

Т. А. КАЧУРИНА

# МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

УЧЕБНИК

*Рекомендовано  
Федеральным государственным автономным учреждением  
«Федеральный институт развития образования»  
в качестве учебника для использования в учебном процессе  
образовательных учреждений, реализующих программы  
среднего профессионального образования*

*Регистрационный номер рецензии 196  
от 8 мая 2013 г. ФГАУ «ФИРО»*



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2013

УДК 006.91(075.32)  
ББК 30.10ця723  
К309

Рецензент —

преподаватель высшей категории специальных дисциплин МТКП РГТЭУ  
*В. И. Хомутишникова*

**Качурина Т.А.** Метрология и стандартизация : учебник  
К309 для студ. учреждений сред. проф. образования / Т.А. Качурина.  
— М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 128 с.  
ISBN 978-5-7695-8721-4

Рассмотрены основные понятия в области метрологии, ее объекты и субъекты, цели и задачи государственной системы обеспечения единства измерений и стандартизации, ее принципы и методы, значение государственной системы стандартизации, в том числе касающейся продукции общественного питания. Приведены характеристики видов деятельности по оценке и подтверждению соответствия, способы подтверждения соответствия. Предложен набор средств для оценки результатов усвоения учебной дисциплины.

Учебник предназначен для изучения общепрофессиональной дисциплины ОП.03. «Метрология и стандартизация» по специальности 260807 «Технология продукции общественного питания».

Для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования.

УДК 006.91(075.32)  
ББК 30.10ця723

*Оригинал-макет данного издания является собственностью  
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом  
без согласия правообладателя запрещается*

ISBN 978-5-7695-8721-4

© Качурина Т.А., 2013  
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2013  
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2013

## Уважаемый читатель!

Данный учебник является частью учебно-методического комплекта по специальности «Технология продукции общественного питания».

Учебник предназначен для изучения общепрофессиональной дисциплины «Метрология и стандартизация».

Учебно-методические комплекты нового поколения включают в себя традиционные и инновационные учебные материалы, позволяющие обеспечить изучение общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей. Каждый комплект содержит учебники и учебные пособия, средства обучения и контроля, необходимые для освоения общих и профессиональных компетенций, в том числе и с учетом требований работодателя.

Учебные издания дополняются электронными образовательными ресурсами. Электронные ресурсы содержат теоретические и практические модули с интерактивными упражнениями и тренажерами, мультимедийные объекты, ссылки на дополнительные материалы и ресурсы в Интернете. В них включен терминологический словарь и электронный журнал, в котором фиксируются основные параметры учебного процесса: время работы, результат выполнения контрольных и практических заданий. Электронные ресурсы легко встраиваются в учебный процесс и могут быть адаптированы к различным учебным программам.

Учебно-методический комплект разработан на основании Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования с учетом его профиля.

# Предисловие

*«Наука начинается тогда,  
когда начинают измерять».*

*Д. И. Менделеев*

Стандартизация, метрология и оценка соответствия являются инструментами обеспечения безопасности и качества продукции, работ и услуг и, следовательно, являются также важнейшими инструментами конкурентоспособности продукции.

Проблема качества и конкурентоспособности актуальна для всех стран, независимо от зрелости их рыночной экономики. Достаточно вспомнить, как в разрушенных после Второй мировой войны Японии и Германии умелое применение методов стандартизации и метрологии позволило обеспечить качество продукции и тем самым дать старт обновлению экономики этих стран.

Выбор средств и методов измерения в каждом конкретном случае должен обеспечить получение требуемых показателей качества и безопасности конечного результата. Очевидно, что знание основных положений метрологии, умение организовать и провести измерения, оценить их результаты становятся просто необходимыми.

Кроме того, в настоящее время очень остро стоит вопрос о приведении в соответствие отечественных правил стандартизации, метрологии и оценки с международными правилами, поскольку это является важным условием интеграции России во Всемирную торговую организацию (ВТО) и дальнейшей деятельности страны в рамках этой организации. В таком контексте деятельность по обеспечению единства измерений в отдельно взятой стране должна рассматриваться как естественная часть мирового пространства, обеспечивающая сопоставимость прогнозов, планов и результатов. Возрастание роли обеспечения единства измерений в современной экономической деятельности, с одной стороны, и явный недостаток методической литературы по данному предмету — с другой, обусловили актуальность создания предлагаемого учебника.

# ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ

## 1.1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ МЕТРОЛОГИИ

С течением мировой истории человеку приходилось измерять различные вещи, взвешивать продукты, отсчитывать время. Для этого понадобилось создать целую систему различных измерений, необходимую для вычисления объема, массы, длины, времени и т. п. Данные подобных измерений помогают освоить количественную характеристику окружающего мира. Роль подобных измерений крайне важна при развитии цивилизации.

В настоящее время никакая отрасль экономики не могла бы правильно и продуктивно функционировать без применения своей системы измерений. Ведь именно с помощью этих измерений происходит формирование и управление различными технологическими процессами, а также контролирование качества выпускаемой продукции. Подобные измерения нужны для различных потребностей в процессе развития научно-технического прогресса: и для учета материальных ресурсов, и планирования, и нужд внутренней и внешней торговли, и проверки качества выпускаемой продукции, и повышения уровня защиты труда любого работающего человека. Несмотря на многообразие природных явлений и продуктов материального мира, для их измерения существует такая же многообразная система измерений, основанных на очень существенном моменте — сравнении полученной величины с другой, ей подобной, которая однажды была принята за единицу. При таком подходе физическая величина расценивается как некоторое число принятых для нее единиц, или, говоря иначе, таким образом получается ее значение.

Существует наука, систематизирующая и изучающая подобные единицы измерения, — метрология. Как правило, под **метрологией** подразумевается наука об измерениях, о существующих средствах и методах, помогающих соблюсти принцип их единства, а также о способах достижения требуемой точности.

Термин «метрология» происходит от двух греческих слов: *metron*, что переводится как «мера», и *logos* — «учение». Бурное развитие метрологии пришлось на конец XX в. Оно неразрывно связано

с формированием новых технологий. До этого метрология была лишь описательным научным предметом. Следует отметить и особое участие Д. И. Менделеева в создании этой дисциплины, которому довелось вплотную заниматься метрологией с 1892 по 1907 г., когда он руководил этой отраслью российской науки. Таким образом, можно сказать, что **метрология изучает**:

1) методы и средства для учета продукции по следующим показателям: длине, массе, объему, расходу и мощности;

2) измерения физических величин и технических параметров, а также свойств и состава веществ;

3) измерения для контроля и регулирования технологических процессов.

Выделяют несколько **основных направлений метрологии**:

- общую теорию измерений;
- системы единиц физических величин;
- методы и средства измерений;
- методы определения точности измерений;
- основы обеспечения единства измерений, а также основы единообразия средств измерения;
- эталоны и образцовые средства измерений;
- методы передачи размеров единиц от образцов средств измерения и от эталонов рабочим средствам измерения.

Важным понятием в науке метрологии является единство измерений, под которым подразумевают такие измерения, при которых итоговые данные получаются в узаконенных единицах, в то время как погрешности данных измерений получены с заданной вероятностью. Необходимость существования единства измерений вызвана возможностью сопоставления результатов различных измерений, которые были проведены в разных районах, в различные временные отрезки, а также с применением разнообразных методов и средств измерения.

В связи с этим **задачи метрологии** состоят в следующем: усовершенствование эталонов; разработка новых методов точных измерений; обеспечение единства и необходимой точности измерений.

## 1.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ОБЪЕКТЫ И СУБЪЕКТЫ МЕТРОЛОГИИ

**Метрология** (от гр. *metron* — мера и *logos* — учение) — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и

требуемой точности. Метрология — область знаний и вид деятельности, связанные с измерениями.

Измерения помогают познавать материальный мир и природные закономерности. Они объединяют теорию с практикой и используются везде: в науке, любом производстве, для учета материальных ценностей, обеспечения стандартных параметров качества, совершенствования технологических процессов, стандартизации и других видов деятельности.

Метрология имеет очень важное значение в экономике страны, так как от учета материальных ценностей во многом зависит благосостояние общества.

Состояние средств измерений определяет стабильность работы предприятия и качество выпускаемой продукции.

Метрология имеет большое значение для прогресса естественных и технических наук, так как повышение точности измерений — одно из средств совершенствования путей познания природы человеком, открытий и практического применения точных знаний.

На предприятиях общественного питания необходимы хорошо налаженный учет и отлаженная система проверки качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, основанная на использовании достаточно точных средств измерений.

Длительное время метрология была описательной наукой, но в процессе развития общества роль измерений возрастала и благодаря прогрессу физики метрология поднялась на качественно новый уровень.

**Функции измерений** в экономике следующие:

- учет продукции народного хозяйства, который ведут в единицах массы, длины, объема, мощности, энергии;
- измерения в целях контроля и регулирования технологических процессов, а также обеспечения нормального функционирования транспорта и связи;
- измерения физических величин, состава, свойств веществ в научных исследованиях, испытаниях и контроле продукции в различных отраслях экономики.

От качества измерений зависит выполнение этих функций. В нашей стране ежедневно производится около 200 млрд измерений, более 4 млн чел. считают измерения своей профессией. Доля затрат на измерения составляет 10—15 % всех затрат общественного труда. Подсчитано, что число средств измерений (СИ) возрастает пропорционально квадрату прироста промышленной

продукции. Это означает, что при увеличении объема промышленной продукции в 2 раза число СИ может вырасти в 4 раза. В настоящее время в нашей стране насчитывается более 1,5 млрд СИ.

**Единство измерений** — это состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешность измерений находится в установленных границах с заданной вероятностью.

**Измерением** называется совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины и позволяющего сопоставить с ней измеряемую величину. Полученное значение величины и есть результат измерений.

**Погрешностью** называют отклонение результата измерений от действительного значения измеряемой величины.

**Нормативными документами** по обеспечению единства измерений являются государственные стандарты, применяемые в установленном порядке международные стандарты, правила, положения и инструкции, определяющие требования и порядок проведения работ по обеспечению единства измерений.

В настоящее время метрология развивается по нескольким направлениям. Если еще в начале XX в. под словом «метрология» подразумевалась наука, главной задачей которой было описание различных мер, то теперь это понятие приобрело более широкий научный и практический смысл, расширилось содержание метрологической деятельности.

Современная метрология включает три раздела: теоретическую, законодательную и практическую метрологию (рис. 1.1).

**Теоретическая (фундаментальная) метрология** — раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии. Теоретическая метрология занимается изучением проблем измерения в целом и элементов, образующих измерение: средств измерений физических величин и их единиц; методов и методик измерений; результатов и погрешностей измерений и других составляющих. Также в сферу интересов теоретической метрологии входит определение наиболее точных значений важнейших физических констант, необходимых для многих отраслей науки и техники.

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





Рис. 1.1. Структурная схема метрологии

метрология включает совокупность взаимообусловленных правил и норм для обеспечения единства измерений.

Законодательная метрология служит средством государственного регулирования метрологической деятельности посредством законов и законодательных положений, которые вводятся в практику через Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), его территориальные подразделения и юридических лиц. К области законодательной метрологии относятся испытания и утверждение типа средств измерений и их поверка и калибровка, сертификация средств измерений, государственный метрологический контроль и надзор за средствами измерений.

Метрологические правила и нормы законодательной метрологии приведены в соответствии 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.

**Практическая (прикладная) метрология** — раздел метрологии, предметом которой являются вопросы практического приме-

нения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии.

### 1.3. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ МЕТРОЛОГИИ

Метрология как наука и 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. Для измерений в первую очередь использовались подручные средства. Например, единица массы драгоценных камней — карат, что в переводе означает «семя боба», «горошина» (рис. 1.2); единица аптекарского веса — гран, что в переводе с латинского означает «зерно». Также при измерении в древние времена применялись такие понятия, как например, локоть — расстояние от локтя до кончиков пальцев вытянутой руки (рис. 1.3, а), дюйм — длина 1-й фланги большого пальца у основания (рис. 1.3, б), фут — длина ступни, пинта — количество жидкости в двух ладонях и т. д.

Мерами длины в России с конца XVIII в. были верста, сажень, аршин и вершок. Старинные единицы измерения приведены в табл. 1.1.

И хотя эти единицы измерения были удобны, недостатки их очевидны, так как люди очень отличаются друг от друга, чтобы

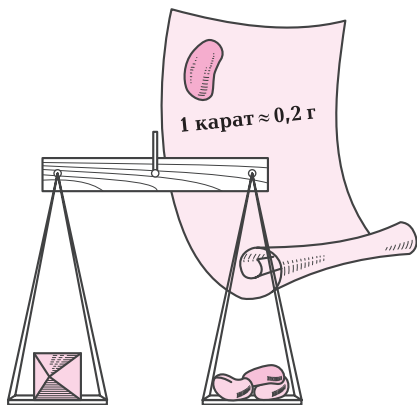


Рис. 1.2. Единица веса — карат

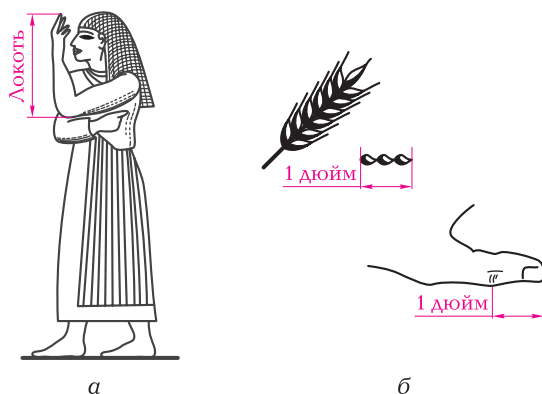


Рис. 1.3. Единицы измерений:  
 а — локоть; б — дюйм

размеры частей руки или ноги могли служить бесспорной единицей измерения.

По указу Петра I прототипы русских мер длины были согласованы с английскими. В Англии в качестве мер массы использовались фунт, унция, гран, мер длины — морская миля, фут, дюйм, ярд.

Первым государственным поверочным учреждением в России было Депо образцовых мер и весов, организованное в 1842 г. при Петербургском монетном дворе. Основными задачами Депо являлись хранение эталонов, составление таблиц русских и зарубежных

Таблица 1.1. Старинные меры длины в России XVIII в.

Мера	Значение	
	в русских мерах	в метрических мерах
Верста	100 сажений	2,16 км
Сажень	3 аршина	2,16 м
Аршин	4 четверти	72 см
Локоть	$10\frac{2}{3}$ вершка	48 см
Четверть аршина («пядь»)	4 вершка	18 см
Вершок	—	4,5 см

ных мер; копии эталонов — рабочие меры должны были изготовляться в соответствии с ними.

В 1893 г. на базе Депо была образована Главная палата мер и весов, которую до 1897 г. возглавлял Д.И. Менделеев. Благодаря Д.И. Менделееву и другим ученым, работавшим под его руководством, наряду с практикой были развернуты глубокие научные метрологические исследования. В стране повсеместно образуются поверочные палатки.

Метрическая система в России была введена в 1918 г. декретом Совета народных комиссаров «О введении Международной метрической системы мер и весов». Главным его содержанием является переход к государственной метрологической деятельности.

**Метрическая система** — это общее название Международной системы единиц, основными единицами которой являются метр, килограмм, секунда. При некоторых различиях в деталях элементы метрической системы одинаковы во всем мире.

Метрическая система сформировалась из постановлений, принятых Национальным собранием Франции в 1791 и 1795 гг. по определению метра как одной десятиmillionной доли участка земного меридиана от Северного полюса до экватора. В 1799 г. был изготовлен первый международный эталон метра.

Декретом, изданным 4 июля 1837 г., метрическая система была объявлена обязательной к применению во всех коммерческих сделках во Франции. Она постепенно вытесняла местные и национальные системы в других странах Европы и была признана как допустимая в Англии и США. В 1875 г. соглашением 17 стран была создана международная организация, которая должна сохранять и совершенствовать метрическую систему. За единицу массы был принят 1 грамм как масса одной миллионной части кубического метра воды при ее максимальной плотности. Поскольку было очень неудобно пользоваться при измерениях такими мерами, были созданы металлические эталоны.

В 1931 г. в Ленинграде на базе Главной палаты мер и весов был открыт Всесоюзный (ныне Всероссийский) научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева, который и в настоящее время ведет сложную и ответственную работу по метрологии в Российской Федерации.

В Англии и США, например, применяется другая система мер, и при заключении договоров это надо учитывать. Разработаны «Справочные таблицы перевода неметрических единиц измерения в Англии и США в единицы Международной системы (СИ)».