными процедурами выступала против международного стандарта или отдельного его положения;

- недопустимость создания препятствий производству и обращению продукции, выполнению работ и оказанию услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей стандартизации;
- недопустимость установления таких стандартов, которые противоречат техническим регламентам; - обеспечение условий для единообразного применения стандартов.

В зависимости от специфики объекта стандартизации и содержания устанавливаемых для него требований разрабатывают стандарты следующих видов:

- стандарты основополагающие (по организационно-методическим вопросам, в том числе и терминологические);
- стандарты на геодезическую, топографическую, картографическую, приборную продукцию;
- стандарты на процессы, работы, услуги;
- стандарты на методы контроля, испытаний, поверки, измерений.

Национальные стандарты утверждает национальный орган по стандартизации. Стандарты организаций по закрепленным за ними областям деятельности рассматривает и утверждает руководство организации после экспертизы (обсуждения) стандарта в техническом комитете по стандартизации (ТК). Разработка, рассмотрение, согласование и подготовка к утверждению национальных стандартов, других нормативных документов по стандартизации и метрологическому обеспечению производства, помимо службы стандартизации, может осуществляться техническим комитетом по стандартизации (ТК), регистрация которого производится национальным органом по стандартизации. Работы проводятся в соответствии с ГОСТ Р 1.0, 1.2, 1.4. В рамках ТК конкретные направления по стандартизации и метрологии могут вести подкомитеты (ПК) и рабочие группы (РГ). Свою деятельность ТК осуществляет на основе положения, которое должно соответствовать ПР 50-688.

В состав технических комитетов по стандартизации на паритетных началах и добровольной основе могут включаться представители федеральных органов исполнительной власти, научных организаций, саморегулируемых организаций, общественных объединений предпринимателей и потребителей.

Стандарты организаций и национальные стандарты в области геодезии и картографии разрабатываются в рамках технических комитетов ТК 394 "Географическая информация/геоматика" и ТК 404 "Геодезия и картография".

Организация работ по стандартизации в области геодезии и картографии возлагается на головную организацию по стандартизации (ГОС) - ФГУП «ЦНИИГАиК».

### **13. СЕРТИФИКАЦИЯ**

#### **Термины в области сертификации.**

Федеральный закон «О техническом регулировании» дает следующие определения терминов по сертификации:

*Сертификация*- форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

*Подтверждение соответствия* документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

*Сертификат соответствия* документ, удостоверяющий соответствие объекта услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

*Система сертификации* совокупность правил выполнения работ по сертификации, её участников и правил функционирования системы сертификации в целом.

*Декларирование соответствия*- форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов.

*Заявитель* — физическое или юридическое лицо, осуществляющее обязательное подтверждение соответствия.

*Знак обращения на рынке* - обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов.

*Знак соответствия* - обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии объекта сертификации требованиям системы добровольной сертификации или национальному стандарту.

*Идентификация продукции* — установление тождественности характеристик продукции её существенным признакам.

*Орган по сертификации* - юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, аккредитованные в установленном порядке для выполнения работ по сертификации.

*Оценка соответствия* — прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту.

*Продукция* — результат деятельности, представленный в материально-вещественной форме и предназначенный для дальнейшего использования в хозяйственных и иных целях.

*Риск* — вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учётом тяжести этого вреда.

### **Формы подтверждения соответствия.**

На территории РФ подтверждение соответствия может носить добровольный или обязательный характер.

*Добровольное подтверждение соответствия* осуществляется в форме добровольной сертификации.

*Обязательное подтверждение соответствия* осуществляется в двух формах: декларирования соответствия либо обязательной сертификации.

*Сертификация продукции* — вид деятельности по оценке соответствия продукции стандартам, регламентам, техническим условиям и другой конструкторской документации на продукцию.

Для того чтобы удостовериться, что продукт сделан верно, надо знать, каким требованиям он должен соответствовать и каким образом возможно получить достоверные доказательства этого соответствия.

### **Основные правил» обязательного подтверждения соответствия:**

Обязательное подтверждение соответствия проводится только в случае, если это предусмотрено техническим регламентом на соответствующую продукцию; составление специальных перечней продукции, подлежащих обязательному подтверждению соответствия, не предусмотрено;

подтверждение проводится только на соответствие требованиям технических регламентов;

объектом; подтверждения может быть только продукция, выпускаемая в обращение на территории РФ;

формы и схемы обязательного подтверждения соответствия устанавливаются только техническим регламентом.

Для её применения рекомендуется использовать один из следующих общих критериев:

1. Высокая степень потенциальной опасности продукции в ее сочетании со специальными мерами по защите рынка, когда необходимо дополнительно учитывать сложившуюся конкретную ситуацию на определенном секторе рынка. Примером этого может быть введение обязательной сертификации лекарственных средств.

2. Принадлежность конкретной продукции к сфере действия международных соглашений, конвенций и других документов, которым присоединялась Россия и в которых предусмотрена сертификация подобной продукции. Для такой продукции в технических регламентах на основе процедур сертификации, установленных международными документами, должны быть предусмотрены соответствующие схемы подтверждения соответствия в форме сертификации.

3. Исключение случаев, когда заявитель не может реализовать положения Закона «О защите прав потребителей» об обязательном подтверждении соответствия, например, при отсутствии на территории Российской Федерации полномочного представителя зарубежного изготовителя или при невозможности заявителя-продавца обеспечить собственные доказательства подтверждения соответствия в объеме, предусмотренном техническим регламентом.

Выпускаемой в обращение продукцией является готовая продукция, реализуемая её изготовителем, находящимся на территории РФ, или ввозимая на территорию РФ продукция, изготовленная в таможенном режиме выпуска для свободного обращения в соответствии с правилами Таможенного кодекса РФ.

*Декларирование соответствия* осуществляется по одной из следующих схем:

- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств;
- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств, доказательств, полученных с участием органов по (или) аккредитованной испытательной лаборатории.

Согласно ФЗ «О техническом регулировании» собственными доказательствами заявителя могут быть техническая документация, технические условия, рецептуры, паспорта или свидетельства о качестве, протоколы собственных испытаний и измерений и другие документы.

Конкретный состав доказательств устанавливается в техническом регламенте на данную продукцию.

При декларировании по второй схеме собственные доказательства дополняются по выбору заявителя протоколами исследования, испытаний и измерения, проведенных в аккредитованной испытательной лаборатории (центре), либо сертификатом систем качества, если в отношении сертифицированного объекта, как сказано в п. 3 ст. 24 ФЗ «О техническом регулировании», предусмотрен контроль (надзор) органа по сертификации.

При этом сертификат системы качества может использоваться и как доказательство при декларировании любой продукции, кроме случая, когда она подлежит в соответствии с техническим регламентом обязательной сертификации.

Подтверждение соответствия продукции и оказываемых услуг установленным требованиям является одной из составляющих механизма оценки их безопасности. В отличие от других способов оценки подтверждение соответствия продукции применяется еще до того, как сертифицируемая продукция поступит на рынок.

Указанная процедура может быть осуществлена самим изготовителем как декларированием соответствия, так и сертификацией, проведенной независимыми от изготовителей и потребителей органами.

В Российской Федерации в настоящее время используются обе формы подтверждения соответствия.

Для проведения сертификации конкретной продукции и подтверждения ее соответствия определенным требованиям, установленным в нормативной документации, необходимо наличие разрешительных документов и предоставление неоспоримых доказательств ее безопасности.

### **Добровольное подтверждение соответствия.**

Проводится по инициативе юридических или физических или являющихся заявителями, на договорных условиях между органом сертификации и заявителем в системе добровольной сертификации в целях подтверждения соответствия продукции (услуг) требованиям национальным стандартам, стандартам организаций, системам добровольной сертификации, условиям договоров.

*Объектами добровольного подтверждения соответствия* являются продукция, процессы производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работы и услуги, а также иные объекты, в отношении которых стандартами, системами добровольной сертификации и договорами устанавливаются требования.

Данное определение вполне ясно формулирует суть добровольной сертификации, но необходимо еще добавить, что добровольная сертификация проводится на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Добровольная сертификация продукции, подлежащей обязательной сертификации, не может заменить обязательную сертификацию такой продукции.

Тем не менее по продукции, прошедшей обязательную сертификацию, могут проверяться в рамках добровольной сертификации требования, дополняющие обязательные.

*Систему добровольной сертификации* может создать не только юридическое лицо, но и индивидуальный предприниматель или несколькими юридическими лицами и (или) индивидуальными предпринимателями.

Система может быть зарегистрирована федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

Системы добровольной сертификации *отличаются* некоторыми чертами, такими как:

- активная роль заявителя, который определяет подтверждаемые требования к объекту сертификации, методы их проверки, стандарты или другие нормативные документы, устанавливающие требования, выбирает схему сертификации;
- самоорганизация системы, т. е. инициирование ее создания и регистрации любыми субъектами хозяйственной деятельности;
- открытость, возможность для заинтересованных сторон ознакомиться с составом участников системы, правилами и процедурами сертификации;
- самостоятельность, невмешательство федеральных и местных органов исполнительной власти, иных государственных и общественных структур в деятельность системы (если они не являются ее организаторами).

Добровольную сертификацию может проводить орган по обязательной сертификации. В этом случае необходимо:

- зарегистрировать систему добровольной сертификации и ее знак соответствия;
- предусмотреть в правилах проведения сертификации наряду с обязательной и добровольную сертификацию.

Как уже отмечено выше, каждая система сертификации может зарегистрировать свой знак соответствия.

Контроль за реализацией товаров, подлежащих обязательному маркированию знаками соответствия, осуществляют: Министерство торговли РФ, Министерство внутренних дел РФ, Министерство РФ по налогам и сборам.

Знаки соответствия несут в себе полезную информацию, которая:

- убеждает потребителя в надлежащем качестве товара, в его безопасности;
- может использоваться изготовителем в рекламных целях;
- помогает органам Госназдра принять решение о возможности реализации продукции, для страховых компаний является одной из гарантий безопасности товара. С развитием собственных систем сертификации в странах СНГ появились национальные знаки соответствия, которые могут быть признаны в РФ при наличии соглашений о взаимном признании сертификата.

#### **14. Аккредитация в области оценки соответствия.**

*Аккредитация*- официальное признание органом по аккредитации компетентности юридического лица или индивидуального предпринимателя выполнять работы в определенной области оценки соответствия и предоставление права выдавать официальные документы о результатах оценки соответствия.

*Аккредитованный орган по оценке соответствия*- юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, официально признанные органом по аккредитации компетентными выполнять работы в определенной области оценки соответствия и которым предоставлено право выдавать официальные документы о результатах оценки соответствия.

*Аттестат аккредитации*- документ, удостоверяющий, что аккредитованный орган по оценке соответствия является компетентным выполнять работы определённой области оценки соответствия и ему предоставлено право выдавать документы о результатах оценки соответствия,

*Аттестация экспертом по аккредитации* — признание компетентности физического лица участвовать в работах по аккредитации.

*Заявитель аккредитации* юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, претендующие на аккредитацию либо на расширение области аккредитации.

*Инспекционный контроль за аккредитованным органом по оценке соответствия* - проверка деятельности аккредитованного органа по оценке соответствия на предмет соответствия установленным критериям аккредитации.

*Критерии аккредитации* - совокупность требований, которым должен удовлетворять заявитель аккредитации, чтобы быть аккредитованным, и аккредитованный орган при выполнении работ по оценке соответствия.

*Область аккредитации* конкретные работы в определённой области оценки соответствия, на выполнение которых подано заявление и (или) предоставлена аккредитация.

*Область оценки соответствия* — совокупность форм и объектов оценки соответствия в определённых сферах экономической деятельности.

*Объекты оценки соответствия* - продукция, процессы производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнение работ и оказание услуг, системы управления качеством, подлежащие оценке соответствия установленным требованиям.

*Орган по аккредитации* - юридическое лицо, уполномоченное в установленном порядке проводить аккредитацию органов по оценке соответствия.

*Оценка соответствия* - прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту.

*Эксперт по аккредитации* — физическое лицо, признанное компетентным для участия в работах по аккредитации.

*Принципы аккредитации*- аккредитация осуществляется в соответствии с принципами:

- единой системы и правил аккредитации;
- добровольности;
- открытости и доступности правил аккредитации;
- компетентности и независимости органов, осуществляющих аккредитацию;
- недопустимости ограничения конкуренции и создания препятствий пользованию услугами аккредитованных органов по оценке соответствия;
- обеспечения равных условий лицам, претендующим на получение аккредитации;
- недопустимости совмещения одним органом полномочий по аккредитации и сертификации;
- независимости органов по сертификации от изготовителей, продавцов, исполнителей и приобретателей;
- недопустимости установления пределов действия документов об аккредитации на отдельных территориях.

## **15. Система сертификации геодезической, топографической и картографической продукции**

Система сертификации геодезической, топографической и картографической продукции создана Федеральной службой геодезии и картографии России для организации и проведения работ по обязательной и добровольной сертификации следующих видов продукции:

- \* картографическая продукция;
- \* цифровая картографическая продукция;
- \* геодезическая продукция;
- \* топографическая продукция;
- \* продукция аэрокосмических съемок и фотограмметрических работ;
- \* приборная продукция геодезического, топографического и картографического назначения.

Основным **назначением** Системы сертификации является:

- \* проверка и подтверждение соответствия продукции установленным требованиям;
- \* содействие потребителям в выборе продукции высокого качества;
- \* повышение конкурентоспособности продукции;
- \* поддержка репутации производителя и повышение доверия к реализуемой продукции, имеющей знак соответствия;

Участниками работ по обязательной сертификации геодезической, топографической и картографической продукции являются Госстандарт России, Федеральная служба геодезии и картографии России, Центральный орган Системы сертификации, органы по сертификации, испытательные лаборатории, изготовители (продавцы) продукции.

Работы по обязательной сертификации проводят организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, если они не являются изготовителями (продавцами) и потребителями (покупателями) сертифицируемой ими продукции, при условии их аккредитации в установленном порядке и наличии лицензии на проведение работ по обязательной сертификации.

Аккредитацию органов по сертификации и испытательных лабораторий, а также выдачу им разрешений на право проведения определенных видов работ (лицензий на проведение определенных видов работ) по обязательной сертификации осуществляют в соответствии со статьей 9 Закона Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг» Госстандарт России и Роскартография, как федеральный орган исполнительной власти.

Добровольная сертификация проводится на условиях договора между заявителем и органом по сертификации.

Органом по добровольной сертификации может быть юридическое лицо, взявшее на себя в установленном порядке функции органа по добровольной сертификации геодезической, топографической и картографической продукции.

Добровольная сертификация может также проводиться органами по обязательной сертификации, входящими в Систему сертификации, при наличии знака соответствия добровольной сертификации, зарегистрированного в установленном порядке.

При обязательной сертификации проводится подтверждение показателей продукции, регламентируемых нормативными документами.

К нормативным документам, используемым при обязательной сертификации, относятся законы Российской Федерации, государственные стандарты, а также другие документы, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации устанавливают обязательные требования к продукции.

Добровольная сертификация проводится на соответствие требованиям стандартов, технических условий и других документов, определенных заявителем.

Номенклатуру геодезической, топографической и картографической продукции, подлежащей обязательной сертификации, определяет Госстандарт России или другие федеральные органы исполнительной власти в соответствии с законодательными актами Российской Федерации.

Добровольной сертификации могут подвергаться любые виды геодезической, топографической и картографической продукции, не отнесенные к продукции, подлежащей обязательной сертификации.

Проведение добровольной сертификации не заменяет проведение обязательной сертификации, если таковая предусмотрена для данного вида продукции.

*Организационную структуру Системы сертификации образуют:*

- \* Федеральная служба геодезии и картографии России;
- \* Центральный орган Системы сертификации;
- \* органы (центры) по сертификации;
- \* испытательные лаборатории.

Роскартография в области сертификации выполняет следующие **функции**:

- создает Систему сертификации геодезической, топографической и картографической продукции и определяет Центральный орган Системы сертификации;
- организует и координирует деятельность участников Системы сертификации;
- аккредитует органы по сертификации и испытательные лаборатории;
- утверждает перечень нормативных документов, используемых при сертификации;
- утверждает организационно-методические документы Системы сертификации;
- осуществляет инспекционный контроль за деятельностью органов по сертификации и испытательных лабораторий;
- устанавливает и утверждает формы документов, необходимых для функционирования Системы сертификации, а также правила их применения;
- утверждает порядок оплаты работ по сертификации по согласованию с Министерством финансов Российской Федерации;
- взаимодействует с соответствующими органами других стран и международными организациями по вопросам, связанным с деятельностью Системы сертификации;
- рассматривает апелляции на действия Центрального органа Системы сертификации;
- ведет Государственный реестр участников и объектов сертификации.

Центральный орган Системы сертификации определяется Роскартографией.

Центральный орган Системы сертификации выполняет следующие функции:

- координирует работу органов по сертификации и испытательных лабораторий;
- разрабатывает порядок сертификации;
- разрабатывает предложения по номенклатуре продукции, подлежащей обязательной сертификации;
- участвует в работе по совершенствованию нормативной базы сертификации;

- проводит сбор и анализ информации о результатах деятельности по сертификации;
- рассматривает апелляции заявителей по поводу действий органов по сертификации, испытательных лабораторий, участвующих в Системе сертификации.

Органы по сертификации геодезической, топографической и картографической продукции аккредитуются Роскартографией по их заявкам.

## Список литературы.

1. Архипов А.В. Основы стандартизации, метрологии и сертификация, : учебник для вузов/ под ред. В.М.Мишина - М.:ЮНИТИ- ДАНА, 2007 г.
2. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов. 2-е изд. — СПб, Питер, 2006 г.
3. Крылова Г .Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: учебник для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. -М.: ЮНИТИ- ДАНА,2006г.
4. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация: Учебник. — 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт-Издат. 2006г.
5. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров / А.Г.Сергеев, В.В.Терегеря. — М.: Изд. Юрайт, 2012 г.
6. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для бакалавров / Я.М.Радкевич, АТ.Схиртладзе. - 5 изд. пе- рерб. и доп. - М.: Изд. Юрайт, 2012 г.
7. Травкин С.В.. Стенд для поверки и калибровки нивелиров и реек, заявка о выдаче патента Российской Федерации на изобретение М кл. G01 с 7/00, № 031539, 10.08.2006/ Травкин С.В., Ямбаев Х.К., Голыгин Н.Х., Степочкин А.А.
8. ГОСТ Р 1.0-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения;
- 9.ГОСТ Р 1.2-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены.
- 10.ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения;
- 11.ГОСТ Р 1.5-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения;
- 12.ГОСТ Р 1.12-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения;
13. Закон Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг» от 10 июня 1993г. № 5151-1 с изменениями и дополнениями, внесенными федеральными законами от 27.12.95г. № 211-ФЗ, от 02.03.98г. № 30-ФЗ, от 31.07.98г. № 154-ФЗ (Ведомости Съезда народных депутатов и Верховного Совета Российской Федерации, 1993г. № 26, ст.966, Собрание законодательства Российской Федерации, 1996г. № 1, ст.4; 1998г., № 10, ст.1143;№ 31, ст.3832);

14. ПР 50.3.002-95 «Общий порядок обращения с образцами, используемыми при проведении обязательной сертификации продукции», утвержденный заместителем Председателя Госстандарта России 08.02.96г. и зарегистрированный в Министерстве юстиции Российской Федерации 01.03.96г., регистрационный № 1041 (далее – Общий порядок обращения с образцами);

15. Правила применения знака соответствия при обязательной сертификации продукции, утвержденные Постановлением Госстандарта России от 25 июля 1996г. №14 и зарегистрированные в Министерстве юстиции Российской Федерации 1 августа 1996г., регистрационный № 1138;

16. Правила проведения государственной регистрации систем сертификации и знаков соответствия, действующих в Российской Федерации, утвержденные Постановлением Госстандарта России от 22 апреля 1999г. № 18 и зарегистрированные в Министерстве юстиции Российской Федерации 4 июня 1999г. № 1795 (далее – Правила проведения государственной регистрации).

17. Приказ Роскартографии от 04.08.2000 N 99-пр. Положение о Системе сертификации геодезической, топографической и картографической продукции (Зарегистрировано в Минюсте РФ 14.09.2000 n 2382)

18. Правила применения знака соответствия при обязательной сертификации продукции, утвержденные Постановлением Госстандарта России от 25 июля 1996 г. N 14 и зарегистрированные в Министерстве юстиции Российской Федерации 1 августа 1996 г., регистрационный N 1138;

19. Правила проведения государственной регистрации систем сертификации и знаков соответствия, действующих в Российской Федерации, утвержденные Постановлением Госстандарта России от 22 апреля 1999 г. N 18 и зарегистрированные в Министерстве юстиции Российской Федерации 1 июня 1999 г. N 1795 (далее - Правила проведения государственной регистрации).

20. Федеральный закон «О геодезии и картографии» от 26 декабря 1995г. № 209-ФЗ

Дёмина О.Н.

Учебное пособие

Курс лекций

по дисциплине

метрология, стандартизация и сертификация

2-е изд. доп. и перераб.

Компьютерная вёрстка: Дёмина О.Н.

---

Подписано к печати 05.10.15 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 3,72. Тираж 10 экз. Изд. № 3674.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район., с.Кокино,  
ФГОУ ВО «Брянский ГАУ».