

РАЗДЕЛ 3. ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ. ПОВЕРКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ.

Лекция 1. Понятие «погрешности измерений».

Методы и технические средства не являются идеальными, а органы восприятия экспериментатора не могут идеально воспринимать показания приборов. Поэтому после завершения процесса измерения остаётся некоторая неопределённость в наших знаниях об объекте измерения, т.е. получить истинное значение ФВ невозможно. Остаточная неопределённость наших знаний об измеряемом объекте может характеризоваться различными мерами неопределённости. В теории измерений мерой неопределённости результата измерения является погрешность результата наблюдения.

Таким образом, качество средств и результатов измерений принято характеризовать, указывая их погрешности. Введение понятия «погрешность» требует определения и четкого разграничения трех понятий: истинного и действительного значений измеряемой физической величины и результата измерения.

Истинное значение физической величины – значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину.

Истинное значение физической величины может быть соотнесено с понятием абсолютной истины. Оно может быть получено только в результате бесконечного процесса измерений с бесконечным совершенствованием методов и средств измерений, поэтому оно не зависит от средств нашего познания и является той абсолютной истиной, к которой мы стремимся, пытаясь выразить ее в виде числовых значений. На практике это абстрактное значение приходится заменять понятием «действительное значение».

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

Результат измерения физической величины – значение величины, полученное путем ее измерения.

Понятие «погрешность» – одно из центральных в области измерений, так как от погрешности зависит качество измерений. Различают два понятия: «погрешность результата измерений» и «погрешность средства измерений».

Погрешность результата измерения – отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

Погрешность измерения указывает границы неопределенности значения измеряемой величины. Погрешность измерения Δ определяют по формуле:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X,$$

где $X_{\text{изм}}$ – результат измерения; X – истинное значение ФВ.

Однако, поскольку истинное значение ФВ остаётся неизвестным, то неизвестна и погрешность измерения. Поэтому на практике имеют дело с приближёнными значениями погрешности или с так называемыми их оценками. В формулу для оценки погрешности подставляют вместо истинного значения ФВ её действительное значение. Таким образом, формула для оценки погрешности имеет следующий вид:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{д}},$$

где $X_{\text{д}}$ – действительное значение ФВ.

Можно выделить четыре основные группы погрешностей измерения:

- погрешности, вызванные методиками выполнения измерения (погрешность метода измерения);
- погрешность средств измерения;
- погрешность органов чувств наблюдателей (субъективные погрешности);
- погрешности, обусловленные влиянием условий измерения.

Неопределенность измерений: параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые можно приписать измеряемой величине.

Неопределенность состоит (в основном) из многих составляющих. Некоторые из этих составляющих могут быть оценены экспериментальными стандартными отклонениями в статистически распределенной серии результатов измерений. Другие составляющие, которые также могут быть оценены стандартными отклонениями, базируются на данных эксперимента или другой информации.

Погрешность средства измерений – разность между показанием средства измерений и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины.

Приведенное определение понятия "погрешность средства измерений" соответствует определению, данному в Международном словаре основных и общих терминов в метрологии. ИСО, 1993 и не противоречит формулировкам, принятым в отечественной метрологической литературе. Однако признать его удовлетворительным нельзя, так как, по сути, оно не отличается от определения понятия "погрешность измерений", поэтому необходима дальнейшая работа по усовершенствованию определения этого понятия.

Погрешность средства измерений характеризует точность результатов измерений, проводимых данным средством.

Лекция 2. Виды погрешностей.

Все эти погрешности дают суммарную погрешность измерения. В метрологии принято разделять суммарную погрешность измерения на две составляющие – случайную и систематическую погрешности.

Случайная погрешность измерения – составляющая погрешности результатов измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) в повторных наблюдениях, проведённых с одинаковой тщательностью одной и той же неизменяющейся (детерминированной) ФВ.

Систематическая погрешность измерения – составляющая погрешности результата измерения, остающаяся постоянной или же закономерно изменяющаяся при повторных наблюдениях одной и той же неизменяющейся ФВ.

В общем случае в результатах измерения всегда присутствуют эти обе составляющие. На практике часто бывает так, что одна из них значительно превышает другую. В этих случаях меньшей составляющей пренебрегают. Например, при измерениях, проводимых с помощью линейки или рулетки, как правило, преобладает случайная составляющая погрешности, а систематическая – мала, ею пренебрегают. Случайная составляющая в этом случае объясняется следующими основными причинами:

- неточностью (перекосом) установки рулетки (линейки);
- неточностью установки начала отсчёта;
- изменением угла наблюдения;
- усталостью глаз;
- изменением освещённости.

Систематическая погрешность возникает из-за несовершенства метода выполнения измерения, погрешностей СИ, неточного знания математической модели измерения, из-за влияния условий, погрешностей градуировки и поверки СИ, личных причин.

Различают также абсолютные и относительные погрешности.

Абсолютная погрешность – погрешность, выраженная в единицах измеряемой величины. Например, погрешность измерения массы в 5 кг – 0,0001 кг. Она обозначается Δ . Данная погрешность может быть как отрицательной, так и положительной. Как правило, она позволяет определить интервал возможных значений измеряемой величины и не позволяет судить о точности измерений. Например, абсолютная погрешность измерения длины составила $\pm 0,5$ м. Если измерялось расстояние между поверхностями Земли и Луны в какой-либо момент времени, то это точное измерение, а если измерялась длина стола – точность измерения была крайне низка. Поэтому для характеристики точности измерений удобно применять относительную погрешность.

Относительная погрешность – это безразмерная величина, определяющаяся отношением абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой ФВ. Как правило, она выражается в процентах (%). Относительная погрешность обозначается δ и определяется следующим образом:

$$\delta = \frac{\Delta}{X_d} \times 100\% = \frac{X_{\text{изм}} - X_d}{X_d} \times 100\%$$

Точностью измерения называется величина, обратная относительной погрешности.

Поскольку значение X_0 близко к $X_{изм}$ (очень мало отличается от него), то на практике обычно принимается $\delta = \frac{\Delta}{X_{изм}} \times 100\%$

Приведённой погрешностью средства измерения по входу γ_x или выходу γ_y называют отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению входного X_N или выходного Y_N сигнала. Вычисление погрешности по входу (выходу) проводят по формулам:

$$\gamma_x = \frac{\Delta}{X_N} \times 100\%, \quad \gamma_y = \frac{\Delta}{Y_N} \times 100\%$$

Обычно в качестве нормирующего значения используется диапазон измерений преобразователя ($X_v - X_n$) или соответствующий ему диапазон измерений выходного сигнала ($Y_v - Y_n$).

Приведённая погрешность не позволяет судить о точности измерений, поскольку на точность измерения в данном случае влияет ещё диапазон измерения.

Чрезвычайно важными для применения измерительных устройств и правильной оценки погрешности измерений, получаемой при их использовании, являются сведения о зависимости погрешности от значения измерительной величины в пределах диапазона измерений, а также сведения об изменениях этой погрешности под действием влияющих величин.

Зависимость погрешности от значения измеряемой величины определяется принятой конструкцией (схемой) и технологией изготовления измерительного устройства.

Основная погрешность – это погрешность СИ, находящегося в нормальных условиях эксплуатации. Она возникает из-за неидеальности собственных свойств СИ и показывает отличие действительной функции преобразования СИ в нормальных условиях от номинальной.

Нормативными документами на СИ конкретного типа (стандартами, техническими условиями и др.) оговариваются нормальные условия измерений – это условия измерения, характеризующие совокупностью значений или областей значений влияющих величин, при которых изменением результата измерений пренебрегают вследствие малости. Среди таких влияющих величин наиболее общими являются температура и влажность окружающей среды, напряжение, частота и форма кривой питающего напряжения, наличие внешних электрических и магнитных полей и др. Для нормальных условий применения СИ нормативными документами предусматриваются:

- нормальная область значений влияющей величины (диапазон значений): температура окружающей среды – $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$; положение прибора – горизонтальное с отклонением от горизонтального $\pm 2^\circ$; относительная

влажность – $(65 \pm 15)\%$; практическое отсутствие электрических и магнитных полей, напряжение питающей сети – $(220 \pm 4,4)$ В, частота питающей сети – (50 ± 1) Гц и т.д.;

– рабочая область значений влияющей величины – область значений влияющей величины, в пределах которой нормируют дополнительную погрешность или изменение показаний средства измерений;

– рабочие условия измерений – это условия измерений, при которых значения влияющих величин находятся в пределах рабочих областей. Например, для измерительного конденсатора нормируют дополнительную погрешность на отклонение температуры окружающего воздуха от нормальной. Для амперметра – изменение показаний, вызванное отклонением частоты переменного тока от 50 Гц (значение частоты 50 Гц в данном случае принимают за нормальное значение частоты).

Дополнительная погрешность – составляющая погрешности СИ, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального её значения или вследствие её выхода за пределы нормальной области значений.

Лекция 3. Способы задания класса точности средств измерений.

Класс точности измерительного прибора — это обобщенная характеристика, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами, влияющими на точность, значения которых установлены в стандартах на отдельные виды средств измерений. **Класс точности средств измерений** характеризует их свойства в отношении точности, но не является непосредственным показателем точности измерений, выполняемых при помощи этих средств.

Для того чтобы заранее оценить погрешность, которую внесет средство измерений в результат, пользуются **нормированными значениями погрешности**. Под ними понимают **предельные для определенного типа средства измерений погрешности**.

Погрешности отдельных измерительных приборов могут быть различными, иметь отличающиеся друг от друга систематические и случайные составляющие, но в целом **погрешность измерительного прибора не должна превосходить нормированного значения**. Границы основной погрешности и коэффициентов влияния заносят в паспорт каждого измерительного прибора.

Основные способы нормирования допускаемых погрешностей и обозначения классов точности средств измерений установлены ГОСТ.

На шкале измерительного прибора маркируют **значение класса точности измерительного прибора** в виде числа, указывающего нормированное значение погрешности.

Существует несколько способов задания классов точности приборов.

1 *способ* используется для так называемых *мер* (мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины

заданного размера; например, гиря – мера массы, температурная лампа – мера яркости, нормальный элемент – мера электродвижущей силы и напряжения). При этом указывается порядковый номер класса точности меры. Например, нормальный элемент 1 класса точности, набор разновесов (гирь) 2 класса точности и т.п. Порядок вычисления погрешностей в этом случае определяют по технической документации, прилагаемой к мере.

2 способ предусматривает задание класса точности для приборов с преобладающими аддитивными погрешностями. В этом случае класс точности задается в виде числа K (без кружочка). При этом нормируется основная приведенная погрешность γx прибора, выраженная в процентах, которая во всех точках шкалы не должна превышать по модулю числа K , т.е. $|\gamma x| \leq K, \%$.

Число K выбирается из ряда значений $(1,0; 1,5; 2; 2,5; 4,0; 5,0; 6,0) \cdot 10^n$, где $n = 1, 0, -1, -2 \dots$

3 способ предусматривает задание класса точности для приборов с преобладающими мультипликативными погрешностями. В этом случае нормируется основная относительная погрешность, выраженная в процентах, так что $|\delta X| \leq K, \%$. Класс точности задается в виде числа K в кружочке. Число K выбирается из приведенного выше ряда.

4 способ предусматривает задание класса точности для приборов с соизмеримыми аддитивными и мультипликативными погрешностями. В этом случае класс точности задается двумя числами a/b , разделенными косой чертой, причем $a > b$. При этом нормируется основная относительная погрешность, вычисляемая по формуле

$$|\sigma X| \leq \left[a + b \left(\left| \frac{X_k}{X} \right| - 1 \right) \right], \%$$

где X_k – максимальное конечное значение пределов измерений. Число a отвечает за мультипликативную составляющую погрешности, а число b – за аддитивную составляющую погрешности. Значения a и b выбираются из вышеприведенного ряда.

5 способ задания класса точности используется для приборов с резко неравномерной шкалой. Класс точности задается числом K , подчеркнутым галочкой. В этом случае нормируется основная приведенная погрешность в процентах от длины шкалы.

Лекция 4. Понятие «поверка средств измерений».

Одной из главных форм государственного метрологического надзора и ведомственного контроля, направленных на обеспечение единства измерений в стране, является поверка СИ. Поверке подвергаются СИ, выпускаемые из производства и ремонта, получаемые из-за рубежа, а также находящиеся в эксплуатации и хранении. Основные требования к организации и порядку проведения поверки СИ установлены в СТ РК 2.4-

2019 «Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения» и Правилах проведения поверки средств измерений, установления периодичности поверки средств измерений и формы сертификата о поверке средств измерений.

Термин «поверка» согласно Закона РК «Об обеспечении единства измерений» - совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений обязательным метрологическим требованиям.

Поверитель средств измерений – физическое лицо, аттестованное на право проведения поверки средств измерений.

Поверку средств измерений проводят с целью подтверждения соответствия средств измерений установленным техническим и метрологическим требованиям, а также для установления их пригодности к применению.

Поверка средств измерений осуществляется поверителями, в соответствии с методиками поверки средств измерений, допущенными к применению в Республике Казахстан.

Средства измерений, являющиеся объектами государственного метрологического контроля, подвергаются поверке после утверждения их типа или метрологической аттестации и регистрации в реестре государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан (далее - реестр ГСИ РК) перед выпуском в обращение, после ремонта и в период эксплуатации.

Средства измерений, произведенные и ввезенные на территорию Республики Казахстан до 31.12.1998 г. и имеющие утвержденные методики поверки, поверяются на территории Республики Казахстан без дополнительных процедур по испытаниям, метрологической аттестации и внесению в реестр ГСИ РК.

Периодичность поверки средств измерений, а также порядок ее проведения устанавливается согласно Правил проведения поверки средств измерений, установления периодичности поверки средств измерений и формы сертификата о поверке средств измерений.

Средства измерений, применяемые для учебных (демонстрационных) целей, поверке не подлежат. Контроль за исправностью средств измерений, применяемых для учебных (демонстрационных) целей, осуществляют в порядке, установленном в правилах их эксплуатации, и в соответствии с требованиями учебного процесса. На средства измерений, применяемые для учебных (демонстрационных) целей, наносится обозначение «У».

По заявке заказчика результаты поверки могут представляться с указанием оценки неопределенности измерений.

Положительные результаты поверки средств измерений удостоверяются оттиском поверительного клейма, которое наносится на средство измерений и (или) эксплуатационную документацию, и

сертификатом о поверке средств измерений по форме согласно Правил проведения поверки.

В отдельных случаях при поверке вместо определения значений погрешностей проверяют, находится ли погрешность в допустимых пределах. Таким образом, поверку СИ проводят для установления их пригодности к применению. Пригодным к применению в течение определенного межповерочного интервала времени признают те СИ, поверка которых подтверждает их соответствие метрологическим и техническим требованиям к данному СИ.

Для определения действительных значений метрологических характеристик средства измерений могут подвергаться калибровке.

Калибровка средства измерений — совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

Калибровка — это устранение большей части систематической погрешности прибора путём задания коэффициентов коррекции данных для штатной операции коррекции данных, которая должна действовать в процессе работы этого прибора.

В большинстве случаев применяется линейная функция коррекции данных с двумя коэффициентами коррекции смещения нуля и коэффициента передачи. В любом случае, прибор должен сохранять калибровочные коэффициенты в энергонезависимой памяти, а сама операция коррекции данных может делаться как средствами самого прибора, так и средствами штатного ПО, поставляемого для этого прибора. Производители приборов используют калибровку в целях уменьшения стоимости прибора, поскольку, в противном случае, пришлось бы применять высокопрецизионные компоненты и дорогостоящие технологические решения, которые сразу “от момента рождения” прибора обеспечивали бы требуемую величину систематической погрешности. Для средства измерения операция калибровки делается метрологической службой в соответствии с Методикой поверки. В любом случае, важно отметить, что калибровка — это не пользовательская операция, которая, как правило, делается на предприятии изготовителе или аккредитованной организацией, для достижения заявленных производителем метрологических свойств.

Калибровка средств измерений производится преимущественно метрологическими службами юридических лиц с использованием эталонов, соподчинённых государственным эталонам единиц величин.

Тарировка — тарирование (проверка показаний измерительного прибора, включая его регулирование и перенастройку)

Тарировка — это компенсация большей части систематической погрешности всей измерительной системы от входа измеряемой физической величины до выхода измеренного значения этой величины. Тарировка делается путём подачи на датчик эталонной величины физического воздействия. Например, для случая весов, тарировка делается

в 2 этапа: первый – тарировка нуля весов (вес снят), второй – тарировка шкалы весов (эталонная гиря установлена). Тарировка, как правило, это простая операция, основанная на линейной коррекции данных, исходные данные для которой вводятся пользователем непосредственно на месте эксплуатации, при воздействии внешних физических факторов при рабочих условиях эксплуатации.

Градуировка средств измерений (нем. Graduieren — градуировать, лат. Gradus — шаг, ступень, степень) — метрологическая операция, при помощи которой средство измерений (меру или измерительный прибор) снабжают шкалой или градуировочной таблицей (кривой). Отметки шкалы должны с требуемой точностью соответствовать значениям измеряемой величины, а таблица (кривая) с требуемой точностью отражать связь эффекта на выходе прибора с величиной, подводимой ко входу (например, зависимость ЭДС термопары пирометра от температуры её рабочего спая).

Градуировка производится с помощью более точных, чем градуируемые, средств измерений, по показаниям которых устанавливают действительные значения измеряемой величины. Точные средства измерений градуируются индивидуально, менее точные снабжаются типовой шкалой, напечатанной заранее, или стандартной таблицей (кривой) градуировки. Применение типовых шкал или стандартных градуированных таблиц требует иногда регулировки средств измерений с целью доведения их погрешностей до установленных нормами.

Лекция 5. Виды проверок и способы их выполнения

Средства измерений подвергают первичной, периодической, внеочередной, инспекционной и экспертной проверкам.

Первичной проверке подвергаются СИ при выпуске из производства или ремонта, а также СИ, поступающие по импорту.

Первичную проверку проводят:

- на месте изготовления средств измерений;
- на месте проведения ремонта средств измерений;
- на месте эксплуатации средств измерений;
- частично на месте изготовления и частично на месте эксплуатации средств измерений

Периодической проверке подлежат СИ, находящиеся в эксплуатации или на хранении через определенные межповерочные интервалы, установленные с расчетом обеспечения пригодности к применению СИ на период между поверками.

Средства измерений, находящиеся на длительном хранении, срок которого превышает межповерочный интервал, периодической проверке могут не подвергаться, при условии соблюдения требований к их консервации и хранению.

Передача средств измерений на длительное хранение должна быть оформлена актом с указанием даты последней поверки средств измерений, условий их хранения, а также вида консервации и упаковки.

Поверку таких средств измерений проводят перед началом их эксплуатации.

Периодическая поверка может проводиться согласно графику поверки средств измерений. Порядок составления и согласования графиков поверки средств измерений устанавливает подразделение государственной метрологической службы или метрологическая служба аккредитованного юридического лица, осуществляющие поверку.

Средства измерений на поверку должны представляться расконсервированными, очищенными от грязи и пыли и, при необходимости, вместе с паспортом, техническим описанием, инструкцией по эксплуатации, методикой поверки и сертификатом о последней поверке, а также необходимыми комплектующими устройствами.

Если средство измерений предназначено для измерения (воспроизведения) нескольких физических величин или имеет несколько диапазонов измерений, но используется постоянно для измерения (воспроизведения) меньшего числа физических величин или на меньшем числе диапазонов измерений, то по требованию владельца допускается периодическую поверку проводить только по тем требованиям методики поверки, которые определяют пригодность средства измерения для применяемого числа физических величин и применяемых диапазонов измерений.

В этих случаях на средствах измерений должны быть нанесены отчетливая надпись или условные обозначения, определяющие область их применения. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и сертификате о поверке.

Внеочередную поверку проводят при эксплуатации (хранении) средств измерений до окончания межповерочного интервала.

Внеочередную поверку средств измерений проводят в случаях:

- необходимости корректировки межповерочного интервала;
- необходимости подтверждения пригодности к применению средств измерений;
- повреждения оттиска поверительного клейма, самоклеящегося лейбла, пластиковой пломбы или утере документа, подтверждающего прохождение средствами измерений первичной или периодической поверки, в том числе при их хранении;
- ввода в эксплуатацию средств измерений после хранения, в течение которого не могла быть проведена периодическая поверка в связи с требованиями к консервации средств измерений или изделий, содержащих средства измерений;
- переконсервации средств измерений, а также изделий, в комплекте которых применяются средства измерений;

- передачи средств измерений на длительное хранение по истечении половины межповерочного интервала на них;
- отправки потребителю средств измерений, не реализованных изготовителем по истечении половины межповерочного интервала на них.

Инспекционную поверку производят для выявления пригодности к применению СИ при осуществлении госнадзора и ведомственного метрологического контроля за состоянием и применением СИ.

Экспертную поверку выполняют при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам (МХ), исправности СИ и пригодности их к применению.

Поверка средств измерений проводится

- в стационарных поверочных лабораториях;
- в передвижных поверочных лабораториях;
- непосредственно на местах расположения средств измерений, путем командирования поверителей;
- на КПП владельцев средств измерений.

Условия командирования поверителей, использования передвижных поверочных лабораторий и организации КПП устанавливается на договорной основе. При поверке используется эталон.

Средства измерений, состоящие из нескольких частей (элементов), можно поверять поэлементно или комплектно. При *поэлементной* поверке погрешности средства измерений определяют по погрешности составных частей. Этот вид поверки является расчетно-экспериментальным и, как правило, применяется для сложных приборов, для которых отсутствуют образцовые средства измерений, позволяющие определять погрешность во всем диапазоне измерений. Например, поэлементная поверка практикуется для различных измерительных магазинов, измерительных линий, информационных измерительных систем и т. д.

При *комплектной* поверке определяют погрешности средства измерений в целом для всего измерительного прибора или измерительной системы. Этот вид поверки является более информативным и достоверным. Его целесообразно применять для средств измерений, в которых влияние взаимодействия составных компонентов на метрологические характеристики трудно оценить заранее.

Поверку измерительных систем проводят государственные метрологические органы, а также метрологическими службами юридических лиц, аккредитованных на данный вид деятельности (поверители).

Лекция 6. Поверочные схемы.

Все измерительные приборы должны проходить поверку и испытание. Задачи поверки установить величину отклонения измеряемой величины средствами контроля от заданного (эталонного) параметра. Для этого применяются различные поверочные схемы.

Поверочные схемы (ПС) представляют собой утвержденные в установленном порядке документы, которые регламентируют средства, методы и точность передачи размера единицы величины от государственного эталона (национальный, первичный, исходный) к образцовым и рабочим СИ. В настоящее время эти документы составляют на основании СТ РК 2.39-2009 «Поверочные схемы, содержание и построение».

В зависимости от условий, при которых происходит передача размера, поверочные схемы делятся на два класса:

- централизованные;
- децентрализованные.

Централизованная поверочная схема предполагает, что все нижеследующие эталоны, которым передастся размер, должны привозиться в центр, где хранятся эталоны высшей точности.

Децентрализованная поверочная схема применяется в тех случаях, когда необходимо привезти эталонные СИ в места концентрации рабочих СИ или когда рабочее СИ нельзя привезти к эталону. Для применения децентрализованной поверочной схемы необходимо разрабатывать специальные эталоны, которые называются установками высшей точности.

В зависимости от области распространения поверочные схемы **подразделяются следующим образом:**

- государственные поверочные схемы;
- ведомственные поверочные схемы;
- локальные поверочные схемы.

Локальные поверочные схемы распространяются на СИ, подлежащие поверке, как правило, в метрологической службе предприятия. Эти схемы определяются тем, какое образцовое средство измерений имеется на предприятии, какова точность приборов и т.д. Локальные поверочные схемы разрабатываются метрологическими службами предприятий, они обычно документируются в виде стандарта предприятия и действуют только на нем. При этом локальная поверочная схема должна быть согласована с вышестоящей метрологической службой (ведомства, министерства и другого государственного органа управления).

Ведомственные поверочные схемы распространяются на все СИ, подлежащие поверке в данном ведомстве. Поверочные схемы разрабатывает ведомственная метрологическая служба, они оформляются в виде отраслевого стандарта, согласовываются с региональным органом или непосредственно с Госстандартом. Ведомственная поверочная схема определяет передачу размера от исходного эталона, который принадлежит ведомству (или образцового средства высшего разряда) к образцовому СИ, которое применяется на предприятии.

Государственная поверочная схема распространяется на все виды СИ, применяемые в стране. Государственные поверочные схемы определяют передачу размера от эталонов наивысшей точности (первичных, национальных) ко вторичным эталонам (образцовым средствам высшего разряда), которые, в свою очередь, являются исходными эталонами для

ведомственных метрологических служб. Эти схемы разрабатывает Госстандарт, он же утверждает их. Государственные поверочные схемы документируются в виде государственных стандартов.

Варианты построения поверочных схем (на примере государственной поверочной схемы) приведены на рисунке 3.1. На рисунке 3.1 (а) приведен основной вариант поверочной схемы (ПС), показывающий, от какого НЭ и с помощью какого метода передачи размера (МПР) осуществляется поверка вторичного эталона ВЭ.

На рисунке 3.1 (б) показана ПС, в которой одному и тому же ВЭ может быть передан размер от одного НЭ двумя разными методами. На рисунке 3.1 (в) приведены варианты поверочной схемы, когда для одного вторичного эталона ВЭ1 и другого ВЭ2 применяются разные методы передачи размера единиц (МПР1 и МПР2) от одного и того же НЭ.

Рисунок 3.1 (г) обобщает варианты, показанные на рисунке 3.1, а, б на случаи использования ПС для передачи размеров от одного из двух НЭ тем или иным МПР одному из трех ВЭ.

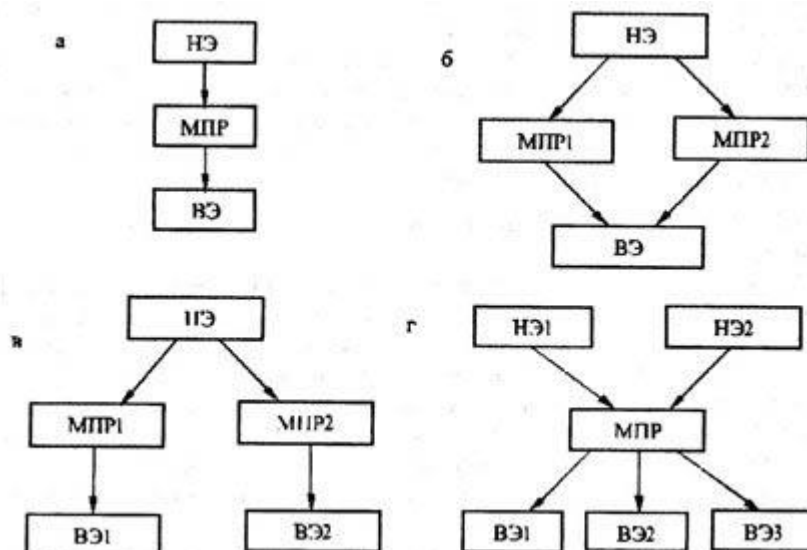


Рисунок 3.1 – Варианты построения поверочных схем

К поверочным схемам предъявляют **следующие общие требования:**

- государственные поверочные схемы не должны противоречить межгосударственным поверочным схемам;
- как правило, поверочные схемы распространяются на передачу одной ФВ (или нескольких взаимосвязанных ФВ);
- документ на поверочную схему (стандарт предприятия, отраслевой стандарт, государственный стандарт) должен включать в себя чертеж поверочной схемы и текстовую часть, содержащую пояснение к чертежу. На чертеже нужно указывать наименование СИ и метод поверки (или метод передачи размера), номинальное значение или диапазон значений передаваемой единицы, допускаемые значения погрешности СИ и допускаемые значения погрешности методов поверки.

Особенности применяемых видов средств измерений определяют методы их поверки. В практике поверочных лабораторий известны разнообразные методы поверки средств измерений, которые для унификации сводятся к следующим:

- непосредственное сличение при помощи компаратора (т.е. при помощи средств сравнения);
- метод прямых измерений;
- метод косвенных измерений;
- метод независимой поверки (т.е. поверки средств измерений относительных величин, не требующий передачи размеров единиц).