

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Предмет метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества

1.1.1. Определение метрологии, стандартизации и сертификации как науки

Метрология (от греч. «*metron*» – мера, «*logos*» – учение) – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и требуемой точности.

Такое определение дано в Рекомендациях РМГ 29-99 [1], устанавливающих основные термины и определения понятий в области метрологии. Рекомендации по межгосударственной стандартизации введены в действие в качестве Рекомендаций по метрологии Российской Федерации с 1 января 2001 года взамен ГОСТ 16263-70.

Метрология как наука и область практической деятельности возникла в древние времена. Основой системы мер в древнерусской практике послужили древнеегипетские единицы измерений, а они, в свою очередь, были заимствованы в Древней Греции и Риме. Естественно, что каждая система мер отличалась своими особенностями, связанными не только с эпохой, но и с национальным менталитетом. Наименования единиц и их размеры соответствовали возможности осуществления измерений «подручными» способами, не прибегая к специальным устройствам.

Указом Петра I русские меры длины были согласованы с английскими, и это, по существу, – первая ступень гармонизации российской метрологии с европейской. Метрическая система мер была введена во Франции в 1840 г. Значимость ее принятия в России подчеркнул Д.И. Менделеев, предсказав большую роль всеобщего распространения метрической системы как средства содействия «будущему желанному сближению народов».

С развитием науки и техники требовались новые измерения и новые единицы измерения, что, в свою очередь, стимулировало совершенствование фундаментальной и прикладной метрологии.

Современная метрология включает три составляющие: законодательную метрологию, научную и практическую метрологию.

Научная метрология занимается вопросами фундаментальных исследований, созданием системы единиц измерений, физических

постоянных, разработкой новых методов измерения. К основным задачам теоретической метрологии относятся:

- установление рациональной номенклатуры единиц физических величин;

- создание и совершенствование системы воспроизведения, хранения и передачи размеров единиц;

- установление номенклатуры, методов нормирования, оценки и контроля показателей точности результатов измерений и метрологических характеристик средств измерений;

- разработка оптимальных (в соответствии с принятыми для каждой измерительной задачи критериями оптимальности) принципов, приемов и способов обработки результатов измерения.

Прикладная (практическая) метрология занимается вопросами практического применения в различных сферах деятельности результатов теоретических исследований в рамках метрологии.

Законодательная метрология – это раздел метрологии, включающий комплексы взаимосвязанных и взаимообусловленных общих правил, а также другие вопросы, нуждающиеся в регламентации и контроле со стороны государства, направленные на обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений. Законодательная метрология служит средством государственного регулирования метрологической деятельности посредством законов и законодательных положений, которые вводятся в практику через Государственную метрологическую службу и метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц. Метрологические правила и нормы законодательной метрологии гармонизованы с рекомендациями и документами соответствующих международных организаций. Тем самым законодательная метрология способствует развитию международных экономических и торговых связей и содействует взаимопониманию в международном метрологическом сотрудничестве.

Стандартизация – это деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил, характеристик, как обязательных для выполнения, так и рекомендуемых, обеспечивающая право потребителя на приобретение товаров надлежащего качества за приемлемую цену, а также право на безопасность и комфортность труда. Цель стандартизации – достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований, норм для решения

реально существующих, планируемых или потенциальных задач.

Термин «сертификация» происходит от двух латинских слов: *certum* – верно, *facere* – делать и, соответственно обозначает «испытание какого-либо объекта на соответствие государственным нормам и требованиям». Для того чтобы убедиться, что продукт «сделан верно», надо знать, каким требованиям он должен соответствовать и каким образом можно получить достоверные доказательства этого соответствия. Сертификация считается основным достоверным способом доказательства соответствия продукции (процесса, услуги) заданным требованиям.

1.1.2. История развития метрологии, стандартизации и сертификации

История метрологии, стандартизации и сертификации – это часть истории развития производительных сил, государственности и торговли.

Метрология как область практической деятельности зародилась в древности. На всем пути развития человеческого общества измерения были основой отношений людей между собой, с окружающими предметами, природой. При этом вырабатывались единые представления о размерах, формах, свойствах предметов и явлений, а также правила и способы их сопоставления.

Наименования единиц измерения и их размеры появлялись в давние времена чаще всего с возможностью применения единиц и их размеров без специальных устройств, т. е. создавались с ориентацией на те единицы, что были «под руками и ногами». В Киевской Руси применялись в обиходе вершок (длина фаланги указательного пальца), пядь (расстояние между концами вытянутых большого и указательного пальцев), локоть (расстояние от локтя до конца среднего пальца), косая сажень (расстояние от подошвы левой ноги до конца среднего пальца вытянутой вверх правой руки).

Ни в древнем мире, ни в средние века не существовало метрологической службы, но имеются сведения о применении образцовых мер и хранении их в церквях и монастырях, а также о ежегодных поверках средств измерений. Так, «золотой пояс» великого князя Святослава Ярославовича служил образцовой мерой длины, а в уставе новгородского князя Всеволода «О церковных судах и о людях и о мерилах торговли» предписывалось сверять меры. Нарушитель мог быть наказан вплоть до смертной казни.

Важнейшим метрологическим документом являлась «Двинская грамота» 1560 года Ивана Грозного. В ней были регламентированы правила хранения и передачи размера новой меры сыпучих веществ – осьмины. Образцовые меры, с которых снимались первые копии, хранились централизованно в приказах Московского государства, храмах и церквях. Таким образом, можно говорить о начале создания при Иване Грозном государственной системы обеспечения единства измерений и государственной метрологической службы.

Развитие торговли и расширение внешних экономических связей требовали не только уточнения мер, но и установления их соотношения с «заморскими», а также унификации мер и более четкой организации контрольно-поверочной деятельности. Работы по надзору за мерами и их поверку проводили два столичных учреждения – Померная изба и Большая таможня. Они же разрешали конфликты, возникавшие при торговых операциях. В провинции надзор был поручен персоналу воеводских и земских изб, а также старостам и другим верным людям. Государственная дисциплина была строгой, за злоумышленную порчу контрольных мер грозило суровое наказание.

Появление вещественных мер (в виде линеек, гирь и т. п.) сделало возможным воспроизведение большого количества одинаковых мер (в том числе дольных и кратных), что открывало путь к использованию математических действий и создавало необходимые предпосылки для выделения метрологии как науки.

Реформой Петра I к обращению в России были допущены английские меры, получившие особенно широкое распространение на флоте и в кораблестроении – футы и дюймы. Для облегчения вычислений были изданы таблицы мер и соотношений между русскими и иностранными мерами. Начинают выделяться некоторые метрологические центры. Основанная в 1725 году Петербургская академия наук занялась воспроизведением угловых единиц, единиц времени и температуры.

В 1736 году по решению Сената была образована Комиссия весов и мер под председательством главного директора Монетного двора графа М.Т. Головкина. В качестве исходных мер длины комиссия изготовила медный аршин и деревянную сажень, за меру жидких веществ было принято ведро московского Каменномостского питейного двора. Важнейшим шагом было создание русского эталонного фунта, бронзовой золоченой гири, узаконенной в качестве первичного образца (государственного эталона) русских мер веса. Этот фунт почти 100 лет

с 1747 года оставался единственным эталоном в России. В 1858 году царица Елизавета Петровна повелела: «Сделать аршины железные верные и с обеих концов заклеянные так, чтобы ни урезать, ни упиловать невозможно было».

8 мая 1790 года Учредительное собрание Франции приняло декрет о реформе системы мер и поручило Парижской академии наук разработать соответствующие предложения. На основе единственной единицы – метра – строилась вся система, получившая название метрической. За единицу площади принимался квадратный метр, за единицу объема – кубический метр, за единицу массы – килограмм – масса куб. дециметра чистой воды при температуре 4 °С. Метрическая система с самого начала была задумана как международная, ее единицы не совпали ни с какими национальными единицами.

Несмотря на очевидные преимущества, метрическая система внедрялась с большим трудом. В 30-х годах XVIII в. во Франции фактически применялись две системы мер: основная на туазе и основанная на метре. Лишь законом от 4 июля 1837 года метрическая система мер в ее первоначальном виде была объявлена обязательной для употребления во Франции с 1 января 1840 года.

Для России описываемый период характеризуется значительно возросшими темпами развития науки, техники, промышленности и торговли. В соответствии с этим развивалась и метрология: были проведены мероприятия в целях повсеместного распространения единой системы русских мер, коренным образом улучшено соотношение эталонного и образцового измерительного хозяйства, расширена номенклатура мер, организовано центральное метрологическое учреждение – Главная палата мер и весов, на территории России создаются государственные поверочные учреждения.

В 1835 года указом «О системе Российских мер и весов» были утверждены эталоны длины и массы – платиновая сажень, равная семи английским футам, и платиновый фунт, практически совпадающий с бронзовым золоченым фунтом 1727 года.

В 1841 году в Петербурге, на территории Петропавловской крепости, было построено здание для центрального метрологического учреждения – Депо образцовых мер и весов. Основными его задачами были: хранение созданных эталонов и образцов различных иностранных мер, сличение их с образцами русских мер, изготовление и поверка копий эталонов, составление сравнительных таблиц русских и иностранных мер, поверка

образцовых мер, рассылаемых в разные районы государства. После подведения такой метрологической базы и изготовления достаточного количества образцовых мер было издано Положение о весах и мерах от 4 июня 1842 года, предусматривавшее обязательное применение только русских мер во всем государстве.

В 1870 году по инициативе Петербургской Академии наук была организована в Париже Международная комиссия, рассматривавшая вопросы введения метрической системы мер в различных странах и изготовления новых прототипов метрических мер и их копий.

В 1875 году представителями 17 государств (в том числе Россией) была подписана Метрическая конвенция, которой предусматривалось изготовление международных и национальных прототипов метра и килограмма и создание международных метрологических учреждений. Принятие Международной метрической конвенции и учреждение Международного бюро мер и весов принято считать началом международной стандартизации.

Период с 1892 по 1918 годы называют менделеевским этапом развития метрологии. При Д.И. Менделееве в Главной палате был выполнен ряд работ, целью которых было максимально возможное достижение верности и единства измерений и обработки их результатов: определен ряд физических постоянных (плотность воды и воздуха, географические координаты Главной палаты, ее высота над уровнем моря и ускорение свободного падения).

Положением о мерах и весах 1899 года, основным составителем которого был Д.И. Менделеев, была предусмотрена организация специальных поверочных учреждений – поверочных палаток, которые следовало устроить в приборостроительных и торгово-промышленных центрах. В соответствии с этим первые 10 палаток были открыты в Петербурге, Москве, Варшаве, Туле, Нижнем Новгороде и др.

14 сентября 1918 года Совнарком РСФСР издал декрет «О введении Международной метрической системы мер и весов». Издание декрета знаменует «нормативный этап» в развитии отечественной метрологии. С этого момента различные установления в области метрологии вводятся нормативными актами.

В 1960 году 11 Генеральная конференция по мерам и весам приняла новую систему единиц, присвоив ей наименование «Международная система единиц». С 1981 года постановлением Государственного комитета СССР по стандартам (ГОСТ 8.417-81) в СССР установлено применение

Международной системы единиц (СИ). В 1973 году утверждена Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ), регламентирующая все стороны метрологической деятельности по обеспечению единства измерений в стране (с 2000 года ГОСТ Р 8.000-00 ГСИ).

В 1993 году принят закон РФ «Об обеспечении единства измерений» и установлена гражданско-правовая, административная, уголовная ответственность за нарушение правовых норм и обязательных требований стандартов в области единства измерений и метрологического обеспечения. В настоящее время действует новая редакция этого закона.

Подсчитано, что число средств измерений растет прямо пропорционально квадрату прироста промышленной продукции. Имеется потребность в измерении свыше 2000 физических величин и параметров, а существующие методы и средства дают возможность измерять лишь около 800 величин. Следовательно, актуальной является проблема освоения новых видов измерений, обеспечения единства и точности измерений, повышения качества и автоматизации процессов измерений.

В современных условиях роль стандартизации как важнейшего звена в системе управления техническим уровнем и качеством продукции и услуг на всех этапах проектирования, производства, испытаний и эксплуатации имеет первостепенное значение. Стандартизация имеет непосредственное отношение к совершенствованию управления производством, повышению качества всех видов товаров и услуг.

Применение единой системы мер, строительных деталей стандартного размера, различных труб стандартного диаметра и т. п. – это примеры деятельности по стандартизации, которая на современном научном языке именуется как «достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования».

В нашей стране Комитет по стандартизации при Совете труда и обороны в 1926 году разработал первые общесоюзные стандарты на селекционные сорта пшеницы, чугун, прокат из черных металлов и на некоторые товары народного потребления. В 1940 году был создан Всесоюзный комитет по стандартизации и введена категория государственного общесоюзного стандарта (ГОСТ). В 1968 году впервые в мировой практике был разработан и утвержден комплекс государственных стандартов «Государственная система стандартизации» (ГСС).

В постановлении Правительства от 1990 года № 1340 «О совершенствовании организации работы по стандартизации» были определены задачи в условиях перевода экономики страны на рыночные отношения и интеграции ее в мировое экономическое пространство. Установлены две категории требований стандартов к качеству продукции – рекомендуемые и обязательные (определяющие безопасность, взаимозаменяемость, экологичность и совместимость продукции).

Термин «сертификация» хотя и стал известен в повседневной жизни и коммерческой практике сравнительно недавно, тем не менее, сертификация как процедура применяется давно и термин «сертификат» известен с XIX в.

В метрологии сертификация давно известна как деятельность по официальной проверке и пломбированию приборов.

Предшественницей российской сертификации была сертификация в СССР отечественной экспортируемой продукции.

Сертификация рассматривается как официальное подтверждение соответствия техническим регламентам, стандартам и во многом определяет конкурентоспособность продукции и услуг.

Образование в 1992 году СНГ потребовало поиска новых форм сотрудничества этих стран в области метрологии, стандартизации и сертификации. В соответствии с Соглашением о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации был создан Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ныне Евразийский совет – ЕАСС).

Заметным событием было принятие в 1993 году законов РФ «О стандартизации» и «О сертификации продукции и услуг», которые в 2002 году были заменены Федеральным законом «О техническом регулировании». Принятие этого закона положило начало реорганизации системы стандартизации и сертификации с целью ее гармонизации с требованиями Всемирной торговой организации (ВТО).

В настоящее время активно развивается сертификация систем качества и экологического управления предприятий на соответствие международным стандартам серий ИСО 9000 и ИСО 14000.