

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВПО «СГГА»)

Институт оптики и оптических технологий

Кафедра метрологии и технологии оптического производства

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Новосибирск
СГГА

ВЕДЕНИЕ

В конспекте изложены основы метрологии, которые необходимо знать каждому специалисту, выполняющему измерения или связанному с измерительной информацией.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ.

1.1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ МЕТРОЛОГИИ: СВОЙСТВО, ВЕЛИЧИНА, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СВОЙСТВ ОБЪЕКТОВ МАТЕРИАЛЬНОГО МИРА.

1.2 ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН.

1.3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.

1.4 МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ СИ.

1.5 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

Метрология (от греч. "метро"- мера, "логос" - учение) - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения единства и требуемой точности измерений.

В современном обществе метрология как наука и область практической деятельности играют большую роль. Это связано с тем, что практически нет ни одной сферы человеческой деятельности, где бы не использовались результаты измерений- В нашей стране ежедневно выполняется свыше 20 миллиардов различных измерений. Измерения являются неотъемлемой частью большинства трудовых процессов. Затраты на обеспечение и проведение измерений составляют около 20 % от общих Затрат на производство продукции.

На основе измерений получают информацию о состоянии производственных, экономических и социальных процессов. Измерительная информация служит основой для принятия решений о качестве продукции при внедрении систем качества, в научных экспериментах и т.д. И только достоверность и соответствующая точность результатов измерений обеспечивает правильность принимаемых решений на всех уровнях управления. Получение недостоверной информации приводит к неверным решениям, снижению качества продукции, возможным авариям.

Для реализации положений большинства Законов РФ (например, "О защите прав потребителя", "О стандартизации", "О сертификации продукции и услуг", "Об энергосбережении" и др.) необходимо использование достоверной, и сопоставимой информации.

Эффективное сотрудничество с другими странами, совместные разработки научно-технических программ (например, в области освоения космоса, медицины, охраны окружающей среды и др.), дальнейшее развитие торговых отношений требует растущего взаимного доверия к измерительной информации, являющейся по существу основным объектом обмена при совместном решении научно-технических проблем, основой взаимных расчетов при торговых операциях, заключении контрактов на поставку материалов, изделий, оборудования. Создание единого подхода к измерениям гарантирует взаимопонимание, возможность унификации и стандартизации методов и средств измерений, взаимного признания результатов измерений и испытаний продукции в международной системе товарообмена.

Для количественного определения (измерения) того или иного параметра, характеристики продукции, процесса, явления, т.е. любого объекта измерения, необходимо: выбрать параметры, характеристики, которые определяют интересующие нас свойства объекта; установить степень достоверности с которой следует определять выбранные параметры, установить допуски, нормы точности и т.д.; выбрать методы и средства измерений для достижения требуемой точности; обеспечить готовность средств измерений выполнять свои функции привязкой средств измерений к соответствующим эталонам

(посредством периодической поверки, калибровки средств измерений); обеспечить учет или создание требуемых условий проведения измерений; обеспечить обработку результатов измерений и оценку характеристик погрешностей.

Перечисленные положения представляют собой своеобразную цепь, изъятие из которой какого-нибудь звена неизбежно приводит к получению недостоверной информации, и как следствие, к значительным экономическим потерям и принятию ошибочных решений.

Возможность применения результатов измерений для правильного и эффективного решения любой измерительной задачи определяется следующими тремя условиями:

- результаты измерений выражаются в узаконенных (установленных законодательством России) единицах;
- значения показателей точности результатов измерений известны с необходимой заданной достоверностью;
- значения показателей точности обеспечивают оптимальное в соответствии с выбранными критериями решение задачи, для которой эти результаты предназначены (результаты измерений получены с требуемой точностью).

Если результаты измерений удовлетворяют первым двум условиям, то о них известно все, что необходимо знать для принятия обоснованного решения о возможности их использования. Такие результаты можно сопоставлять, они могут использоваться в различных сочетаниях, различными людьми, организациями. В этом случае говорят, что обеспечено единство измерений - состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности результатов не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

Третье из перечисленных выше условий определяет требование к точности применяемых методов и средств измерений. Недостаточная точность измерений приводит к увеличению ошибок контроля, к экономическим потерям. Завышенная точность измерений требует затрат на приобретение более дорогих средств измерений. Поэтому это требование является не только метрологическим, но и экономическим требованием, т.к. связано с затратами и потерями при проведении измерений (затраты и потери - экономические критерии).

Если при измерениях соблюдаются все три условия (обеспечивается единство и требуемая точность измерений), то говорят о метрологическом обеспечении. Под метрологическим обеспечением понимается установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

-научной основой метрологического обеспечения является метрология- наука об измерениях;

-организационной основой является метрологическая служба России;

-техническими средствами являются: система средств измерений, эталонов, система передачи размеров единиц от эталона рабочим средствам измерений, система стандартных образцов, система стандартных справочных данных;

-правила и нормы по обеспечению единства измерений установлены в Законе РФ "Об обеспечении единства измерений" и в нормативных документах Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).

Переход России к рыночной экономике определил новые условия для деятельности отечественных фирм, предприятий и организаций в области метрологического обеспечения. С принятием Закона РФ "Об обеспечении единства измерений" (в апреле 1993г.) начался новый этап развития метрологии, который характеризуется переходом от административного принципа управления метрологической деятельностью к законодательному и в значительной степени гармонизацией российской системы измерений с международной практикой.

В Законе определены сферы деятельности, в которых соблюдение метрологических требований обязательно и на которые распространяется государственный метрологический надзор (статья 13):

-здравоохранение, ветеринария, охрана 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 и почтовые операции;

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

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

- обязательная сертификация продукции и услуг;

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

- регистрация национальных и международных рекордов.

Государственный надзор за обеспечением единства измерений осуществляют государственные инспекторы, права и обязанности которых также определены Законом.

Следует отметить, что в деятельности по метрологическому обеспечению участвуют не только метрологи, т.е. лица или организации, ответственные за единство измерений, но и каждый специалист: или как потребитель количественной информации, в достоверности которой он заинтересован, или как участник процесса ее получения и обеспечения достоверности измерений.

Современное состояние метрологического обеспечения требует высокой квалификации специалистов. Механическое перенесение зарубежного опыта в отечественные условия в настоящее время невозможно и специалистам необходимо иметь достаточно широкий кругозор, чтобы творчески подходить к выработке и принятию решений на основе измерительной информации. Это касается не только работников производственной сферы. Знания в области метрологии важны и для специалистов по реализации продукции, менеджеров, экономистов, которые должны использовать достоверную измерительную информацию в своей деятельности.

ПРИМЕЧАНИЕ: полный конспект лекций смотри в ЭУМК на кафедре МиТОП.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, СВЯЗАННЫЕ СО СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЙ (СИ)

2.1 МЕРЫ: ОДНОЗНАЧНЫЕ И МНОГОЗНАЧНЫЕ;

2.2 СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ (СО) СОСТАВА ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ, СО СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ;

2.3 МАГАЗИНЫ И НАБОРЫ МЕР;

2.4 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ: ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЕ, ИНДУКТИВНЫЕ, ЕМКОСТНЫЕ, ПНЕВМОЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ;

2.5 ПРИМЕНЕНИЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ;

2.6 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ: ПРИБОРЫ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ И ПРИБОРЫ СРАВНЕНИЯ;

2.7 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ И УСТАНОВКИ;

2.8 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ.

2.9 ЭТАЛОНЫ И ЭТАЛОННАЯ БАЗА СТРАНЫ.

2.10 ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭТАЛОНОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.

2.11 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ.

Метрология как наука и область практической деятельности имеет древние корни. На протяжении развития человеческого общества измерения были основой взаимоотношений людей между собой, с окружающими предметами, природой. При этом вырабатывались определенные представления о размерах, формах, свойствах предметов и явлений, а также правила и способы их сопоставления. Раздробленность территорий и населяющих их народов обуславливала индивидуальность этих правил и способов. Поэтому появлялось множество единиц для измерения одних и тех же величин.

Наименования единиц и их размеров в давние времена давались чаще всего в соответствии с возможностью определения их без специальных устройств, т.е. ориентировались на те, что были "под руками и под ногами". В России в качестве единиц длины были пядь, локоть. Первоначально под пядью понимали максимальное расстояние между концами вытянутых большого и указательного пальцев взрослого человека. В XVI в. мерную пядь приравнивали к четверти аршина, а в дальнейшем пядь как мера длины постепенно вышла из употребления.

Локоть как мера длины применялась в древние времена во многих государствах (на Руси, в Вавилоне, Египте и др. странах) и определялась как расстояние по прямой от локтевого сгиба до конца среднего пальца вытянутой руки (или большого пальца, или сжатого кулака). Естественно, размер локтя был различным.

Одной из основных мер длины в России долгое время была сажень (упоминается в летописях начала XV в.). Размер ее также был не постоянен. Применялись: простая сажень, косая сажень, казенная сажень и др. При Петре I по его Указу русские меры длины были согласованы с английскими мерами. Так одна сажень должна была равняться семи английским футам. В 1835 г. Николай I своим "Указом правительствующему Сенату" утвердил сажень в качестве основной меры длины в России. В соответствии с этим Указом за основную единицу массы был принят образцовый фунт, как кубический дюйм воды при температуре 13,3 градуса Реомюра в безвоздушном пространстве (фунт равнялся 409,51241 грамм).

Кроме перечисленных мер длины в России использовались и другие меры длины: аршин (0,7112 м), верста (в разные времена размер версты был различным).

Для поддержания единства установленных мер еще в древние времена применялись эталонные (образцовые) меры, которые хранились в Церквях, т.к. Церкви являлись наиболее надежными местами для хранения ценных предметов. В принятом в 1134-1135г. уставе говорилось, что переданные на хранение епископу меры надлежало "блюсти без пакости, ни умаливати, ни умноживати и на всякий год взвешивати". Таким образом, уже в те времена производилась операция, которая позже стала называться поверкой.

За умышленно неправильные измерения, обман, связанные с применением мер, предусматривались строгие наказания («казнити близко смерти»).

По мере развития промышленного производства повышались требования к применению и хранению мер, стремление к унификации размеров единиц. Так, в 1736 г. российский Сенат образовал комиссию мер и весов. Комиссии предписывалось разработать эталонные меры, определить отношения различных мер между собой, выработать проект Указа по организации поверочного дела в России. Архивные материалы свидетельствуют о перспективности замыслов, которые предполагала реализовать комиссия. Однако из-за отсутствия средств, эти замыслы в то время не были реализованы.

В 1841 году в соответствии с принятым Указом "О системе Российских мер и весов", узаконившим ряд мер длины, объема и веса, было организовано при Петербургском монетном дворе Депо образцовых мер и весов - первое государственное поверочное учреждение. Основными задачами Депо являлись: хранение эталонов, составление таблиц русских и иностранных мер, изготовление менее точных по сравнению с эталонами образцовых мер и рассылка последних в регионы страны. Поверка мер и весов на местах была вменена в обязанность городским думах, управам и казенным палатам. Были организованы "ревизионные группы", включающие представителей местных властей и купечества, имеющие право изымать неверные или неклеименные меры, а владельцев таких мер привлекать к ответственности. Таким образом, в России были заложены основы единой государственной метрологической службы.

В начале XVIIIв. появились книги, в которых содержалось описание действующей русской метрологической системы:

Л.Ф.Магницкого "Арифметика" (1703г.), "Роспись полевой книги" (1709г.). Позже, в 1849г. была издана первая научно-учебная книга Ф.И. Петрушевского "Общая метрология" (в двух частях), по которой учились первые поколения русских метрологов.

Важным этапом в развитии русской метрологии явилось подписание Россией метрической конвенции 20 мая 1875г. В этом же году была создана Международная организация мер и весов (МОМВ). Место пребывания этой организации- Франция (Севр). Ученые России принимали и принимают активное участие в работе МОМВ. В 1889г. в Депо образцовых мер и весов поступили эталоны килограмма и метра.

В 1893 г. в Петербурге на базе Депо была образована Главная палата мер и весов, которую возглавлял до 1907г. великий русский ученый Д.И.Менделеев. В это время начали проводиться серьезные метрологические исследования. Д.И.Менделеев вложил много сил в развитие и совершенствование поверочного дела; была образована сеть поверочных палаток, осуществляющих поверку, клеймение и ремонт мер и весов, контроль за их правильным применением. В 1900 г. при Московском окружном пробирном управлении состоялось открытие Поверочной палатки торговых мер и весов. Так было положено начало организации метрологического института в Москве (в настоящее время - Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы - ВНИМС).

Измерительным преобразователем (ГОСТ 16263—70) называется средство измерения, предназначенное для выработки сигнала информации о значениях измеряемых физических величин в удобной для передачи и дальнейшего преобразования форме, но не поддающееся непосредственному восприятию наблюдателем. Измерительной преобразователь, предназначенный для дистанционной передачи сигнала измерительной информации,

называется передающим измерительным преобразователем, а преобразователь, к которому подведена измеряемая величина, называется первичным измерительным преобразователем.

Принцип действия электроконтактных передающих преобразователей заключается в использовании перемещений измерительного стержня, замыкающего электрическую цепь.

Электроконтактные преобразователи обычно предназначаются для оценки размера контролируемой детали в определенных пределах и для определения числового значения измеряемой величины. Некоторые модели электроконтактных преобразователей снабжены отсчетными устройствами в виде индикаторов часового типа, работающих параллельно с электрическими контактами. Электроконтактные преобразователи по назначению разделяются на предельные и амплитудные.

Предельные электроконтактные преобразователи предназначаются для того, чтобы установить, находятся ли размеры контролируемых деталей в пределах заданного поля допуска, амплитудные — для контроля амплитуды непрерывно изменяющегося размера, т. е. для контроля разности между наибольшим и наименьшим значениями проверяемого размера (в частности, для контроля погрешности геометрической формы или взаимного расположения поверхностей).

Предельные преобразователи применяются для сортировки деталей на размерные группы. Эти преобразователи разделяются на однопредельные, двух предельные и многопредельные. Наибольшее распространение получили двухпредельные преобразователи. Они применяются для сортировки деталей на три группы: брак исправный (брак +), годные и брак неисправный (брак —) *.

*Число контактных пар, т. е. система контактов преобразователей, замыкающихся при определенном положении измерительного стержня, всегда на единицу меньше числа размерных групп, на которые преобразователи сортируют детали. Во втулках корпуса 8 перемещается измерительный стержень 1 со сменным наконечником. Перемещение измерительного стержня вызывает поворот вокруг оси 5 двуплечего рычага 4, несущего подвижные контакты 2 и 7. На рис. 34, а малое плечо рычага — расстояние от оси 5 рычага до точки его контакта с упором 9, большое плечо — длина рычага от оси поворота 5 до подвижных контактов 2 или 7. На рис. 34, б малое плечо рычага — расстояние от точки контакта измерительного стержня 1 с рычагом 4 до оси призматической опоры 5; большое плечо — длина рычага от оси опоры 5 до подвижных контактов 2 или 7.

При крайних отклонениях рычага 4 замыкается один из контактов 2 или 7. Измерительное усилие создает пружина 10. Неподвижные контакты 3 и 6 регулируются при помощи микрометрических винтов,

Преобразователь настраивается на размер по двум образцовым деталям, с размерами, соответствующими предельным размерам контролируемых деталей.

Трехконтактные преобразователи применяются для сортировки контролируемых деталей на две размерные группы годных деталей, а также на брак исправимый (брак+) и неисправимый (брак —). Эти преобразователи находят применение в различных измерительных установках, где требуется выдача трех команд в определенной последовательности. Трехконтактные преобразователи моделей 229 и 230 (рис. 35), выпускаемые заводом «Калибр», имеют схему, аналогичную схеме двухконтактного преобразователя модели 228, и отличаются они только тем, что имеют три регулируемых контакта, причем у преобразователя модели 229 два контакта расположены в верхней части, а у преобразователя модели 230 — в нижней части. Выдача команд у этих преобразователей производится не в последовательности расположения контактов. В частности, у преобразователя модели 229 при перемещении измерительного стержня 7 снизу вверх сначала размыкается нижняя пара контактов 1 и 2, что влечет за собой замыкание средней пары контактов 3 и 4, а затем верхней пары контактов 5 и 6. Вследствие этого трехконтактные преобразователи для каждой группы контактов имеют различные пределы измерения; общий предел измерения, равный 1 мм, у преобразователя модели 229 находится между нижней и средней парами контактов, а между средней и верхней парами контактов он

составляет 0,02—0,03 мм. У преобразователя модели 230 при перемещении измерительного стержня сверху вниз сначала размыкается верхний контакт, затем замыкается средний и дальше — нижний контакт, поэтому общий предел измерения, равный 1 мм, находится у этой модели между верхней и средней парой контактов, а между средней и нижней он равен 0,02-0,03 мм.

Амплитудные преобразователи по сравнению с предельными получили значительно меньшее распространение. Схема амплитудного преобразователя показана на рис. 36. Измерительный стержень 6, подвешенный на пружинном параллелограмме, связан с фрикционной планкой 8, которая с помощью плоской пружины поджимается к подшипнику 2. На наружном кольце подшипника установлен рычаг 5 с подвижными контактами 4 и 7, контактирующими с контактами 1 и 3, из которых контакт 3 является регулируемым. Радиус наружного кольца подшипника 2 выполняет роль малого плеча рычажной передачи. Большое плечо передачи — длина рычага 5.

Измерительное усилие преобразователя создается пружиной, вставленной в полый измерительный стержень 6.

Амплитудный преобразователь можно настраивать по образцовой детали, имеющей величину перепада размера, соответствующую контролируемой детали. Настройка производится с помощью настроечного винта либо с помощью отсчетной (индикаторной) головки. Шкальные электроконтактные преобразователи представляют собой сочетание механизмов, имеющих стрелочное устройство для визуального отсчета, и электрических контактов — для выдачи команды. Изготавливаются эти преобразователи заводом «Красный инструментальщик» ГОСТ 11703—66 с использованием рычажно-зубчатого механизма (тип ЭГР). Ранее ЛИЗ по тому же ГОСТ 11703—66 были выпущены электроконтактные преобразователи с пружинным механизмом (тип ЭГП). Схема рычажно-зубчатого преобразователя представлена на рис. 37. Измерительный стержень 1, расположенный в направляющих втулках корпуса 18, взаимодействует с рычагом 16, имеющим зубчатый сектор 7. Этот сектор находится в зацеплении с другим сектором 11, на одной оси с которым расположен третий сектор 4. По обеим сторонам сектора 4 расположены подвижные электрические контакты 10 и 12. Вторая пара неподвижных контактов 8 и 13 установлена на плоских пружинах 15 и настраивается с помощью винтов 9 и 14. Сектор 4 находится в зацеплении с трибкой 17, на ось которой насажена стрелка 6. Беззазорное зацепление сектором 4 с трибкой обеспечивается спиральной пружиной (волоском), один конец которой закреплен на трибке, а другой — на корпусе. Измерительное усилие создается пружиной 6, воздействующей на рычаг 3. Этот рычаг вместе с винтом 2 служит для подъема измерительного стержня (арретирования).

При перемещении измерительного стержня освобождается рычаг 16, который приводит в движение секторы 11 и 4. При этом в зависимости от размеров контролируемых деталей произойдет замыкание одного из подвижных контактов на секторе 4 с неподвижными контактами. Одновременно происходит поворот стрелки, с помощью которой по шкале преобразователя можно отсчитывать величину перемещения измерительного стержня.

Основные технические характеристики электроконтактных преобразователей, выпускаемых в СССР, приведены в табл. 22.

В годы советской власти метрология получила дальнейшее развитие. В 1918г. был принят декрет правительства Российской Федерации "О введении международной метрической системы мер и весов".

В 1930г. произошло объединение метрологии и стандартизации. Была проведена большая работа по изучению состояния метрологической деятельности. Опыт, полученный в эти годы, оказался полезным во время Великой Отечественной войны, когда потребовалось быстрое восстановление измерительного хозяйства на эвакуированных предприятиях и приспособление его к задачам военного производства. После окончания войны сеть поверочных и метрологических организаций начала быстро восстанавливаться. Были созданы новые метрологические институты.

В 1954г. был образован Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при СМ СССР (в дальнейшем Госстандарт СССР). После распада СССР управление метрологической службой России осуществляет Государственный комитет РФ по стандартизации и метрологии (Госстандарт России).

В отличие от зарубежных стран управление метрологической службой в РФ осуществляется в рамках единой сферы управления, включающей и стандартизацию. Однако между этими видами деятельности существуют различия, которые углубляются по мере развития рыночных отношений. Если руководство метрологией и государственный метрологический надзор сохраняется в качестве важнейшей функции государственного управления, то стандартизация, в основу которой, судя по опыту стран с рыночной экономикой, положен диктат производителя, может претерпеть существенные изменения.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.

3.1 ПОНЯТИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ.

3.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ: МЕТОДИЧЕСКИЕ, ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ И СУБЪЕКТИВНЫЕ ПОГРЕШНОСТИ.

3.3 СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ, ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ (ОДНОКРАТНЫХ И МНОГОКРАТНЫХ). МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ, ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ. КЛАССЫ ТОЧНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.

Методы и средства измерительного контроля. Качество технических измерений и контроля. Достоверность контроля и испытаний продукции. Измерительный контроль на производстве. Основы поверки автоматических средств контроля размеров.

Основные положения закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Стандарты Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ), правила по метрологии, межгосударственные рекомендации по метрологии и другие нормативные документы: стандарты, инструкции по поверке, методические указания, поверочные схемы приборов универсальных механических приборов.

Физической величиной называется одно из свойств физического объекта (явления, процесса), которое является общим в качественном отношении для многих - физических объектов, отличаясь при этом количественным значением.

Каждая физическая величина имеет свои качественные и количественные характеристики. Качественная характеристика определяется тем, какое свойство материального объекта или какую особенность материального мира эта величина характеризует. Так, свойство "прочность" в количественном отношении характеризует такие материалы, как сталь, дерево, ткань, стекло и многие другие, в то время как количественное значение прочности для каждого из них совершенно разное. Для выражения количественного содержания свойства конкретного объекта употребляется понятие "размер физической величины". Этот размер устанавливается в процессе измерения.

Целью измерений является определение значения физической величины - некоторого числа принятых для нее единиц (например, результат измерения массы изделия составляет 2 кг, высоты здания - 12 м и др.).

В зависимости от степени приближения к объективности различают истинное, действительное и измеренное значения физической величины. Истинное значение физической величины - это значение, идеально отражающее в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта. Из-за несовершенства средств и методов измерений истинные значения величин практически получить нельзя. Их можно представить только теоретически. А значения величины, полученные при измерении, лишь в большей или меньшей степени приближаются к истинному значению.

Действительное значение физической величины - это значение величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.

Измеренное значение физической величины - это значение, полученное при измерении с применением конкретных методов и средств измерений.

При планировании измерений следует стремиться к тому, чтобы номенклатура измеряемых величин соответствовала требованиям измерительной задачи (например, при контроле измеряемые величины должны отражать соответствующие показатели качества продукции).

Для каждого параметра продукции должны соблюдаться требования:

- корректность формулировки измеряемой величины, исключающая возможность различного толкования (например, необходимо четко определять, в каких случаях определяется "масса" или "вес" изделия, "объем" или "вместимость" сосуда и т.д.);

- определенность подлежащих измерению свойств объекта (например, "температура в помещении не более ...°С" допускает возможность различного толкования. Необходимо так изменить формулировку требования, чтобы было ясно, установлено ли это требование к максимальной или к средней температуре помещения, что будет в дальнейшем учтено при выполнении измерений)

• использование стандартизованных терминов (специфические термины следует пояснять при первом их упоминании).

Существует несколько определений понятия "измерения", каждое из которых описывает какую-нибудь характерную особенность этого многогранного процесса. В соответствии с ГОСТ 16263-70 "ГСИ. Метрология. Термины и определения" измерение - это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. Это широко распространенное определение измерения отражает его цель, а также исключает возможность использования данного понятия вне связи с физическим экспериментом и измерительной техникой. Под физическим экспериментом понимают количественное сравнение двух однородных величин, одна из которых принята за единицу, что "привязывает" измерения к размерам единиц, воспроизводимых эталонами.

Интересно отметить толкование данного термина философом П.А.Флоренским, которое вошло в "Техническую энциклопедию" издания 1931 г. "Измерение - основной познавательный процесс науки и техники, посредством которого неизвестная величина количественно сравнивается с другою, однородною с нею и считаемою известной".

Измерения в зависимости от способа получения числового значения измеряемой величины делятся на прямые и косвенные.

Прямые измерения - измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных. Например, измерение длины линейкой, температуры термометром и т.п.

Косвенные измерения - измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям. Например, площадь прямоугольника определяют по результатам измерения его сторон ($s=l.d$), плотность твердого тела определяют по результатам измерений его массы и объема ($\rho = m/v$) и т.п.

Наибольшее распространение в практической деятельности получили прямые измерения, т.к. они просты и могут быть быстро выполнены. Косвенные измерения применяют тогда, когда нет возможности получить значение величины непосредственно из опытных данных (например, определение твердости твердого тела) или когда приборы для измерения величин, входящих в формулу, точнее, чем для измерения искомой величины.

Деление измерений на прямые и косвенные позволяет использовать определенные способы оценивания погрешностей их результатов.

Физическая величина, которой по определению присвоено числовое значение, равное единице, называется единицей физической величины.

Разные единицы одной и той же величины отличаются друг от друга своим размером. Так, размер килограмма в тысячу раз больше размера грамма, размер минуты в шестьдесят раз больше размера секунды. Единицу физической величины можно выбрать произвольно, независимо от других единиц. Например, единица длины - метр, единица массы килограмм, единица температуры - градус и т.д.

Для большинства величин единицы получают по формулам, выражающим зависимость между физическими величинами. В этом случае единицы величин будут выражаться через единицы других величин. Например, единица скорости - метр в секунду (м/с), единица плотности - килограмм на метр в квадрате (кг/м²). Единицы, образованные с помощью формул, называют производными единицами.

Единицу можно получить также умножением или делением независимой или производной единицы на целое число, обычно на 10. Такие единицы называют кратными (например, километр - 10^3 м, киловатт - 10^3 Вт) или дельными (например, миллиметр - 10^{-3} м, миллисекунда - 10^{-3} с).

Единицы физических величин объединяются по определенному принципу в системы единиц. Эти принципы заключаются в следующем: произвольно устанавливают единицы для некоторых величин, называемых основными единицами, и по формулам через основные получают все производные единицы для данной области измерений. Совокупность основных и производных единиц, относящихся к некоторой системе величин и образованная в соответствии с принятыми принципами, составляет систему единиц физических величин.

Многообразие систем единиц для различных областей измерений создавало трудности в научной и экономической деятельности как в отдельных странах, так и в международном масштабе. Поэтому возникла необходимость в создании единой системы единиц, которая включала бы в себя единицы величин для всех разделов физики. В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам Международной организации мер и весов (МОМВ) была принята Международная система единиц (SI).

Международная система единиц состоит из семи основных единиц, двух дополнительных единиц и необходимого числа производных единиц.

Основными единицами в международной системе единиц являются: единица длины - метр (м), единица массы - килограмм (кг), единица времени - секунда (с), единица силы электрического тока - ампер (А), единица термодинамической температуры - кельвин (К), единица силы света - кандела (кд), единица количества вещества - моль (моль).

Три первые единицы (метр, килограмм, секунда) позволяют образовать производные единицы для измерения механических и акустических величин. При добавлении к указанным четвертой единицы - кельвина можно образовать производные единицы для измерений тепловых величин.

Единицы (метр, килограмм, секунда, ампер) служат основой для образования производных единиц в области электрических, магнитных-измерений и измерений ионизирующих излучений. Единица "моль" используется для образования единиц в области физико-химических измерений.

Единица плоского угла - радиан и единица телесного угла - стерadian используются для образования производных единиц, связанных с угловыми величинами (например, угловая скорость, световой поток и др.). В практических задачах для измерения угловых величин используются единицы: угловой градус, минута, секунда.

В нашей стране Международная система единиц применяется с 1 января 1963 года.

В настоящее время применение единиц физических величин в России узаконено Конституцией РФ (ст.71) и Законом РФ "Об обеспечении единства измерений" (ст.6). В практической деятельности следует руководствоваться единицами физических величин, регламентированных ГОСТ 8.417-81 "Единицы физических величин". В этом стандарте наряду с единицами Международной системы единиц (основные, дополнительные, производные) представлены допущенные к применению другие единицы. В стандарте приведены правила написания и обозначения единиц. Эти правила следует использовать при оформлении требований к измерительной информации. Обозначения единиц применяются только с числовыми значениями (в тексте следует записывать полное название единицы, например: "измерение длины в метрах", а «измеренная длина-25 м»); между числовым значением и обозначением необходим пробел; обозначения единиц, наименования которых образованы по фамилиям ученых, должны записываться с прописной (заглавной) буквы, например, 220 В, 25 А и др.; при указании значений величин с предельными отклонениями обозначения единиц следует приводить после каждого значения, например, $20 \text{ кг} \pm 1 \text{ кг}$, или же заключать числовые значения в скобки, а обозначения единиц ставить после них: $(5 \pm 1) \text{ г}$; при перечислении нескольких измеряемых значений обозначение единиц ставят после последней цифры: 4, 6, 8 мм; помещение обозначений единиц рядом с формулой,

выражающей зависимость между величинами, не допускается (пояснения единиц даются отдельно). Более полный перечень правил написания и обозначения единиц приведен в стандарте. Эти же правила приведены в справочниках по Международной системе единиц.

Одно из условий обеспечения единства измерений - выражение результата в узаконенных единицах. Это предполагает не только применение допущенных ГОСТ 8.417-81 единиц, но и обеспечение равенства их размеров. А для этого необходимо обеспечить воспроизведение, хранение единиц физических величин и передачу их размеров всем применяемым средствам измерений, проградуированных в этих единицах.

Средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины (или кратных либо дельных значений единицы величины) с целью передачи ее размера другим средствам измерений данной величины, выполненное по особой спецификации и официально утвержденное в установленном порядке, называется эталоном.

Эталон, утвержденный в качестве исходного для страны, называют государственным эталоном.

В основе создания эталонов лежат фундаментальные исследования. В эталонах воплощены новейшие достижения науки и техники для воспроизведения единиц с максимально возможной точностью. Эталонную базу страны составляет государственные эталоны (порядка 120), которые хранятся в Государственных научных метрологических центрах (ГНМЦ).

Для различных метрологических работ создают вторичные эталоны, значения которых устанавливают по государственному эталону. По назначению их подразделяют на эталоны-свидетели, эталоны-копии, эталоны-сравнения и рабочие эталоны. Эталон-свидетель предназначен для проверки сохранности государственного эталона и его замены в случае порчи или утраты. Эталон-копия предназначен для передачи размеров единиц рабочим эталонам. Эталон-свидетель применяют для сличения эталонов. Рабочий эталон используется для передачи размера единиц эталонам высшей точности и в отдельных случаях наиболее точным рабочим средствам измерений.

Для передачи размеров единиц от государственного эталона рабочим средствам измерений создана система эталонов, которые по точности подразделяются на разряды. Передача размеров единиц осуществляется путем поверки или калибровки средств измерений.

Поверка средств 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. Поверка средства измерений заключается в определении погрешностей средства измерений и в установлении его пригодности к применению. Проведение поверки позволяет установить, находятся ли метрологические характеристики средств измерений в заданных пределах.

Процедура поверки средств измерений регламентируется различными документами (государственными стандартами, инструкциями, методическими указаниями и др.), соблюдение требований которых обязательно

Калибровка средств измерений - совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору.

Соподчинение Государственного эталона, вторичных, а также системы разрядных эталонов и рабочих средств измерений установлено государственной поверочной схемой.

Поверочная схема - утвержденный в установленном порядке документ, устанавливающий средства, методы и точность передачи размеров единиц от государственного эталона рабочим средствам измерений.

Поверочные схемы разделяют на государственные и локальные, Государственные поверочные схемы регламентируются государственными стандартами и распространяются

на все средства измерений данного вида. Локальные поверочные схемы предназначены для метрологических служб Государственных органов управления и юридических лиц. Все локальные схемы должны соответствовать требованиям соподчиненности, которая определена государственной поверочной схемой.

Поверочные схемы состоят из чертежа и текстовой части. На чертеже указывают: наименование средств измерений, диапазоны значений физических величин, обозначения и значения погрешностей, наименования методов поверки. Текстовая часть состоит из вводной части и пояснений к элементам поверочной схемы.

При контроле линейных или угловых размеров в зависимости от поставленной цели:

- 1) определяют действительный размер измеряемой детали в абсолютных величинах (например, при аттестации деталей, используемых в качестве образцовых) ;
- 2) определяют размер контролируемой детали в пределах предписанных для нее предельных отклонений и признают ее годной или негодной (например, при приемочном контроле готовой продукции).

В этих случаях погрешность измерения по-разному влияет на получаемые результаты измерения. В первом случае (при аттестации контролируемого размера) погрешность измерения приводит к тому, что детали присваивают действительный размер, достоверность которого определяется только погрешностью, имевшей место в момент измерения.

Во втором случае (при приемочном контроле) погрешность измерения взаимодействует с фактическими размерами многих деталей. При этом погрешность измерения влияет на окончательные результаты приемки (т. е. на определение «годен» или «брак») только тех деталей, фактические размеры которых находятся близко к границам поля допуска. Естественно, что погрешности измерения будут влиять и на те размеры, которые находятся ближе к центру группирования. Однако для таких размеров погрешности измерения уже не могут способствовать забракованию годной продукции или, наоборот, бракованную продукцию считать годной. Влияние погрешностей измерения на такие размеры будет сказываться только на их перераспределении внутри поля допуска.

Таким образом, при приемочном контроле на результаты измерения влияют не только погрешность измерения, но и фактические размеры деталей.

Поскольку фактические (технологические) размеры обработанных деталей имеют определенный закон распределения, а погрешность измерения зависит от состояния и конструкции измерительного средства и условий проведения измерений и тоже имеет определенный закон распределения, сочетание технологического размера контролируемой детали и погрешности измерения является случайным событием и подчиняется законам теории вероятностей.

Технологические (контролируемые) размеры подчиняются нормальному закону распределения или закону существенно положительных величин (закону Максвелла).

При неизвестном законе распределения рекомендуется использовать нормальный закон для оценки параметров разбраковки при измерении Отклонений размеров и закон существенно положительных чисел при оценке колебаний размеров (*т. е.* отклонений формы и расположения поверхностей: некруглости, непрямолинейности, биения, эксцентриситета и т. д.).

Погрешности измерения в большинстве случаев подчиняются нормальному закону и значительно реже - закону равной вероятности.

Точность измерения характеризуется величиной $A_{мет}(\sigma)$

$A_{мет}(\sigma) = 100\%$, изд мет

где $A_{мет}(\sigma)$ - погрешность измерения; σ мет (или σ изм) - среднее квадратическое отклонение распределения погрешности измерения, мкм; ДИЗД - допуск на контролируемый размер, мкм.

Например, при контроле размеров с допуском ДИЗД = ± 20 мкм и предельной погрешностью измерения ± 4 мкм контролируемые размеры и погрешность измерения подчиняются нормальному закону погрешность измерения $A_{мет}(\sigma) = \%. 3,3100\ 40\ 6\ 8$

Пусть технологическое распределение размеров деталей подчиняется нормальному закону распределения ($\Delta_{\text{тех}}=2\delta_{\text{тех}}=6\sigma_{\text{тех}}$), а применяемый метод измерения имеет предельную погрешность, равную нулю (рис. 338, а). Тогда все детали с размерами, не выходящими за границы поля допуска, будут признаны годными, а все действительно бракованные детали будут забракованы. Распределение измеренных таким образом деталей определилось бы усеченной кривой нормального распределения (на рис. 338, а площадь под этой кривой заштрихована).

В реальных условиях, когда имеет место погрешность измерения В (рис.338, б), кривая нормального распределения измеренных размеров деталей будет отличаться от технологического распределения (рис.339)

Действительно, по результатам измерения (из-за погрешности измерения) часть бракованных деталей, т. е. тех, у которых размеры выходят за предельные допускаемые значения (однако близки к этим значениям) будут неправильно приняты как годные. И наоборот, часть деталей, размеры которых не выходят за предельные допускаемые значения (однако близки к ним), будет неправильно забракована.

Влияние погрешности измерения оценивают следующими параметрами (см. рис. 339):

m - вероятностью принятия бракованных деталей [или количеством деталей в процентах общего числа измеренных, имеющих отклонения, выходящие за обе допускаемые границы и принятые в числе годных (неправильно принятые)];

n - вероятностью забракования годных деталей [или количеством деталей в процентах общего числа измеренных, имеющих отклонения, находящиеся в допускаемых границах и забракованные (неправильно забракованные)];

c - вероятностной предельной величиной выхода размера за каждую границу допуска у неправильно принятых деталей.

Определим величины m , n и c приближенным методом на конкретном примере.

Допустим, что следует разбраковать детали, технологические размеры которых (технологическое распределение) выходят за границу установленного допуска так, что $\Delta_{\text{изд}}=\pm\delta_{\text{изд}}=\pm 1,8\sigma_{\text{тех}}$ (рис. 340, а). Размеры проверяют с погрешностью, составляющей 10%, т.е. или $\pm 0,1\sigma_{\text{изм}}$ (изд мет мет $\pm 1,0$ изд мет). Так как погрешность измерения подчиняется нормальному закону распределения, то и c , т.е. (рис. 340, б). изм изм 3 тех изм мет изм 8,12 3 1,02 3 1,03 тех изм 08,1

Последнее выражение указывает на то, что предельная погрешность измерения влияет на разбраковку тех деталей, отклонения размеров которых от границы поля допуска соответствуют значениям, не превышающим $1,08\sigma_{\text{тех}}$.

Участок технологического распределения от начала, соответствующего $1,08\sigma_{\text{тех}}$ (граница поля допуска), до $2,88\sigma_{\text{тех}}$ (граница влияния погрешности измерения: $1,8\sigma_{\text{тех}} + 1,08\sigma_{\text{тех}} = 2,88\sigma_{\text{тех}}$) разбивают на шесть интервалов (установлено, что это оптимальное число интервалов), имеющих следующие границы в долях $\sigma_{\text{тех}}$: 1,8-1,98; 1,98-2,16; 2,16-2,34; 2,34-2,52; 2,52-2,70; 2,70-2,88.

На шесть интервалов разбивают и участок протяженностью $1,08\sigma_{\text{тех}}$, расположенный к центру группирования, т.е. от $1,8\sigma_{\text{тех}}$ (граница поля допуска) до $0,72\sigma_{\text{тех}}$ (граница влияния погрешности измерения: $1,8\sigma_{\text{тех}}-1,08\sigma_{\text{тех}}=0,72\sigma_{\text{тех}}$, имеющих следующие границы в долях $\sigma_{\text{тех}}$: 0,72-0,90; 0,90-1,08; 1,08-1,26; 1,26-1,44; 1,44-1,62; 1,62-1,80.

Также на шесть интервалов в одну сторону от центра группирования и на шесть интервалов в другую сторону от центра группирования (а всего на двенадцать интервалов), соответствующих интервалам технологического распределения, распределяют погрешность измерения, причем каждый интервал имеет протяженность $0,5\sigma_{\text{мет}} = 0,5\sigma_{\text{изм}}$.

Вероятность того, что погрешность измерений больше, чем среднее отклонение в интервале участков технологического рассеивания, будет равна $0,5 - \Phi(Z)$, где Z соответствует средним значениям интервалов, на которые разбит участок от 0 до $3\sigma_{\text{изм}}$, т.е.

$$0,5 - \Phi(Z=25) = 0,5 - 0,0987 = 0,4013,$$

$$0,5 - \Phi(Z=75) = 0,5 - 0,2734 = 0,2266 \text{ и т. д.}$$

Значения функции $\Phi(Z)$ определяются из табл. 13 (см. Тюрин Н. И. Основы метрологии. М., Изд-во стандартов, 1976).

Полученные значения вероятности для погрешности измерения являются постоянными для всех расчетов при различных технологических распределениях (см. рис. 340, б) и используются как постоянные множители.

Вероятность того, что размеры изделия появятся на данном участке технологического распределения, будет определяться площадью соответствующего участка, например

$$\Phi(Z=1,98) - \Phi(Z=1,80) = 0,4761 - 0,4641 = 0,0120;$$

$\Phi(Z=2,16) - \Phi(Z=1,98) = 0,4846 - 0,4761 = 0,0085$ и т. д. Полученные значения вероятностей приведены на рис. 340, а для всех участков.

Определим вероятность того, что изделие с размерами, выходящими за границы поля допуска и находящимися в интервале 1,8стех-1,98стех, будет признано годным. Это вероятность сложного события, определяемая совпадением двух простых событий: первого, когда размеры детали должны находиться в указанном интервале (вероятность такого события определяется значением 0,0120), и второго, когда погрешность измерения должна быть больше, чем средний размер изделия в указанном интервале (вероятность такого события определяется значением 0,4013). Следовательно, вероятность того, что данное изделие будет признано годным определится произведением указанных вероятностей $0,0120 \times 0,4013 = 0,0048156$.

Аналогично, вероятность того, что негодное изделие с размерами, находящимися в интервале 1,98стех-2,16стех, будет признано годным, определится произведением вероятностей $0,0085 \times 0,2266 = 0,0019261$ и т. д.

Вероятность неправильного принятия бракованных изделий (величина m) будет являться суммой вероятностей по всем участкам, т. е.

$$0,0120 \times 0,4013 = 0,00481560$$

$$0,0085 \times 0,2266 = 0,00192610$$

$$0,0058 \times 0,1056 = 0,00061248$$

$$0,0037 \times 0,0401 = 0,00014837$$

$$0,0024 \times 0,0122 = 0,00002928$$

$$0,0015 \times 0,0030 = 0,00000450$$

$\Sigma = 0,00753633$ для каждой границы поля допуска и $2 \Sigma = 0,00753633 \times 2 = 0,01507266$ для обеих границ

Если отбросить 0,27 % (как это обычно принято для нормального закона распределения), то полная вероятность неправильного принятия бракованных изделий $t = 0,01507266 - 0,0027 = 0,01237266$, или около 1,24 %.

Аналогично определяют вероятность ошибочно забракованных изделий (величину n). Только в этом случае рассматривают участки, расположенные от границы поля допуска в направлении к центру группирования технологического распределения.

Сумма вероятностей по отдельным участкам составит:

$$0,0167 \times 0,4013 = 0,00670171$$

$$0,0223 \times 0,2266 = 0,00505318$$

$$0,0289 \times 0,1056 = 0,00305184$$

$$0,0363 \times 0,0401 = 0,00145563$$

$$0,0440 \times 0,0122 = 0,00053680$$

$$0,0517 \times 0,0030 = 0,00015510$$

$\Sigma = 0,01695426$ для каждой границы поля допуска и $2 \Sigma = 0,01695426 \times 2 = 0,03390852$ для обеих границ

В этом случае не нужно отбрасывать 0,27 % случаев, поскольку рассматриваемая зона не располагается с края технологического распределения. Таким образом, полная вероятность ошибочно забракованных изделий n составляет 3,39 % всех измеренных изделий.

Для определения значения возможного выхода размеров за границы допуска с следует найти для границ каждого из интервалов, на которые разделено технологическое распределение, полные вероятности приема бракованных изделий и соответствующие им значения выхода с. В рассматриваемом примере для полной вероятности неправильного принятия бракованных изделий по одной границе допуска, т. е. для 0,00753633, значение с равно предельной погрешности измерения, т. е. 0,6δизд (δизд = 0,6δизд). Следующая сумма вероятностей объединяет все участки, кроме крайнего, и равна 0,00753633-0,0000045=0,00753183, а с=0,50ищ. Последующие суммы вероятностей и значения с будут равны: 0,00753183 - 0,00002928=0,0750255; с= 0,4 δизд ; 0,00750255 - 0,00014837=0,00735418; с= 0,3 δизд ; 0,00735418 - 0,00061248=0,00674170; с=0,2 δизд ; 0,00674170 - 0,00192610=0,00481560; с=0,1 δизд .

Подсчитанное ранее значение вероятности неправильного принятия бракованных изделий с учетом 0,27 % по одной границе допуска составит = 0,00618633 и находится между вероятностями 0,00481560, где с= 0,1 δизд и 0,00674170, где с= 0,2 δизд. Интерполируя эти два значения, находим, что с=0,171 δизд или 17,1% од- ностороннего отклонения. 2 01237266 ,0

В соответствии с рассмотренной методикой были рассчитаны значения m , n и c для различных соотношении Δизд , σтех и А мет(σ) и построены графики (рис. 341).

На графиках сплошные линии соответствуют распределению по нормальному закону как размеров, так и погрешностей измерения; пунктирные линии - нормальному закону распределения размеров и распределения погрешностей измерения по закону равной вероятности.

При неизвестном законе распределения погрешности измерения рекомендуется значения m , n и c определять как средние из значений, найденных по нормальному закону распределения и закону равной вероятности.

Распределение по закону существенно положительных величин (как уже указывалось выше) имеет место в том случае, когда определяют колебание контролируемого размера.

Основная особенность распределения существенно положительных величин заключается в том, что оно имеет одно граничное значение, равное нулю, и не носит симметричного характера. При этом требуется рассчитывать неправильно принятые и неправильно забракованные изделия для всего распределения, а не для одной границы допуска, как это было для нормального закона.

Поэтому при определении результатов разбраковки нужно совмещать нижнюю границу технологического распределения с нижней границей поля допуска, а выход за границу поля допуска будет иметь место только у одной - верхней границы поля допуска. Размер выхода за границу поля допуска с определяют по отношению ко всему допуску.

С учетом указанных особенностей были построены графики для определения значений m , n и c (рис. 342).

На этих графиках сплошные линии соответствуют распределению размеров по закону существенно положительных величин, а погрешностей измерения - по нормальному закону; пунктирные линии - распределению размеров по закону существенно положи- тельных величин, а погрешностей измерения - по закону равной вероятности.

При неизвестном законе распределения погрешности измерения значения m , n и c определяют как средние из значений, найденных по указанным законам.

Параметры m и c на рис. 341 и 342 определены с доверительной вероятностью 0,9973.

Вся зона технологического распределения для закона существенно положительных величин равна 3,44σкруг в круговых средних квадратических отклонениях или 5,25σлин в линейных средних квадратических отклонениях. Соотношение между σкруг и σлин сле- дующее:

σлин = 0,655σкруг

Параметры разбраковки на рис. 341 даны при симметричном ;расположении допуска относительно центра группирования контролируемых деталей, а на рис. 342 при совмещении начала координат распределения с нулевым отклонением.

Проанализируем полученные графики параметров разбраковки.

Они характеризуют точность технологического процесса, поскольку определяются зависимостью $\Delta_{изд}/\sigma_{тех}$ ($\sigma_{тех}$ - среднее квадратическое отклонение распределения погрешности изготовления), т. е. результаты разбраковки в большей мере зависят от состояния технологического процесса, чем от погрешности измерения. Каждая кривая на рис. 341 и 342 соответствует определенному значению погрешности измерения $A_{мет}(\sigma)$ В процентах. В соответствии с ГОСТ 8.051-73 приняты значения $A_{мет}(\sigma)$ от 1,6 до 16% контролируемого допуска.

Участки кривых, расположенных левее экстремального значения, не имеют практического значения, поскольку они характеризуют очень неточные технологические процессы, дающие большое количество бракованных деталей. Вместе с тем, концы этих кривых располагаются тем ниже (следовательно, тем меньше будут значения m , n и c), чем грубее будут изготавливать детали, т. е. чем меньше будет отношение $\Delta_{изд}/\sigma_{тех}$.

Это кажущееся противоречие объясняется тем, что имеет место приближение к случаю, когда все изготовленные детали будут бракованными, а также тем, что с уменьшением отношения $\Delta_{изд}/\sigma_{тех}$ погрешность измерения по отношению к технологическому распределению уменьшается, вследствие чего влияние погрешности измерения на результаты разбраковки тоже уменьшается.

Так, если $\Delta_{изд}/\sigma_{тех} = 4$ и $A_{мет}(\sigma) = 16\%$, то $\sigma_{изм}/\Delta_{изд} = 0,16$; $\sigma_{изм} = 6\sigma_{изд} \cdot 0,16$ и $2\delta_{изм} \approx \Delta_{изд}$. Тогда $2\delta_{изм} = \Delta_{изд} = 4\sigma_{тех}$, т. е. погрешность измерения очень велика.

Однако при отношении $\Delta_{изд}/\sigma_{тех} = 1$, т. е. когда количество действительного брака очень велико, при том же значении $A_{мет}(\sigma) = 16\%$

$2\delta_{изм} = \Delta_{изд} = \sigma_{тех}$

т. е. погрешность измерения по отношению к технологическому распределению уменьшилась в 4 раза.

Каждый из приведенных на рис. 341 и 342 графиков имеет экстремальное значение. Эти значения не очень велики. Следовательно, как бы ни был плох технологический процесс, погрешность измерения (при принятом ее значении по ГОСТ 8.051—73) не может привести к неправильному принятию или неправильному за бракованию большого количества деталей.

В табл. 20 приведены возможные предельные значения параметров разбраковки, соответствующие экстремальным значениям кривых на рис. 341 и 342.

Таблица 20 $A_{мет}(\sigma)$ Предельные значения с/ $\Delta_{изд}$

%
параметров
разбраковки,
полученные по
законам
распределения
измеряемых
размеров

нормальному (рис.341)			существенно положитель- ных величин (рис.342)		
m	n		m	n	
1,6	0,37 - 0,39	- 0,7-0,75	0,15-0,25	0,4-0,5	0,01
3	0,87 - 0,9	1,2-1,3	0,6-0,7	0,7-0,9	0,03
5	1,6 - 1,7	2,0-2,25	1,2-1,25	1,5-1,53	0,06
8	2,6 - 2,8	3,4-3,7	1,9-2,2	2,4-2,8	0,1
10	3,1 - 3,5	4,5-4,75	2,5-2,75	3,2-3,8	0,14

12	3,75 - 4,1	5,4-5,8	3,0-3,25	3,55-4,2	0,17
16	5,0 - 5,4	7,8-8,25	3,9-4,35	5,2-5,5	0,25

Средство измерений (СИ) представляет собой техническое устройство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные метрологические характеристики-

К средствам измерений относятся: меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные установки и измерительные системы.

Мера - это средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. К мерам относят гири, концевые меры длины, нормальные элементы (меры ЭДС). Меры, воспроизводящие физическую величину одного размера (например, гиря, плоскопараллельная концевая мера длины), называются однозначными. Меры, воспроизводящие ряд

одноименных величин различного размера (например, линейка с миллиметровыми делениями), называются многозначными

Широкое применение находят наборы и магазины мер. Указанное на мере (или приписанное мере) значение величины является номинальным значением меры. Разность между номинальным и действительным значениями меры называется погрешностью меры, которая является метрологической характеристикой меры.

Особую категорию средств измерений составляют стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Например, образцы свойств: образец твердости, образец цвета и др., и образцы состава: чистые металлы, образцы марки стали, газовые смеси и др. Стандартный образец- средство измерений в виде вещества (материала), состав и свойства которого установлены при метрологической аттестации. В последние годы стандартные образцы нашли широкое применение в метрологической деятельности и в практике измерений.

Измерительный прибор - средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем. Измерительные приборы по способу получения результата измерений подразделяют на показывающие (аналоговые и цифровые) и регистрирующие (самопишущие и печатающие). Для измерительных приборов обязательно должны быть нормированы: цена деления шкалы, пределы шкалы аналоговых приборов; выходной код, число его разрядов, номинальная цена единицы наименьшего разряда кода для цифровых приборов. Кроме этих нормируются и другие характеристики, оказывающие влияние на результат измерения.

Измерительный преобразователь - средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения. В отличие от измерительного прибора сигнал на выходе измерительного преобразователя не может восприниматься наблюдателем. Измеряемая величина, поступающая на измерительный преобразователь, называется входной, преобразованная - выходной. Соотношение, устанавливающее связь между входной и выходной величинами, называется функцией преобразования измерительного преобразователя и является для него основной метрологической характеристикой. Функция преобразования может быть выражена формулой, графиком, таблицей.

Для категории средств измерений, охватывающей измерительные приборы и измерительные преобразователи, применяют термин "измерительное устройство".

Измерительная установка - совокупность функционально объединенных средств измерений (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, предназначенных для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем, и расположенных в одном месте.

Измерительная система - совокупность средств измерений (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств, соединенных

между собой каналами связей, предназначенных для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки передачи и (или) использования в автоматических системах управления.

По метрологическому назначению средства измерений подразделяют на два вида: рабочие средства измерений, которые предназначены для получения результатов измерений при решении различных производственных задач; эталоны, которые предназначены для воспроизведения, хранения и передачи размеров единиц рабочим средствам измерений. Государственные и рабочие эталоны хранят и применяют Государственные научные метрологические центры. Эталоны (бывшие образцовые средства измерений) предназначены только для передачи размеров единиц, их хранят и применяют органы государственной метрологической службы и метрологические службы юридических лиц. Поэтому увязка рабочих средств измерений с Государственным эталоном является исключительно метрологической задачей и выполняют эту задачу аттестованные в установленном порядке специалисты.

Для получения результата измерения средства измерений применяются в соответствии с определенным методом.

Под методом измерений понимают совокупность приемов использования принципов и средств измерений. Принципы измерения определяют совокупность физических явлений, на которых основаны измерения. Все методы измерения поддаются систематизации и обобщению по общим характерным признакам. Наибольшее распространение получила метрологическая классификация методов измерений, в соответствии с которой методы измерений подразделяются на метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

Метод непосредственной оценки - это такой метод измерений, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия. В приборе прямого действия предусмотрено преобразование сигнала измерительной информации в одном направлении без применения обратной связи. Например, измерение температуры ртутным термометром. Для измерения методом непосредственной оценки применяют очень много приборов различных видов: манометры, амперметры, расходомеры, барометры и др. Достоинствами этого метода является быстрота получения результата измерения, возможность непосредственного наблюдения за изменениями измеряемой величины. Однако его точностные возможности ограничены погрешностями градуировки прибора.

Метод сравнения с мерой - это такой метод, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. При этом используют прибор сравнения-измерительный прибор, предназначенный для непосредственного сравнения измеряемой величины с известной. Метод сравнения с мерой имеет разновидности, которые часто рассматриваются как самостоятельные методы измерений: нулевой, дифференциальный и метод совпадений. Метод сравнения с мерой точнее метода непосредственной оценки. Точностные возможности метода сравнения с мерой определяются в основном погрешностью изготовления применяемых мер.

Отличием средства измерений от других технических устройств является то, что оно предназначено для получения измерительной информации) и имеет нормированные метрологические характеристики.

Метрологические характеристики (м.х.) средств измерений-характеристики свойств средств измерений, оказывающие влияние на результаты и погрешности измерений. Эти характеристики называют еще точностными характеристиками средств измерения. Информация о назначении и метрологических характеристиках приведена в документации на средства измерений (в государственном стандарте, в ТУ, в паспорте на средство измерения).

Характерной особенностью измерительной техники является широкое распространение измерительных процессов, в которых одновременно участвуют несколько средств измерений, измеряющих разные физические величины и основанных на разных принципах

действия. Это вызывает необходимость нормировать метрологические характеристики различных средств измерений на единой, принципиальной основе.

По метрологическим характеристикам средств измерений решается ряд задач, важных для обеспечения единства измерений:

- определение погрешности результата измерений (одной из составляющих погрешности измерений является погрешность средств измерений),

- выбор средств измерений по точности по известным условиям их применения и требуемой точности измерений (эта задача является обратной по отношению к задаче определения погрешности измерений);

- сравнение средств измерений различных типов с учетом условий их применения;

- замена одного средства измерений на другое - аналогичное;

- оценка погрешности сложных измерительных систем и др.

Нормированные метрологические характеристики выражают в форме, удобной для обоснованного решения перечисленных выше задач и одновременно достаточно простого осуществления их контроля при поверке или калибровке.

При установлении совокупности нормируемых метрологических характеристик для средств измерений конкретного вида необходимо использовать номенклатуру характеристик, регламентированных ГОСТ 8.009-84 "ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений". Например, в ГОСТ 8711-78 "Амперметры и вольтметры. Общие технические условия" нормируется предел допускаемой основной погрешности и нормальные условия; пределы допускаемых дополнительных погрешностей и рабочие области влияющих величин; предельно допускаемая вариация и невозвращения указателя нуля. При поверке или калибровке эти характеристики подлежат контролю.

В ГОСТ 8.009-84 установлены общие положения, комплекс метрологических характеристик средств измерений, и способы их нормирования- В этом стандарте приведены модели погрешности измерений в зависимости от свойств средств измерений, рекомендации по выбору метрологических характеристик для различных видов средств измерений и критерии существенности составляющих погрешности средств измерений. Положения и рекомендации стандарта могут быть использованы для оценивания инструментальной погрешности в реальных условиях применения средств измерений. ГОСТ 8.009-84 гармонизирован с международными рекомендациями.

В практике применения средств измерений широко используется выражение - класс точности. Это характеристика, зависящая от способа выражения пределов допускаемых погрешностей средств измерений - Впервые "класс точности" был введен в тридцатые годы применительно к стрелочным приборам и определял основную погрешность средств измерений (погрешность средств измерений в нормальных условиях). Введение класса точности преследовало цель классификации средств измерений по точности. Эта характеристика была удобной и для приборостроителей, т.к. позволила четко стандартизировать измерительные приборы в виде регламентированных рядов классов точности. Такое представление в то время было оправдано и характеристикой "класс точности" можно было руководствоваться при выборе средств измерений, при ориентировочной оценке точности измерений и др.

В настоящее время, когда схемы и конструкции средств измерений усложнились, а области применения средств измерений весьма расширились, на погрешность измерений стали существенно влиять и другие факторы. В частности, изменения внешних условий (температура окружающей среды, механические нагрузки на средства измерений и т.д.), а также характер изменения измеряемых величин во времени. Основная погрешность измерительных приборов перестала быть действительно основной составляющей погрешности измерений и класс точности не позволяет в полной мере решать практические задачи, перечисленные выше. Область практического применения характеристики "класс точности" ограничена только такими средствами измерений, которые предназначены для

измерения статических величин. В международной практике "класс точности" устанавливается только для небольшой части приборов.

Требования к назначению, применению и обозначению "классов точности" регламентированы в ГОСТ 8.401-80 "ГСИ. Классы точности средств измерений. Основные положения". Этот стандарт гармонизирован с международными рекомендациями.

Метрологическое обеспечение средств измерений зависит от сферы их использования. Сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора приведены в Законе РФ "Об обеспечении единства измерений" (ст. 13).

В сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора используемые типы средств измерений должны быть утверждены и включены в Государственный реестр средств измерений, который ведет Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС). На средство измерений утвержденного типа и на эксплуатационные документы наносится знак утверждения типа установленной формы и выдается сертификат. Средства измерений при эксплуатации должны подвергаться периодической поверке органами Государственной метрологической службы или аккредитованными метрологическими службами юридических лиц. На поверенное средство измерений наносится клеймо и выдается свидетельство установленной формы. Перечни средств измерений, подлежащих поверке, составляются метрологическими службами юридических лиц и направляются в органы Государственной метрологической службы. При осуществлении Государственного метрологического надзора контролируется правильность и полнота этих перечней, а также состояние и применение средств измерений.

Средства измерений, применяемые вне сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора, калибруются метрологической службой предприятия по эталонам, соподчиненным государственным эталонам единиц величин. Метрологические службы юридических лиц могут быть аккредитованы на право проведения калибровочных работ органами Государственной метрологической службы в Российской системе калибровки (РСК). Порядок аккредитации на право выполнения калибровочных работ устанавливается Госстандартом России.

На процесс измерения и получение результата измерения оказывает воздействие множество факторов: характер измеряемой величины, качество применяемых средств измерений, метод измерений, условия измерения (температура, влажность, давление и т.п.), индивидуальные особенности оператора (специалиста, выполняющего измерения) и др. Под влиянием этих факторов результат измерений будет отличаться от истинного значения измеряемой величины.

Отклонение результата измерений от истинного значения измеряемой величины называют погрешностью измерения:

Это теоретическое определение погрешности, т.к. как истинное значение величины неизвестно. При метрологических работах вместо истинного значения используют действительное значение, за которое принимают обычно показание эталонов. В практической деятельности вместо истинного значения используют его оценку.

По форме числового выражения погрешности измерений подразделяют на абсолютные и относительные.

Абсолютные погрешности выражают в единицах измеряемой величины-

Относительная погрешность определяется отношением абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины. Например, вагон массой 50 т измерен с абсолютной погрешностью ± 50 кг, относительная погрешность составляет $\pm 0,1$ %.

По источникам возникновения погрешности подразделяют на инструментальные (обусловлены свойствами средств измерений), методические (возникают вследствие неправильного выбора модели измеряемого свойства объекта, несовершенства принятого метода измерений, допущений и упрощений при использовании эмпирических зависимостей и др.) и субъективные (погрешности оператора). Способы оценивания погрешностей измерений в НД по метрологии приведены с учетом такой классификации.

По характеру проявления погрешности измерений подразделяют на систематические и случайные.

Систематическая погрешность остается постоянной или изменяется по определенному закону при повторных измерениях одной и той же величины. Если известны причины, вызывающие появление систематических погрешностей, то их можно обнаружить и исключить из результатов измерений.

Случайная погрешность изменяется случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины. Случайные погрешности относятся к случайным величинам (событиям, явлениям). В отличие от систематических погрешностей случайные погрешности нельзя исключить из результатов измерений. Однако их влияние может быть уменьшено путем применения специальных способов обработки результатов измерений, основанных на положениях теории вероятности и математической статистики.

Для характеристики качества измерений применяют такие термины, как точность, правильность, сходимость и воспроизводимость измерений.

Точность измерений - качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины. Высокая точность измерений соответствует малым погрешностям всех видов, как систематических, так и случайных.

Правильность измерений - качество измерений, отражающее близость к нулю систематических погрешностей в их результатах. Результаты измерений правильны постольку, поскольку они не искажены систематическими погрешностями.

Сходимость измерений - качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях (одним и тем же средством измерений, одним и тем же оператором). Для методик выполнения измерений сходимость измерений является одной из важнейших характеристик.

Воспроизводимость измерений - качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в различных условиях (в разное время, в разных местах, разными методами и средствами измерений). В процедурах испытаний продукции воспроизводимость является одной из важнейших характеристик.

В Законе РФ "Об обеспечении единства измерений" установлено, что положения этого Закона направлены на защиту интересов граждан, правопорядка и экономики страны от последствий недостоверных результатов измерений.

Для реализации положения Закона любая измерительная информация (приводимая в нормативных и технических документах, справочных пособиях и научно-технической литературе и др.), предназначенная для практического использования, должна сопровождаться указанием характеристик погрешности измерений. В зависимости от назначения результатов измерений, сложности и ответственности решаемых задач, номенклатура выбираемых характеристик погрешностей измерений может быть различной. Однако во всех случаях она должна обеспечивать возможность сопоставления и совместного использования результатов измерений, достоверную оценку качества и эффективности решаемых измерительных задач.

Указанным требованиям удовлетворяют комплексы характеристик погрешности измерений, применение которых рекомендовано МИ 1317-86 "ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров".

Погрешности измерений оказывают влияние на результаты контроля и испытания образцов продукции. При контроле продукции, параметры качества которых находятся близко к границе допускаемых значений, из-за погрешности измерений часть годных изделий может быть забракована (вероятности ошибок контроля первого рода - P_1) и часть бракованных изделий может быть принята как годные (ошибки контроля второго рода - P_2). Вероятности ошибок первого и второго рода являются критериями достоверности контроля. Характеристики погрешности измерений должны выбираться при контроле образцов продукции в соответствии с требованиями достоверности контроля.

4.0 НАУЧНЫЕ, НОРМАТИВНЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

4.1 ГОСУДАРСТВЕННЫЕ НАУЧНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ИНСТИТУТЫ РОССИИ.

4.2 ИХ ФУНКЦИИ В СИСТЕМЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРАНЫ.

4.3 ЕДИНСТВО ИЗМЕРЕНИЙ И СПОСОБЫ ЕГО ДОСТИЖЕНИЯ.

4.4 ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА (ГМС).

4.5 ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ ГМС.

4.6 СИСТЕМА ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ПЕРЕДАЧА
ИНФОРМАЦИИ ОБ ИХ РАЗМЕРАХ ВСЕМ СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЙ.

4.7 ПОВЕРОЧНЫЕ СХЕМЫ И ИХ РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

"Метрологическая служба" совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений.

В настоящее время метрологическая служба России состоит из Государственной метрологической службы, а также из метрологических служб органов Государственного управления и юридических лиц. Единство измерений этих служб заключается в руководстве Госстандартом России всей метрологической деятельностью, в единой основной задаче-обеспечении единства измерений и единых нормативных документах по вопросам метрологического обеспечения, имеющих обязательную силу на территории РФ.

Государственная метрологическая служба включает:

государственные научные метрологические центры (ГНМЦ); органы Государственной метрологической службы на территориях республик в составе Российской Федерации, автономной области, автономных округов, областей, городов Москвы и Санкт-Петербурга.

В состав Государственной метрологической службы входит ряд метрологических научно-исследовательских институтов:

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВИНИМС, г.Москва), НПО "ВНИИ метрологии имени Д.И.Менделеева" (ВНИИМ, г.С-Петербург), НПО "ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений" (ВНИИФТРИ, Московская область), Сибирский государственный научно-исследовательский институт метрологии (СНИИМ, г.Новосибирск), Уральский научно-исследовательский институт метрологии (УНИИМ, г.Екатеринбург), Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии (ВНИИР, г.Казань), Восточно-сибирский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ВС ВНИИФТРИ, г.Иркутск). Государственные научные метрологические центры несут ответственность за создание, совершенствование, хранение и применение государственных эталонов, а также за разработку нормативных документов по обеспечению единства измерений. Научные центры являются хранителями государственных эталонов, проводят исследования в области теории измерений, принципов и методов высокоточных измерений, разработки научно-методических основ совершенствования Российской системы измерений.

Органами Государственной метрологической службы являются центры стандартизации, метрологии и сертификации - ЦСМиС (их более 100), расположенные по всей территории России. В Москве расположен Российский центр испытаний и сертификации (РОСТЕСТ-Москва), в Санкт-Петербурге (Тест-С-Петербург). Органы Государственной службы проводят работы по поверке и калибровке средств измерений, осуществляют Государственный метрологический контроль и надзор за обеспечением единства измерений.

Обеспечением единства измерений заняты и другие Государственные службы: Государственная служба времени и частоты и определения параметров Земли (ГСВЧ), Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО), Государственная служба стандартных справочных данных о физических

константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД). Госстандарт России осуществляет руководство этими службами и координацию их деятельностью.

ГСВЧ обеспечивает межрегиональную и межотраслевую координацию работ по обеспечению единства измерений времени, частоты и определения параметров вращения Земли; обеспечивает воспроизведение, хранение и передачу размеров единиц времени и частоты, шкал атомного, всемирного и координированного времени, координат полюсов Земли.

ГССО организует создание и использование стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (металлов и сплавов, медицинских препаратов, минерального сырья, почв и др.) . Служба также обеспечивает разработку средств сопоставления характеристик стандартных образцов с характеристиками веществ и материалов, которые производятся промышленными, сельскохозяйственными и другими предприятиями для их идентификации или контроля.

ГСССД занимается созданием достоверных характеристик физических констант, свойств веществ и материалов, минерального сырья и др., периодически публикуя справочные данные.

Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц создаются для выполнения работ по обеспечению единства измерений, повышения уровня метрологического обеспечения. Допускается возложение отдельных функций метрологической службы на иные структурные подразделения. Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц организуют свою деятельность на основе положений Закона РФ "Об обеспечении единства измерений", других законодательных и нормативных документов, регламентирующие вопросы метрологии. Основные задачи, права и обязанности метрологических служб государственных органов управления и юридических лиц независимо от форм собственности определены в ПР 50.732-93 "ГСИ. Типовое положение о метрологической службе государственных органов управления и юридических лиц".

Метрологическая служба государственного органа управления представляет собой систему, образуемую приказом руководителя государственного органа управления, которая может включать:

подразделение (службу) главного метролога в центральном аппарате; головные и базовые организации метрологической службы в отраслях; метрологические службы предприятий,

К основным задачам метрологических служб относятся:

-калибровка средств измерений;

-надзор за состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, применяемыми для калибровки средств измерений, соблюдением метрологических правил и норм, нормативных документов по обеспечению единства измерений;

-выдача обязательных предписаний, направленных на предотвращение, прекращение или устранение нарушений метрологических правил и норм;

-проверка своевременности представления средств измерений на испытания в целях утверждения типа средств измерений, а также на поверку и калибровку;

- анализ состояния измерений, испытания и контроля на предприятии, в организации.

Уровень развития современного государства включая развитие торговли, промышленности, медицины, науки и техники, обороноспособности и безопасности государства, строительства, охрана окружающей среды в значительной мере определяется состоянием их метрологического обеспечения и способностью государства обеспечивать его непрерывное развитие.

Для России, у которой многие товары, в том числе экспортные, поставляются в количественном выражении (тонны, кубометры, киловат-часы) повышение точности

изменения этих величин весьма актуально. Ведь увеличение точности измерений в сфере учета энергоносителей только на 0,5% при нынешнем уровне реализации этих товаров соответствует вовлечению в оборот товаров на сумму в несколько миллиардов долларов.

Исследования показывают, что точность измерения, например, количества газа в магистральных трубопроводах не превышает 3%, а в распределительных сетях 10%.

В настоящее время в России только в торговле используются около 170 млн. средств измерений: весов, счетчиков, расходомеров и др. (показать рисунок-СИ применяемые в России в сфере торговли-перерисовать).

Обеспечение обороны и безопасности государства невозможно осуществить на достаточном уровне без высокоточных средств измерений.

Современные образцы вооружений и военной техники фактически являются высокоэффективными информационно-измерительными системами, эффективность которых определяются способностью получения и оперативной обработки больших объемов высокоточной измерительной информации.

Важна роль метрологии и в системе технического регулирования Российской Федерации, т.к. формирование требований к характеристикам продукции как обязательных, так и добровольных к применению, а также оценка соответствия данным требованиям должны основываться на результатах измерений и испытаний продукции. Это означает, что эффективность системы технического регулирования РФ в значительной мере определяется состоянием и уровнем развития Государственной системы обеспечения единства измерений. Причина возрастания важности метрологии на современном этапе заключается также в бурном развитии **глобализации** вообще и глобальной торговли в частности.

Сегодня в России эксплуатируется более 1млрд. средств измерений, а деятельностью связанной с измерениями, профессионально занимается более 3млн. человек.

Повседневная жизнь страны немыслима без эффективного функционирования этой Государственной системы обеспечения единства измерений Т.О. важнейшей государственной законом в области метрологии является создание и поддержанная в РФ условий, при которых с одной стороны обеспечивается единство измерений, а с другой стороны осуществляется непрерывное развитие ГСИ, достаточное для решения приоритетных и перспективных задач в жизненно важных сферах экономики РФ.

Под **метрологическим обеспечением (МО)** понимается установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Основной тенденцией точности измерений точности в развитии МО является переход от существовавшей ранее сравнительно узкой задачи обеспечения единства и требуемой точности измерений к принципиально новой задаче **обеспечения качества измерений**.

Качества измерений – характерная совокупность СИ, обеспечивающих получение в установленный срок результатов измерений с требуемой точностью (размером допускаемых погрешности достоверностью, правильностью, сходимостью и воспроизводимостью).

3. Понятие «МО» применяется, как правило по отношению к измерениям испытанию контролю в целом. В то же время допускают использование термина МО технологического процесса (производства, организации) подразумевая при этом МО измерений (испытаний или контроля) в данном процессе.

Объектом МО являются все стадии жизненного цикла изделия или услуги (взять таблицу). Так на стадии разработки продукции для достижения высокого качества изделия производится выбор контролируемых параметров, норм точности, допусков, средств измерения, контроля и испытания. Так же осуществляется метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации. При разработке МО необходимо использовать системный подход – совокупность взаимосвязанных процессов, объединенных данной целью достижение требуемого качества измерений.

Таковыми **процессами** являются:

- установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений при контроле качества продукции и управление процессами;
- ТЭО и выбор СИ, испытаний и контроля;
- стандартизация, унификация и агрегатирование используемой контрольно-измерительной техники;
- разработка, внедрение и аттестация современных методик выполнения измерения, испытаний и контроля (МИ);
- поверка, метрологическая аттестация и калибровка контрольно-измерительного и испытательного оборудования (КИО) применяемого на предприятии;
- контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом КИО, а также за соблюдением метрологических правил и норм на предприятии;
- участие в разработке и внедрении СТО;
- внедрение международных, государственных и отраслевых стандартов;
- проведение метрологической экспертизы проектов нормативной, конструкторской и технологической документации;
- проведение анализа состояния измерений;
- подготовка работников соответствующих служб и подразделений предприятия к выполнению контрольно-измерительных операций.

МО имеет четыре основы: научную, организационную, нормативную и техническую. См содержание (рис).

Разработка и проведение мероприятий МО возложено на метрологические службы (МС).

2. Научная основа МО-метрология.

А) Согласно РМГ29-99 метрология..... повторить кратко все, что учили: основные понятия, измерения(из ФЗ №102+развернутое для ОМ из РМГ29-99), физическая величина, единство измерений, классификация ФВ, качественные и количественные характеристики, основное уравнение измерений $Q=x^*(Q)$, виды измерений.

Техническая база обеспечения

Главной задачей в организации измерительных работ является: достижение сопоставимых результатов измерений одних и тех же объектов выполненных в разное время, в разных местах, с помощью разных методов и средств. Эта задача решается путем обеспечения единства измерений. Как можно обеспечить ОЕИ?- только деятельностью метрологических служб, направленных на достижение и поддержание единства измерений в соответствии с правилами, государственными актами, требованиями, нормами, установленными стандартами и другой НД в области метрологии. Немаловажную роль в ОЕИ играет государственная метрологическая служба страны, связывающая свою деятельность с международными метрологическими организациями, метрологическими службами федеральных органов исполнительной власти России и метрологическими службами юридических лиц.

Технической базой (основой МО) служит система воспроизведения единиц физических величин и передача размера средствами измерений.

А) Воспроизведение единиц физических величин.

В соответствии с основными уравнениями $Q=X(Q)$ измерительная процедура сводится к сравнению неизвестного размера с известным, в качестве которого выступает размер соответствующей единицы Международной системы. Воспроизведение единицы представляет собой совокупность операции по материализации единицы физической величины с наивысшей в стране точностью с помощью государственного эталона или исходного рабочего эталона. Различают воспроизведение основных и производных единиц. Размеры единиц могут воспроизводиться там же, где выполняются измерения (децентрализованный способ), либо информация о них должна передаваться с централизованного места их хранения или воспроизведения (централизованный способ). Децентрализованно воспроизводятся единицы многих производных физических величин.

Основные единицы сейчас воспроизводятся только централизованно. Централизованный способ осуществляется с помощью специальных технических средств называемых эталонами.

Эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей в стране точностью (по сравнению с другими эталонами той же единицы) называется первичным эталоном.

Первичный эталон- это уникальные средства измерений, сложнейшие измерительные комплексы (показать некоторые, выписать их метрологические характеристики, области применения).

Эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы в особых условиях и служащий для этих целей, называется специальным эталоном.

Официально утвержденные в качестве исходного для страны первичный или специальный эталоны называются государственными (1)

Эталон, получающий размер единицы путем сличения с первичным эталоном рассматриваемой единицы называется вторичным эталоном (2)

Эталон должен отвечать трем основным требованиям: неизменности, воспроизводимости и сличаемости (3).

Б) Передача размера единицы - представляет собой приведение размера единицы физической величины, хранимой поверяемым СИ к размеру единицы воспроизводимой или хранимой эталоном. Передача размера осуществляется при сличении этих единиц – это многоступенчатая процедура. По размеру единицы, воспроизводимому государственным эталоном, устанавливаются значения физических величин, воспроизводимы вторичными эталонами.

Самым распространенными по численности парка вторичными эталонами являются рабочие эталоны различных разрядов-1,2,3 (иногда 4).

От рабочих эталонов нижнего разряда разряд передается РСИ. Число РСИ достигает сотен тысяч, даже млн. экземпляров (термометры, манометры и т.д.).

РСИ обладают различной точностью измерений наиболее точнее СРИ получают размер от вторичных эталонов при проверке(калибровке) или от рабочих эталонов 1-го разряда; наименее точные получают размер от эталонов низшего разряда (3-го или 4-го).

В качестве методов передачи информации о размере единицы используют методы непосредственного сличения (т.е.сличения меры с мерой, или показаний двух приборов).

Непосредственно сличать можно только штриховые меры длины (рулетки, линейки, брусковые меры). Меры вместимости (мерные колбы, пипетки, мензурки). Для более точной поверки используют компарирующие устройства (компараторы) – образцовые всех различных разрядов (при проверке гирь) мосты постоянного и переменного тока (при сличении мер сопротивлений и ЭДС нормальных элементов. Нормальный элемент – это гальванический элемент 1,018 В или элемент Вольта)

На каждой ступени передачи информации о размере единицы точность теряется в 3-5 раз.

Соподчинение средств измерений, участвующих в передаче размера единиц от эталонов к РСИ устанавливаются в поверочных схемах СИ (с указанием методов погрешности при измерении) – взять стандарт!

Различают государственные и локальные поверочные схемы. Государственные поверочные схемы существуют для всего парка СИ в стране. Во главе этой схемы находится государственный эталон. Локальные поверочные схемы распространяются на СИ, подлежащее поверке, организуемой МС Министерства или МС юридического лица. Систему передачи информации обратно представляет в виде пирамиды. Государственный эталон величин:

Эталон 1-го разряда

Эталон 2-го разряда

Эталон 3-го разряда

Процесс передачи размера единиц происходит при поверке и калибровке СИ (см. ФЗ№102) – это набор операций, выполнен с целью определения и подтверждения соответствия СИ установленным метрологическим требованиям.

Отличие поверки от калибровки:

Средства применений, предназначены для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений подлежат поверке (в обязательном порядке ст 13. ФЗ № 10) является одной из форм государственного регулирования в области ОЕИ.

СИ не предназначены для применения в сфере государственного регулирования ОЕИ, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке (ст.18ФЗ№102).

Нормативно-правовые основы метрологического обеспечения

Вся метрологическая деятельность в Российской Федерации основывается на конституционной норме, которая устанавливает что в федеральном ведение находятся стандарты, эталоны, метрическая система и исчисление времени и и закрепляет централизованное руководство основными вопросами законодательной метрологии, такими как единицы ФВ, эталоны и связанные с ними другие метрологические основы. В развитие этой конституционной нормы приняты законы: «Об обеспечении единства измерений» №102 от 26.06.2008г (в редакции декабря 2013г) и ФЗ №184 от «О техническом регулировании», которые детализируют основы метрологической деятельности.

Значимость и ответственность измерений и любой измерительной информации диктуют необходимость установления в законодательном порядке комплекса правовых и нормативных актов и положений.

Конституционная норма по вопросам метрологии

Законы «Об обеспечении единства измерений» и «О техническом регулировании»

Постановления Правительства России по отдельным вопросам (направлениям) метрологической деятельности

Нормативные документы Росстандарта России: ТР, ГОСТ Р, РД, МИ, ПР, ПМГ

Рекомендации государственных научных метрологических центров Росстандарта России

Нормативная база обеспечения единства измерений

Основными целями ФЗ №102 «Об обеспечении единства измерений являются (см. закон).

Закон закрепляет ряд основных понятий метрологии. Одним из главных является единство измерений (см. ФЗ). Приведенные понятия соответствуют официальной терминологии Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ). Закон устанавливает, что государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений в России осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирования) подчиняющееся Министерству промышленности и энергетики РФ.

Закон определяет, что в Российской Федерации допускаются к применению единицы физических величин(см. ст. 6)

Закон требует, чтобы средства измерений соответствовали условиям эксплуатации (см. ст. 9)

Закон определяет Государственную метрологическую службу и обеспечения единства измерений.

Закон «Об.....» укрепляет правовую основу для международного сотрудничества в области метрологии. Положение настоящего Закона были расширены Государственной системой обеспечения единства измерений (ГСИ), представляющий собой комплекс нормативных документов межрегионального и межотраслевого уровней, устанавливающих правила, нормы, требования, направленные на достижение и поддержание единства измерений в стране при требуемой точности, утвержденные Росстандартом страны.

Основными объектами ГСИ являются:

- единицы ФВ;

-

Текущая метрологическая деятельность регламентируется постановлениями Правительства.

Важными постановлениями являются.....

Для реализации положений законов: №102, 184, а также постановлений Правительства России разрабатываются и принимаются подзаконные акты- нормативные документы- документы устанавливающие правила, общие принципы или характеристики, касающихся или их результатов (ГОСТ Р 1.12-99)

К нормативным документам по метрологии действующим на территории России относятся различные категории и виды стандартов, правила, рекомендации, метрологические инструкции (МИ), руководящие документы РД, ТР

Стандарт- документ, в котором..... (см. стр.4 ФЗ №184)

Правила (ПР) по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации представляет собой нормативный документ, устанавливающий обязательные для применения организационно-технические и (или) общетехнические положения, порядки, методы выполнения работ в перечисленных выше областях

Рекомендации (р) в том числе и межгосударственные РМГ по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации являются нормативными документами, содержащими добровольные для применения организационно-технические и (или) общетехнические положения, порядки, методы выполнения работ, а также рекомендуемые правила выполнения этих работ

Методические инструкции (МИ) и руководящие документы (РД) являются иными документами методического содержания разрабатываются организациями, подведомственные Росстандарту России.

Технический регламент- документ, который принят..... (см. ст.2 ФЗ №184).

Большое число стандартов, принимаемых у нас в стране и за ее пределами, заставляет приводить некоторые из них в соответствии друг другу, гармонизировать. Гармонизация стандартов- это приведение его содержания в соответствии с другим стандартом (как правило, международным) для обеспечения взаимозаменяемости продукции, взаимного понимания результатов испытаний и информации, содержащихся в стандартах.

Гармонизированными стандартами называются стандарты, принятые различными занимающимися органами, распространяющихся на один и те же объекты стандартизации и обеспечивающие взаимозаменяемость продукции, процессов и услуг и взаимное понимание результатов испытаний и или информации представляемой в соответствии с этими стандартами. В зависимости от сферы действия различают стандарты разного статуса или категории.

Категории стандартов

ГОСТ Р ОСТ ТУ СТП СТО ИСО

Виды стандартов

Стандарты основополагающих

Стандарты на продукцию, услуги

Стандарты на практике

Стандарты на методы контроля, испытаний, измерений, анализа.

Категории и виды стандартов разрабатываются на основе и по результатам научно-исследовательских, опытно-конструкторских, технологических и проектных работ с учетом лучших отечественных и зарубежных достижений в соответствующих областях науки и техники, требований международных, региональных и прогрессивных национальных стандартов других стран и предусматривают оптимальные решения для экономического и социального развития страны.

СТО- под организациями понимаются предприятия и организации как федеральной региональной и другой форм собственности (ФГУП, УП), так и акционерные (АО, ЗАО,

ООО), а также предприятия со смешанным капиталом (например, совместное СМ-АВТОВАЗ).

Метрологические службы предприятий должны уделять особое внимание состоянию измерений, соблюдению метрологических правил и норм в сферах деятельности предприятия, предусмотренных Законом (ст. 13): при испытаниях и контроле качества продукции в целях определения соответствия обязательным требованиям государственных стандартов, при выполнении предприятием работ по обязательной сертификации продукции и услуг и др.

Специалисты метрологических служб предприятия должны принимать активное участие в аттестации испытательных подразделений, в подготовке к сертификации систем качества.

Метрологические службы могут быть аккредитованы на техническую компетентность а осуществлении конкретной деятельности в области обеспечения единства и требуемой точности измерений.

5. ВИДЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО И АКТИВНОГО КОНТРОЛЯ

5.1 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ.

5.2 КАЧЕСТВО ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И КОНТРОЛЯ.

5.3 ДОСТОВЕРНОСТЬ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ ПРОДУКЦИИ.

5.4 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ НА ПРОИЗВОДСТВЕ.

5.5 ОСНОВЫ ПОВЕРКИ АВТОМАТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ.

Неуклонно возрастающая значимость и ответственность измерений и измерительной информации обусловили необходимость установления в законодательном порядке целого комплекса правовых и нормативных положений, соблюдение которых направлено на обеспечение единства и требуемой точности измерений.

Законодательные основы российской метрологии определены сегодня самыми высокими актами:

Конституция Российской Федерации (статья 71, р) устанавливает, что в ведении Российской Федерации находятся стандарты, эталоны, метрическая система и исчисление времени. Таким образом эти положения Конституции РФ закрепляют централизованное руководство основными вопросами законодательной метрологии (единицы величин, эталоны и связанные с ними другие метрологические основы).

Закон РФ "Об обеспечении единства измерений", устанавливающий правовые основы обеспечения единства измерений, регулирует отношения государственных органов управления Российской Федерации с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта 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.

Устанавливается нормальное значение, при котором должна производиться поверка, если эти условия не выполняются, результаты поверки между не действительны.

Нормальные условия: температура, влажность, давление.

$P=160 \text{ мм. рт. ст.}$, $t = 20^\circ \text{ C} \pm 3\%$, влажность 60%.

Постановление Правительства РФ от 12 февраля 1994 года N 100 "Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг".

Для реализации положений Закона РФ " Об обеспечении единства измерений" разработаны подзаконные акты - нормативные

документы по метрологии. Нормативные документы, принятые до принятия Закона и не противоречащие ему, допущены к применению.

Закон РФ "Об обеспечении единства измерений" принят в апреле 1993 года. Закон определяет:

- основные метрологические понятия (приведены определения основных метрологических терминов);

- компетенцию Госстандарта России в области обеспечения единства измерений;

- единицы величин, государственные эталоны, средства измерений и методики выполнения измерений;

- компетенцию и структуру Государственной метрологической службы и других государственных служб обеспечения единства измерений;

- метрологические службы государственных органов управления Российской Федерации и юридических лиц (предприятий и организаций);

- сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора;

- виды государственного метрологического контроля и надзора;

- права, обязанности и ответственность государственных инспекторов по обеспечению единства измерений;
- условия использования средств измерений в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора (утверждение типа, поверка);
- требования к выполнению измерений по аттестованным методикам;
- основные положения калибровки и сертификации средств измерений;
- лицензирование деятельности предприятий и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений;
- ответственность за нарушение положений Закона;
- источники финансирования работ по обеспечению единства измерений.

Нормативные документы ГСИ устанавливают основные требования в области метрологического обеспечения. Первые метрологические стандарты были утверждены в 1966 г, а в 1979 г. - первые руководящие документы (РД 50-). В 1973 году в метрологии были введены в практику документы рекомендательного характера - МИ, получившие широкое признание и распространение.

После принятия Закона были разработаны нормативные документы в виде правил (ПР 50.2.....), которые проходят регистрацию в Минюсте и имеют обязательный характер.

Основными объектами стандартизации (регламентации) являются:

- общие правила и нормы по метрологии;
- государственные поверочные схемы;
- нормы точности измерений;
- методики выполнения измерений;
- методики поверки средств измерений.

Основополагающие нормативные документы регламентируют практически все метрологические аспекты и виды метрологической деятельности.

В группу основополагающих стандартов, правил (ПР) и рекомендаций метрологических институтов (МИ) входят около 150 документов ГСИ. Большая часть документов ГСИ регламентирует организацию и порядок выполнения различных видов метрологических работ (поверка средств измерений, разработка и аттестация методик выполнения измерений, метрологическая экспертиза технической документации, испытания средств измерений в целях утверждения типа, государственный метрологический контроль и надзор, лицензирование предприятий по различным направлениям метрологической деятельности, анализ состояния измерений, аккредитация метрологических служб, типовые положения о метрологической службе и другие вопросы). Это так называемые организационные документы.

Другая часть основополагающих документов ГСИ регламентирует методики проведения ряда метрологических работ (оценивание погрешности измерений, установление межповерочного интервала, оценивание метрологических характеристик средств измерений, выбор средств измерений, расчет экономического эффекта от внедрения средств и методик выполнения измерений, установление значений параметров методик поверки и другие вопросы).

Еще одна часть основополагающих документов ГСИ устанавливает метрологические термины и их определения, единицы величин, классы точности и нормируемые метрологические характеристики средств измерений, формы представления погрешностей и др.

В группе документов на государственные поверочные схемы около 180 ГОСТ и МИ.

Они играют значительную роль в поверочной (калибровочной) деятельности метрологических служб. При организации поверки (калибровки) государственные поверочные схемы используются непосредственно или к ним "привязываются" локальные поверочные схемы.

Документы на нормы точности измерений содержат:

погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров (ГОСТ 8.051, ГОСТ 8.549), нормы точности дозирования торговыми автоматами (ГОСТ 10309), нормы точности определения массы в резервуарах (ГОСТ 8.378), нормы точности взвешивания и дозирования (ГОСТ 13712) и ряд других норм точности измерений.

В группе документов ГСИ на методики выполнения измерений около 190 ГОСТ, ПР и МИ. Эта группа документов в ближайшее время будет развиваться, т.к. использование таких документов существенно облегчит применение аттестованных методик выполнения измерений, что требует Закон РФ "Об обеспечении единства измерений"(ст.9).

Наиболее многочисленная группа документов ГСИ - НД на методики поверки средств измерений. В ней около 1900 ГОСТ, и МИ. В этих документах регламентированы методы, средства и условия поверки, алгоритмы ее проведения и обработки результатов измерений, способы оформления результатов поверки. Положения документов на методики поверки являются обязательными.

В настоящее время разработаны и применяются около 80 Типовых программ испытаний для целей утверждения типа средств измерений. Эти документы могут потребоваться метрологическим службам при разработке и применении единичных экземпляров средств измерений, используемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора.

Процесс совершенствования нормативной базы в области обеспечения единства измерений продолжается.

Положения Закона РФ "Об обеспечении единства измерений" и документов ГСИ нередко требуют конкретизации, которая реализуется в документах министерств и ведомств (ОСТ) и предприятий (СТП).

Деятельность по метрологическому обеспечению предприятий и организаций подлежит надзору со стороны Госстандарта России. Государственный метрологический надзор за обеспечением единства измерений осуществляют должностные лица Госстандарта России-государственные инспекторы. Государственный метрологический надзор осуществляется: за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, соблюдением метрологических правил и норм; за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций; за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже.

Ответственность за нарушение метрологических норм и правил установлена Законом РФ " Об обеспечении единства измерений" (ст.25). К юридическим и физическим лицам, а также к государственным органам управления, виновным в нарушении метрологических правил и норм, применяются соответствующие положения действующего административного, гражданского или уголовного законодательства. В соответствии с законодательством о труде физические лица могут привлекаться к дисциплинарной ответственности администрацией предприятия.

В странах с хорошо развитой инфраструктурой стандартизованы показатели качества финансовых и банковских технологий, кредитной и инвестиционной политики, автоматизированных систем управления финансовыми ресурсами и расчетно-кассовыми операциями, а также требования к ним.

Отечественная практика банковских операций и технологий еще не позволяет предложить субъектам финансового рынка весь спектр общепринятых в международной практике финансовых услуг. Вместе с тем отечественное законодательство о защите прав потребителей, о стандартизации, сертификации продукции и услуг, об обеспечении единства измерений позволяет в рамках государственной антимонопольной политики стимулировать рост конкурентоспособности финансовых услуг и кредитных учреждений России новыми методами.

В России имеется прекрасный инструмент, позволяющий банкам и кредитным организациям реализовать свои интересы -законодательная метрология. Измерительные

технологии прямо или косвенно присутствуют в банковских операциях при идентификации и обработке документов, ценных бумаг, валют, дебетовых и кредитных карточек, учете и депозитном хранении материальных ценностей, кредитовании под залог или технологии, расчетно-кассовых и клиринговых операциях и т.д.

В 1994 г. Приказом Госстандарта России был создан Технический комитет (ТК 336) "Метрологическое обеспечение банковских операций". Комитет координирует свои работы с техническим комитетом по стандартизации "Документы и информация в учреждении, торговле, промышленности, банковском деле", готовит предложения и материалы по взаимодействию с международными и зарубежными организациями по стандартизации в области метрологического обеспечения банковских операций. В настоящее время приняты следующие документы:

ГОСТ Р 8.561-95 "ГСИ. Метрологическое обеспечение банковских технологий. Общие положения ", устанавливает общие положения и требования к метрологическому обеспечению банковских технологий, подлежит применению российскими банками и учреждениями, реализующими банковские технологии, а также организациями и предприятиями, проектирующими технические системы, используемые в банковских технологиях, их программное, математическое, информационное и организационное обеспечение, а также проводящими сертификационные испытания таких систем.

МИ 2328-95 "ГСИ. Рекомендации по формированию перечня объектов и их параметров, используемых при осуществлении банковских операций и подлежащих метрологическому контролю и надзору, предназначены для оказания методической помощи руководителям банков и кредитных учреждений при составлении перечней объектов и их параметров, подлежащих метрологическому контролю и надзору, и могут использоваться при сертификационных испытаниях технических и программных средств банковских технологий, систем обработки, хранения и защиты информации в области банковских операций.

Перечень объектов и их параметров, подлежащих метрологическому контролю и надзору, формируется из объектов, непосредственно принимающих участие в осуществлении конкретных банковских операций, а также объектов и их параметров, косвенным образом обеспечивающих эффективность банковских технологий, оперативность и качество выполнения банковских операций.

Под объектами, подлежащими метрологическому контролю и надзору, понимаются средства и методики измерений (анализа), технические и программные средства, характеристики которых гарантируют точность и стабильность обработки, хранения, а также защиту информации, обеспечивают отсутствие ошибок, арбитражные процедуры в целях защиты прав вкладчиков и интересов участников финансового рынка при выполнении банковских операций.

Под параметрами, подлежащими метрологическому контролю и надзору, понимаются конкретные характеристики технических и программных средств (включая носителей информации), отклонения значений которых от нормируемых или рекомендуемых может привести к ошибкам и материальным потерям при осуществлении банковских операций.

Под технологиями, подлежащими метрологическому обеспечению, понимается упорядоченная совокупность функционально и информационно, взаимосвязанных операций, процессов, процедур и работ, обеспеченных необходимыми ресурсами (кадровыми, финансовыми, материально-техническими, информационными, программно-математическими и др.), реализуемых техническими и человеко-машинными системами и направленными на достижение эффективности технологий.

6. НОРМАТИВНАЯ БАЗА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЗАКОНА РФ «ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ», СТАНДАРТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ (ГСИ),

6.2 ПРАВИЛА ПО МЕТРОЛОГИИ, МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ И ДРУГИЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ: СТАНДАРТЫ, ИНСТРУКЦИИ ПО ПОВЕРКЕ, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, ПОВЕРОЧНЫЕ СХЕМЫ ПРИБОРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ.

Россия принимает активное участие в банковских международных организациях по метрологии и в других международных организациях, в которых обсуждаются вопросы метрологии.

Целью Метрической конвенции, подписанной 20 мая 1875, была унификация национальных систем единиц измерений физических величин и установление единых эталонов длины и массы (метра и килограмма). Членами организации состоят около 50 государств мира. В соответствии с Конвенцией было создано Международное бюро мер и весов (МБМВ) - первая международная научно-исследовательская лаборатория, расположенная во Франции. Главная практическая задача МБМВ - организация сличения национальных эталонов.

Научное направление работы МБМВ – совершенствование международной системы измерений (СИ) и эталонов единиц, разработка и применение новых методов и средств точных измерений, координация метрологических исследований в странах-членах.

Программы научной и практической деятельности МБМВ утверждает Генеральная конференция мер и весов - высший орган Метрической Конвенции. Генеральная конференция по мерам и весам собирается не реже одного раза в четыре года. (На IX Генеральной конференции по мерам и весам в 1960 г. была принята Международная система единиц). В промежутках между конференциями работой организации руководит Международный комитет мер и весов, в состав которого входят крупнейшие физики и метрологи мира (18 членов).

В составе Международного комитета мер и весов работают 10 Консультативных комитетов, которые занимаются практической деятельностью и готовят материалы и решения для Генеральных конференций. Названия комитетов отражают диапазон деятельности МБМВ: комитет по измерению длины, комитет по массе и смежным величинам, комитет по времени и частоте, комитет по электричеству и магнетизму», комитет по термометрии, комитет по фотометрии и радиометрии, комитет по ионизирующим излучениям, комитет по единицам измерений, комитет по количеству вещества, комитет по акустике, ультразвуку, вибрации. Государства-члены Метрической Конвенции представлены в комитетах своими крупнейшими научными институтами, Россия- НПО "ВНИИМ им. ДИ. Менделеева", НПО "ВНИИФТРИ", ВНИИОФИ.

Научные разработки МБМВ и КК имеют большое практическое значение. Достаточно назвать принятие Международной системы единиц, нового определения секунды, метра, электрических единиц и др. Это позволило повысить точность национальных эталонов, что положительно сказывается на обеспечении точности практических измерений.

Важным следствием участия в работе организации Метрической Конвенции является переход стран на единые единицы и эталоны. Это создает основу для взаимного признания результатов измерений и испытаний, позволяет устранить технические барьеры в международной торговле, обмене научно-технической информацией, технологией и др.

Участие России в Метрической Конвенции положительно сказывается на сохранении позиций и международного авторитета российской метрологии и содействует присоединению России к Всемирной Торговой Организации (ВТО).

Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ) учреждена на основе межправительственной Конвенции в 1956г. Россия участвует в МОЗМ как правопреемница Советского Союза. Организация объединяет более 100 государств. Цель МОЗМ - разработка общих вопросов законодательной метрологии, в том числе - обеспечение единообразия определения типов средств измерений, установление единообразия метрологических характеристик средств измерений.

Высший руководящий орган МОЗМ- Международная конференция законодательной метрологии (созывается один раз в четыре года). Решения, принятые МОЗМ, носят рекомендательный характер. Исполнительный орган МОЗМ - Международный комитет законодательной метрологии, сессии которого проводятся ежегодно. Работу Комитета и Конференции обеспечивает координирует Международное бюро законодательной метрологии (МБЗМ), которое находится в Париже. Бюро издает информационные материалы, ведет фонд документации, занимается пропагандой достижений в области метрологии, проводит взаимный обмен информацией с участниками МОЗМ, а также ежеквартально выпускает "Бюллетень МОЗМ".

МОЗМ- издает два вида документов: международные рекомендации (МР) и международные документы (МД). МР имеют директивный характер, МД имеют рекомендательный характер. МР и МД предназначены для стран-членов МОЗМ и охватывают следующие вопросы: терминология в области метрологии, требования к метрологическим характеристикам средств измерений, способы выражения погрешностей средств измерений и результатов измерений, требования к метрологической деятельности (испытания, поверка, сертификация, калибровка средств измерений, метрологический контроль и надзор за обеспечением единства измерений и др.).

МОЗМ сотрудничает со многими международными организациями: МБМВ, МЭК, ИСО, ЮНИДО, ИМЕКО и др.

Россию в МОЗМ представляет Госстандарт РФ. Участие России в работе МОЗМ дает возможность активно влиять на содержание принимаемых документов (учитывая необходимость гармонизации их требований с российскими стандартами).

В 1958 г. была образована Международная конференция по измерительной технике и приборостроению (ИМЕКО), как научная консультативная организация, проводящая международные конгрессы и семинары по актуальным проблемам и задачам развития измерительной и диагностической техники. Конгрессы ИМЕКО созываются один раз в три года. Высшим органом ИМЕКО является Генеральный Совет. Секретариат ИМЕКО находится в Венгрии.

В последние годы создаются региональные международные организации. Так, в 1988г. западноевропейские государства образовали Европейскую организацию по метрологии - ЕВРОМЕТ. Области деятельности: исследование и разработка национальных эталонов; развитие поверочных служб на высшем метрологическом уровне, необходимом каждому члену ЕВРОМЕТ; методы измерений наивысшей точности. В 1989 г. основано Западно-Европейское объединение по законодательной метрологии (ВЕЛМЕК).

В 1991 г - национальные организации по метрологии стран, входящих ранее в СЭВ подписали Меморандум о сотрудничестве в области метрологии и образовали организацию, объединяющую страны Центральной и Восточной Европы - КООМЕТ. Опыт и важнейшие документы по метрологии СЭВ использованы в работе КООМЕТ.

Между государствами - членами СНГ подписано Межправительственное соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации. В соответствии с этим документом сохраняется единство измерений на основе положений, принятых в СССР, на основе использования единых эталонов (большинство эталонов находятся в России), стандартных справочных данных, стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов. Соглашение содержит положение о взаимном признании результатов испытаний средств измерений, их поверки.

Поверочные схемы должны состоять из текстовой части и чертежа. **7 Поверочная схема** - способ передачи единицы измерения от эталонов к рабочим средствам измерения.

Поверочные схемы: государственные, отраслевые и локальные.

В государственном – на государственном уровне, отраслевые – в конкретной отрасли, локальные – на уровне предприятия.

ГОСТ 8.001 ГСИ содержание и построение поверочных схем.

Элементы, которые входят в поверочные схемы.

Для государственного эталона $a = 25$

Прямоугольники рабочих эталонов $b = 40$ мм или 50 мм, $a = 20$ или 25 мм при горизонтальном положении.

При вертикальном

$b = 25$ или 30 мм

$a = 20$ мм

Рабочие средства измерения при горизонтальном положении

$b = 20$ или 25 мм

$a = 18$ мм

при вертикальном

$b = 18$ мм

$a = 20$ или 25 мм

Метод поверки

Круг $d = 20$ мм и овал ширина 30 мм 40 высота 20 мм.

Вопросами метрологии занимаются такие авторитетные международные организации по стандартизации, как ИСО (Международная организация по стандартизации), МЭК (Международная электротехническая комиссия), МКО (Международная комиссия по освещению). Не являясь формально метрологическими организациями, они в то же время разрабатывают стандарты и рекомендации по метрологической терминологии и методикам выполнения измерений при испытаниях продукции, по установлению шкал измерений. При ИСО создан и ведет работу РЕМКО - комитет по стандартным образцам. РЕМКО оказывает методическую помощь техническим комитетам ИСО путем разработки соответствующих руководств по вопросам, касающимся стандартных образцов; готовит справочники и руководства по применению и аттестации стандартных образцов; координирует деятельность ИСО по стандартным образцам с международными метрологическими организациями.

Специальными вопросами метрологии и измерительной техники занимаются и ряд других международных организаций, таких как: МККР - Международный консультативный комитет по радиосвязи; МККТТ - Международный консультативный комитет по телефонии и телеграфии; ИКАО - Международная организация гражданской авиации; МАГАТЭ - Международное агентство по атомной энергетике; КОСТРА - Комитет по исследованию космического пространства.

История метрологии

Исторически важные этапы в развитии метрологии:

XVIII век — установление эталона метра (эталон хранится во Франции, в Музее мер и весов; в настоящее время является в большей степени историческим экспонатом, нежели научным инструментом);

1832 год — создание Карлом Гауссом абсолютных систем единиц;

1875 год — подписание международной Метрической конвенции;

1960 год — разработка и установление Международной системы единиц (СИ);

XX век — метрологические исследования отдельных стран координируются Международными метрологическими организациями.

Вехи отечественной истории метрологии:

присоединение к Метрической конвенции;

1893 год — создание Д. И. Менделеевым Главной палаты мер и весов (современное название: «Научно-исследовательский институт метрологии им. Менделеева»);

Всемирный День метрологии отмечается ежегодно 20 мая. Праздник учрежден Международным Комитетом мер и весов (МКМВ) в октябре 1999 года, на 88 заседании МКМВ.