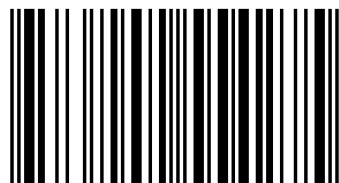


Метрология, стандартизация и сертификация являются инструментами обеспечения качества продукции, работ и услуг - важного аспекта многогранной коммерческой деятельности. Проблема качества актуальна для всех стран независимо от зрелости их рыночной экономики. Чтобы стать участником мирового хозяйства и международных экономических отношений необходимо совершенствование национальной экономики с учетом мировых достижений и тенденций. Отставание национальных систем стандартизации и сертификации во многом предопределило те трудности, которые испытывают отечественные предприятия, производящие верхнюю одежду, в условиях современной конкуренции не только на внешних рынках, но и на внутреннем.



Джураева Тахмина Саидовна Бухарский инженерно-технологический институт; ассистент кафедры "Машины и оборудование лёгкой промышленности"



978-620-2-55427-5

Джураева, Асадова, Мустафоев

Тахмина Джураева
Ситора Асадова
Комил Мустафоев

Основы метрологии, стандартизации и сертификации

Учебное пособие
для студентов направления 5321600
«Технологии и оборудование легкой
промышленности»

LAP LAMBERT
Academic Publishing

Тахмина Джураева
Ситора Асадова
Комил Мустафоев

Основы метрологии, стандартизации и сертификации

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

**Тахмина Джураева
Ситора Асадова
Комил Мустафоев**

**Основы
метрологии, стандартизации и
сертификации**

**Учебное пособие для студентов направления
5321600 «Технологии и оборудование легкой
промышленности»**

FOR AUTHOR USE ONLY

LAP LAMBERT Academic Publishing

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:

LAP LAMBERT Academic Publishing

is a trademark of

International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page

ISBN: 978-620-2-55427-5

Copyright © Тахмина Джураева, Ситора Асадова, Комил Мустафоев

Copyright © 2020 International Book Market Service Ltd., member of
OmniScriptum Publishing Group

FOR AUTHOR USE ONLY

Т.С.Джураева, С.С.Асадова, К.И.Мустафоев

**ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ,
СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ**



**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
БУХАРСКИЙ ИНЖЕНЕРНО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

Т.С.ДЖУРАЕВА, С.С.АСАДОВА, К.И.МУСТАФОВ

**ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ,
СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ**

Учебное пособие

**для студентов направления 5321600
«Технологии и оборудование легкой промышленности»**

БУХАРА

2020

2

Джураева, Т.С.

Асадова, С.С.

Мустафоев, К.И.

Основы метрологии, стандартизации и сертифицикации

Учебное пособие для студентов направления 5321600 «Технологии и оборудование легкой промышленности» / Т.С.Джураева, С.С.Асадова

Министерство высшего и среднего специального образования Республики
Узбекистан

Рецензенты:

Х.Қ.Рахмонов - Бухарский инженерно-технологический институт

доктор технических наук, профессор кафедры

«Машины и оборудование лёгкой промышленности»

Н.Нурова - директор Бухарского ООО «Ocean lyuks»

В учебном пособии “Основы метрологии, стандартизации и сертификации” приведены в последовательности темы актуальные в настоящее время. Каждая тема раскрывается как основные понятия (ключевые слова) и тезис содержания темы. По всем темам охвачены все указанные в государственном образовательном стандарте, требуемые от бакалавров знания и навыки.

Также раскрываются такие вопросы, как актуальность тем, их соответствие требованиям работодателей и потребностям производства, изменения, происходящие в производственной жизни страны, последние достижения в науке и практике легкой промышленности.

ВВЕДЕНИЕ

Метрология, стандартизация и сертификация являются инструментами обеспечения качества продукции, работ и услуг - важного аспекта многогранной коммерческой деятельности. Проблема качества актуальна для всех стран независимо от зрелости их рыночной экономики. Чтобы стать участником мирового хозяйства и международных экономических отношений необходимо совершенствование национальной экономики с учетом мировых достижений и тенденций. Отставание национальных систем стандартизации и сертификации во многом предопределило те трудности, которые испытывают отечественные предприятия, производящие верхнюю одежду, в условиях современной конкуренции не только на внешних рынках, но и на внутреннем. Переход Узбекистана к рыночной экономике определяет новые условия для деятельности отечественных фирм и предприятий легкой промышленности. Право предприятий на самостоятельность не означает вседозволенность в решениях, а заставляет изучать, знать и применять в своей практике принятые во всем мире «правила». Международное сотрудничество по любым направлениям и на любом уровне требует гармонизации этих правил с международными и национальными нормами. Закон РУз. «О защите прав потребителей», «О стандартизации», «О сертификации продукции и услуг», «Об обеспечении единства средств измерений» создали необходимую правовую базу для внесения существенных новшеств в организацию этих важнейших для экономики областей деятельности.

Сегодня изготовитель и его торговый посредник, стремящиеся поднять репутацию торговой марки, победить в конкурентной борьбе, выйти на мировой рынок, заинтересованы в выполнении как обязательных, так и рекомендуемых требований стандарта. В этом смысле стандарт приобретает

статус рыночного стимула. Таким образом, стандартизация является инструментом обеспечения не только конкурентоспособности, но и эффективного партнерства изготовителя, заказчика и продавца на всех уровнях управления.

Стандартизация основывается на последних достижениях науки, техники и практического опыта и определяет прогрессивные, а также экономически оптимальные решения многих народнохозяйственных, отраслевых и внутрипроизводственных задач. Органически объединяя функциональные и прикладные науки, она способствует усилению их целенаправленности и быстрейшему внедрению научных достижений в практическую деятельность. Стандартизация создает организационно-техническую основу изготовления высококачественной продукции, специализации и кооперирования производства, придает ему свойства самоорганизации. Стандарт - это образец, эталон, модель принимаемые за исходные для сопоставления с ними других подобных объектов. Как нормативно-технический документ стандарт устанавливает комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утверждается компетентным органом. Стандарт разрабатывается на материальные предметы (продукцию, эталоны, образцы веществ), нормы, правила и требования различного характера. Итак, переход страны к рыночной экономике с присущей ей конкуренцией, борьбой за доверие потребителей заставляет специалистов коммерции шире использовать методы и правила стандартизации, метрологии и сертификации в своей практической деятельности для обеспечения высокого качества товаров, работ и услуг.

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИИ. СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ЕДИНИЦ

1.1. Цели и задачи курса, основные тематические разделы курса.

1.1.1. Метрология, стандартизация, сертификация, связь этих направлений.

*«Наука начинается ... с тех
пор, как 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. Выбор средств и методов измерения в каждом конкретном случае должен обеспечить получение требуемых показателей качества и безопасности конечного результата. Очевидно, что знакомство с основными положениями метрологии, умение организовать и провести измерения, оценить их результаты становятся просто необходимыми.

Курс «Основы метрологии, стандартизации и сертификации» ставит своей целью дать общее представление о терминах, основных принципах, методах и содержании деятельности в области обеспечения единства измерений и тем самым дать студентам основные знания по данной дисциплине и качественно подготовиться к экзамену.

Метрология (metrology) – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

В процессе познавательной деятельности человека возникает множество задач, для решения которых необходимо располагать количественной информацией о том или ином свойстве объектов материального мира. Основным способом получения такой информации являются измерения, выполнение которых позволяет получать результаты, с большей или меньшей точностью отражающие определенные свойства объекта познания.

С развитием науки, техники, новых технологий измерения охватывают все новые и новые физические величины, существенно расширяются диапазоны измерений как в сторону сверхмалых значений, так и в сторону очень больших значений физических величин. Непрерывно повышается точность измерений.

Для получения достоверных результатов нужен единый научный и законодательный фундамент, обеспечивающий на практике высокое качество измерений независимо от того, где и с какой целью они проводятся. Таким фундаментом и является метрология.

В настоящее время метрология развивается по нескольким направлениям. Еще в начале XX в. под словом метрология понималась наука, главной задачей которой было описание всякого рода мер, то теперь это понятие приобрело более широкий научный и практический смысл, расширилось содержание метрологической деятельности.

Сейчас метрология подразделяется на *теоретическую, законодательную и практическую* (рис. 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, а именно: 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 (legal metrology) – 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 метрология включает совокупность взаимообусловленных правил и норм для обеспечения единства измерений.

Практическая (прикладная) метрология – раздел метрологии, предметом которой являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии.

Методы метрологии широко используются в смежных отраслях знаний, таких как, оценивание и контроль качества продукции, сертификация промышленной продукции, аттестация программ и алгоритмов обработки данных и др.

Основным задачами метрологии являются:

- установление единиц физических величин, государственных эталонов и образцовых средств измерений;
- разработка теории, методов средств измерений и контроля;
- обеспечение единства измерений;
- разработка методов оценки погрешностей, состояния средств измерения и контроля;
- разработка методов передачи размеров единиц от эталонов и образцовых средств измерений рабочим средствам измерений.



Рис. 1. Структурная схема метрологии

Цели и задачи стандартизации.

Стандартизация - это деятельность по установлению норм, правил и характеристик в целях обеспечения:

- безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- Технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- Качества продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем единства измерений;
- Экономии всех видов ресурсов;
- Безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- Обороноспособности и мобилизационной готовности страны.

(Закон РУз. «О стандартизации»)

В процессе трудовой деятельности специалисту приходится решать систематически повторяющиеся задачи: измерение и учет количества продукции, составление технической и управленческой документации; измерение параметров технологических операций, контроль готовой продукции, упаковывание поставляемой продукции и т. д.

Существуют различные варианты решения этих задач.

Цель стандартизации - выявление наиболее правильного и экономичного варианта, т. е. нахождение оптимального решения. Найденное решение дает возможность достичь оптимального упорядочения в определенной области стандартизации. Для превращения этой возможности в действительность необходимо, чтобы найденное решение стало достоянием большего числа предприятий (организаций) и специалистов. Только при всеобщем и многократном использовании этого решения существующих и потенциальных задач возможен экономический эффект от проведенного упорядочения. Цели стандартизации можно подразделить на общие и более узкие, касающиеся обеспечения соответствия. Общие цели вытекают, прежде всего, из содержания понятия. Конкретизация общих целей стандартизации связана с выполнением тех требований стандартов, которые являются обязательными.

К ним относятся разработка норм, требований, правил обеспечивающих:

- безопасность продукции, работ, услуг для жизни и здоровья людей, окружающей среды и имущества;
- совместимость и взаимозаменяемость изделий;
- качество продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития научно-технического прогресса;

- единство измерений;
- экономию всех видов ресурсов;
- безопасность хозяйственных объектов, связанную с возможностью возникновения различных катастроф (природного и техногенного характера) и чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособность и мобилизационную готовность страны.

Конкретные цели стандартизации относятся к определенной области деятельности, отрасли производства товаров и услуг, тому или другому виду продукции, предприятию и т. д.

Основными задачами стандартизации являются:

- установление требований к техническому уровню и качеству продукции, сырья, материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий, а также норм, требований и методов в области проектирования и производства продукции, позволяющих ускорять внедрение прогрессивных методов производства продукции высокого качества и ликвидировать нерациональное многообразие видов, марок и размеров;
- развитие унификации и агрегатирования промышленной продукции как важнейшего условия специализации производства; комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, повышение уровня взаимозаменяемости, эффективности эксплуатации и ремонта изделий;
- обеспечение единства и достоверности измерений в стране, создание и совершенствование государственных эталонов единиц физических величин, также методов и средств измерений высшей точности;
- разработка унифицированных систем документации, систем классификации и кодирования технико-экономической информации;
- принятие единых терминов и обозначений в важнейших областях науки, техники, отраслях народного хозяйства;
- формирование системы стандартов безопасности труда, систем стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов;
- создание благоприятных условий для внешнеторговых, культурных и научно-технических связей.

Функции стандартизации.

Для достижения социальных и технико-экономических целей стандартизация выполняет определенные функции.

1. Функция упорядочения - преодоление неразумного многообразия объектов (раздутая номенклатура продукции, ненужное многообразие документов). Она сводится к упрощению и ограничению. Житейский опыт говорит: чем объект более упорядочен, тем он лучше вписывается в окружающую предметную и природную среду с ее требованиями и законами.
2. Охранная (социальная) функция - обеспечение безопасности потребителей продукции и услуг, изготовителей и государства, объединение усилий человечества по защите природы от техногенного воздействия цивилизации.
3. Ресурсосберегающая функция обусловлена ограниченностью материальных, энергетических, трудовых и природных ресурсов и заключается в установлении в нормативных документах обоснованных ограничений на расходование ресурсов.
4. Коммуникативная функция обеспечивает общение и взаимодействие людей, в частности специалистов, путем личного обмена или использования документальных средств, аппаратных (компьютерных, спутниковых и пр.) систем и каналов передачи сообщений. Эта функция направлена на преодоление барьеров в торговле и содействие научно-техническому и экономическому сотрудничеству.
5. Цивилизующая функция направлена на повышение качества продукции и услуг как составляющей качества жизни. Стандарты отражают степень общественного развития страны, т. е. уровень цивилизации.
6. Информационная функция. Стандартизация обеспечивает материальное производство, науку и технику и другие сферы нормативными документами, эталонами мер, образцами - эталонами продукции, каталогами продукции как носителями ценной творческой и управленческой информации. Ссылка в договоре (контракте) на стандарт является наиболее удобной формой информации о качестве товара как главного условия договора (контракта).
7. Функция нормотворчества и правоприменения проявляется в узаконивании требований к объектам стандартизации в форме обязательного стандарта (или другого НД) и его всеобщем применении в результате придания документу юридической силы. Соблюдение обязательных требований НД обеспечивается, как правило, принудительными мерами (санкциями) экономического,

административного и уголовного характера.

Категории и виды стандартов.

В Узбекистане установлены следующие категории нормативно-технической документации, определяющей требования к объектам стандартизации:

- государственные стандарты (ГОСТ);
- отраслевые стандарты (ОСТ);
- республиканские стандарты (РСТ);
- стандарты предприятий (СТП);
- стандарты общественных объединений (СТО);
- технические условия (ТУ);
- международные стандарты (ИСО/МЭК)
- региональные стандарты;
- межгосударственные стандарты;
- национальные стандарты.

Государственные стандарты (ГОСТ) разрабатывают на продукцию, работы, услуги, потребности в которых носят межотраслевой характер. Стандарты этой категории принимает Госстандарт Узбекистан. В стандартах содержатся как обязательные требования, так и рекомендательные. К обязательным относятся: безопасность продукта, услуги, процесса для здоровья человека, окружающей среды, имущества, а также производственная безопасность и санитарные нормы, техническая и информационная совместимость и взаимозаменяемость изделий, единство методов контроля и единство маркировки. Требования обязательного характера должны соблюдать государственные органы управления и все субъекты хозяйственной деятельности независимо от формы собственности. Рекомендательные требования стандарта становятся обязательными, если на них есть ссылка в договоре (контракте).

Отраслевые стандарты (ОСТ) разрабатываются применительно к продукции определенной отрасли. Их требования не должны противоречить обязательным требованиям государственных стандартов, а также правилам и нормам безопасности, установленным для отрасли. Принимают такие стандарты государственные органы управления (например, министерства), которые несут

ответственность за соответствие отраслевых стандартов обязательным требованиям Уз.ГСТ

Диапазоном применимости отраслевых стандартов ограничивается предприятиями, подведомственными государственному органу управления, принявшему данный стандарт. Контроль за выполнением обязательных требований организует ведомство, принявшее данный стандарт. *Республиканские стандарты* (РСТ) устанавливаются по согласованию с Госстандартом и соответствующими ведущими министерствами и ведомствами по закрепленным группам продукции, на отдельные виды продукции, изготавливаемой предприятиями.

РСТ устанавливают требования к продукции, которая может выпускаться находящимися на территории республики предприятиями, но не является объектом государственной и отраслевой стандартизации. РСТ устанавливаются также на товары народного потребления, изготавливаемые предприятиями, находящимися на территории республики, независимо от их подчиненности, в тех случаях, когда на продукцию отсутствуют государственные стандарты или отраслевые стандарты. РСТ обязательны для всех предприятий, находящихся на территории республики, выпускающих и потребляющих данную продукцию. *Стандарты предприятий* (СТП) разрабатываются и принимаются самими предприятиями. Объектами стандартизации в этом случае являются составляющие организация и управление производством, продукция, составные части продукции, технологическая оснастка, общие технологические нормы процесса производства. Эта категория стандартов обязательна для предприятия принявшего этот стандарт.

Стандарты общественных объединений (научно-технических обществ, инженерных обществ и др.). Эти нормативные документы разрабатывают на принципиально новые виды продукции, процессов или услуг; передовые методы испытаний, а также нетрадиционные технологии и методы управления производством. Общественные объединения преследуют цель распространения перспективных результатов мировых научно-технических достижений, фундаментальных и прикладных исследований.

Эти стандарты служат важным источником информации о передовых достижениях, и по решению самого предприятия они принимаются на добровольной основе для использования отдельных положений при разработке стандартов предприятия.

Правила по стандартизации (ПР) и *рекомендации по стандартизации* (Р) по

своему характеру соответствуют нормативным документам методического содержания. Они могут касаться порядка согласования норм документов, предоставления информации о принятых стандартах отраслей, общественных и других организаций в Госстандарт РУз., создание службы по стандартизации на предприятии, правил проведения государственного контроля за соблюдением обязательных требований ГОСТ и других вопросов организационного характера. ПР и Р разрабатываются организациями, подведомственными Госстандарту РУз. и Госстрою РУз. *Технические условия* (ТУ) разрабатываются предприятиями и другими субъектами хозяйственной деятельности в том случае, когда стандарт создавать нецелесообразно. Объектом ТУ может быть продукция разовой поставки, выпускаемая малыми партиями, а также произведения художественных промыслов. Особенность процедуры принятия ТУ состоит в том, что во время приемки новой продукции происходит их окончательное согласование с приемочной комиссией. Перед этим предварительно рассылается проект ТУ тем организациям, представители которых будут на приемке продукции. ТУ считаются окончательно согласованными, если подписан акт приемки опытной партии (образца).

Международные стандарты (ИСО/МЭК) разрабатываются международными организациями по стандартизации для того, чтобы устранить технические барьеры в торговле, то есть гармонизировать требования, предъявляемые к продукции, услугам в соответствии с требованиями международных стандартов.

Если стандарт гармонизирован с международным стандартом, то по нему можно проводить сертификацию продукции. Региональные стандарты разрабатываются региональными органами по стандартизации. Например, такой организацией является ЕОКК (европейская организация по контролю качества). Национальные стандарты разрабатываются национальными организациями по стандартизации. Например, Госстандартом Узбекистана. Национальные стандарты действуют только на территории Узбекистана. Межгосударственные стандарты обязательны для стран членов СНГ.

Виды стандартов.

Существуют следующие виды стандартов:

- основополагающие стандарты;
- стандарты на продукцию;

- стандарты на работы и процессы;
- стандарты на методы испытаний, контроля, анализа;
- технические условия.

Основополагающие стандарты, в свою очередь, делятся на:

- общетехнические стандарты;
- организационно-методические стандарты.

Общетехнические стандарты, регламентирующие термины определения, обозначения, номенклатуру показателей качества выполняют функцию обеспечения информационной совместимости однозначности понимания объекта стандартизации. Общетехнические стандарты, регламентирующие общие требования и (или) нормы выполняют функцию обеспечения технического единства и взаимосвязи объектов стандартизации. Стандарты, регламентирующие методы, устанавливают общие методы проектирования подготовки производства, испытаний, хранения, транспортирования, эксплуатации и ремонта продукции. *Организационно-методические стандарты*, которые регламентируют основные (общие), положения устанавливают общие требования, обеспечивающие организационно-техническое единство объектов стандартизации. Стандарты, регламентирующие порядок (правила) обеспечивают единство и взаимосвязь процессов управления в различных областях деятельности. Стандарты, регламентирующие построение (изложение, оформление, содержание) обеспечивают информационную совместимость документации.

Стандарты на продукцию регламентируют требования к продукции и делятся на:

- стандарты общих технических требований;
- стандарты общих технических условий;
- стандарты технических условий.

Стандарты общих технических требований и общих технических условий устанавливают всесторонние требования к группе однородной продукции по ее разработке, производству, обращению и потреблению (эксплуатации). Стандарты, регламентирующие параметры и (или) размеры, типы, марки, сортамент, конструкцию устанавливают требования к типоразмерным и

параметрическим рядам, обеспечивающим унификацию и взаимозаменяемость продукции.

Стандарты, регламентирующие правила приемки, методы контроля, маркировку, упаковку, транспортирование, хранение, эксплуатацию и ремонт данной продукции выполняют функцию по обеспечению заданного качества продукции при ее производстве, сохранении качества при ее транспортировании и хранении, полноценного использования продукции при потреблении, восстановлении продукции.

Стандарты технических условий регламентируют требования не к группе однородной продукции, а к конкретной выпускаемой продукции.

Стандарты на работы и процессы устанавливают правила проведения различного рода работ, процессов. Главным их требованием является обеспечение безопасности жизни, здоровья и имущества при проведении данных работ (процессов).

Стандарты на методы испытаний, контроля, анализа регламентируют требования к методам испытаний, проведению научно-исследовательских работ, испытаниям при сертификации продукции.

Технические условия - это нормативный документ, который имеет отраслевое подчинение, имеет временное значение до введения ГОСТа на данную продукцию.

Понятие **сертификации** вытекает из этимологии слова "сертификат" (от лат. certum - верно и facere - делать), т.е. сделано верно. Изначально смысл сертификата состоял в том, что продукция соответствовала каким-либо требованиям, в частности, стандартам.

1.1.2. Роль метрологии, стандартизации и сертификации для становления рыночной экономики в стране.

Стремление к введению национальных систем сертификации было связано с тем, что, с одной стороны, она защищает потребителя от небезопасной и экологически нечистой продукции, а с другой - затрудняет доступ на национальные рынки изделий иностранного производства, так как требует от экспортеров дополнительных длительных испытаний на соответствие продукции национальным стандартам. Такие дорогостоящие испытания под силу только крупным фирмам, что давало им определенные преимущества. Различия в национальных стандартах и других нормативных документах, а также процедурах проведения сертификации превращают их в так называемые технические барьеры международной торговли. Эти различия либо являются результатом национальных традиций в организации производства и торговли,

либо создаются специально с целью затруднения импорта иностранных товаров. Это, в свою очередь, увеличивает стоимость продукции, удлиняет сроки ее поставки, т.е. ставит иностранных поставщиков в невыгодные условия по сравнению с национальными фирмами. В то же время, сертификация стала необходимым условием экспорта продукции, хотя и требует больших затрат времени и средств на ее осуществление. Например, для проведения сертификационных испытаний самолета ЯК-40 в Англии, а это было необходимым условием его эксплуатации, Авиарегистру Великобритании были переданы более 300 различных отчетов и документов, стоимость самих испытаний составила 3 млн. долларов, а процедура переговоров и испытаний составила 5 лет. Аналогичные процедуры при испытаниях в США трактора Т-15-К составили 30 тыс. долл. В то же время, сертификация трактора Т-150К в США, Англии и Швеции способствовала развитию их экспорта в эти и другие страны мира. В большинстве промышленно развитых стран мира сложились национальные системы сертификации, имеющие свои национальные знаки соответствия продукции принятым в этих странах системам испытаний. Некоторые из них получили впоследствии международное признание. С целью экономии времени и средств испытаний на первом этапе отдельные фирмы и страны начали проводить работы по унификации методов испытаний, принятых в своих стандартах (эта работа носит название гармонизации стандартов), а затем - и по взаимному признанию результатов испытаний. Так возникли первые международные системы сертификации - по безопасности на транспорте (охватившие требования к ремням безопасности, указателям поворота, замкам дверей, стеклам автомобилей и т.п.); по безопасности электротехнических изделий - СЕЕ (электрические шнуры, розетки, электроприборы, часы на батарейках и т.д.). Некоторые из требований упомянутых систем нашли отражение в директивах Европейского экономического сообщества, а документы второй системы (СЕЕ) были полностью включены в стандарты Международной электротехнической комиссии (МЭК). Существование большого количества национальных систем сертификации в странах Западной Европы, а также появление региональных систем сертификации в Европе и Америке, основанных на нормативных документах этих стран и гармонизированных стандартов регионов, привело к тому, что однородная продукция оценивалась в разных странах различными методами. С тех пор определение понятия и идеология сертификации претерпели существенные изменения.

В соответствии с Законом РУз. "О техническом регулировании", сертификация - форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров. Под подтверждением соответствия понимается документальное удостоверение соответствия продукции ОТР требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров. Документ, удостоверяющий соответствие объекта этим требованиям, носит название *сертификата соответствия*.

С целью информирования приобретателей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов, используется знак обращения на рынке, который в установленном порядке обозначается на упаковке промышленной продукции. В законе РУз. "О защите прав потребителей" утверждено описание, изображение и варианты обозначения знака обращения на рынке, предназначенного для маркирования продукции, которая соответствует требованиям технических регламентов, и вариантов его изображения.

Органом по сертификации является юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, аккредитованные в установленном порядке для выполнения работ по сертификации.

«Сертификация - деятельность по подтверждению соответствия продукции установленным требованиям.

Сертификация осуществляется в целях:

- Создания условий деятельности предприятий, учреждений, организаций и предпринимателей на едином товарном рынке РУз, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;
- Содействия потребителям в компетентном выборе продукции;
- Защиты потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя);
- Контроля безопасности продукции для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- Подтверждения показателей качества продукции, заявленных изготовителем.

Контрольные вопросы

1. На какие разделы подразделяется метрология?
2. Каковы цели и задачи стандартизации?
3. Что означает понятие «сертификация»?

1.2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ

1.2.1. Предмет метрологии. Физические свойства и величины.

Основное понятие метрологии – **измерение**. Получение количественной информации о характеристиках свойств объектов и явлений окружающего мира опытным путём (т.е. экспериментально) называется измерением. В отличие от количественной информации, получаемой теоретическим путём, т.е. посредством вычислений и расчётов, такая информация называется измерительной.

Во время измерений проявляются некоторые объективные законы природы. Кроме того, при получении измерительной информации должны соблюдаться определённые правила и нормы, устанавливаемые законодательным путём. Всё это составляет предмет науки об измерениях – метрологии (от др.-греч. *metron* – мера и *logos* – речь, слово, учение или наука). Базисное положение этой науки определил основоположник метрологии Д.И. Менделеев в словах: «... наука начинается ... с тех пор, как начинают измерять; точная наука немислима без меры». Ему же принадлежит и другое важное замечание: «В природе мера и вес суть главные орудия познания».

Предметом метрологии является извлечение измерительной информации о свойствах объектов и процессов с заданной точностью и достоверностью. *Средства метрологии* – это совокупность средств измерений и метрологических стандартов, обеспечивающих их рациональное использование.

Физические свойства и величины

Все объекты окружающего мира характеризуются своими свойствами. *Свойство* – философская категория, выражающая такую сторону объекта (явления, процесса), которая обуславливает его различие или общность с другими объектами (явлениями, процессами) и обнаруживается в его отношениях к ним. Свойство – категория качественная. Для количественного описания различных свойств процессов и физических тел вводится понятие величины. *Величина* – это свойство чего-либо, которое может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и

количественно. Величина не существует сама по себе, имеет место лишь постольку, поскольку существует объект со свойствами, выраженными данной величиной.

Анализ величин позволяет разделить их на два вида: величины материального вида (реальные) и величины идеальных моделей реальности (идеальные), которые относятся главным образом к математике и являются обобщением (моделью) конкретных реальных понятий.

Реальные величины, в свою очередь, делятся на физические и нефизические. Физическая величина в самом общем случае может быть определена как величина, свойственная материальным объектам (процессам, явлениям), изучаемым в естественных (физика, химия) и технических науках. К нефизическим величинам следует отнести величины, присущие общественным (нефизическим) наукам – философии, социологии, экономике и т.п.

Объектами измерений являются физические величины (ФВ). **Физическую величину** как одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них. Индивидуальность в количественном отношении понимают в том смысле, что свойство может быть для одного объекта в определенное число раз больше или меньше, чем для другого. Так, все тела обладают массой и температурой, но у каждого из них они различны в количественном отношении.

Бесконечное множество физических величин, окружающих нас, обладает бесконечным множеством различных качеств и свойств. Из этого огромного количества человек выделяет некоторое ограниченное число свойств, общих в качественном отношении для ряда однородных объектов и достаточных для их описания. В каждом таком качестве, в свою очередь, может быть выделено множество градаций. Если мы в состоянии установить размер градации, то есть величину данного свойства, и физически реализовать ее в виде меры или шкалы, то, сопоставив размер интересующего нас свойства объекта с такой мерой или со шкалой, мы получим его количественную оценку. Свойства, для которых могут быть установлены и воспроизведены градации определенного размера, называются физическими величинами.

Иначе говоря, *физическая величина* (*physical quantity*) – одно из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса) общее в качественном отношении для многих физических

объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Качественная сторона понятия «физическая величина» определяет род величины (длина как характеристика протяженности вообще, электрическое сопротивление как общее свойство проводников электричества и т.п.), а количественная – ее размер (длина конкретного предмета, сопротивление конкретного проводника). Размер физической величины существует объективно, независимо от того, знаем мы его или не знаем.

Анализ существующих величин показывает, что они могут быть разделены на два вида: реальные и идеальные (рис. 2).

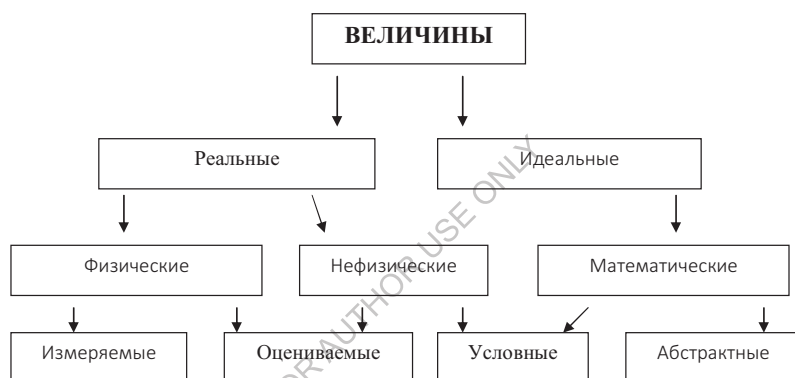


Рис. 2. Классификация величин

Нефизическая величина – величина нематериального размера, оцениваемая не инструментальными методами, а также величина размера нематериального объекта. Нефизическими величинами оценивают ум, знания, безопасность, привлекательность и т.п.

1.2.2. Качественная характеристика измеряемых величин. Количественная характеристика измеряемых величин.

Для того, чтобы для каждого объекта можно было установить различия в количественном содержании свойства, отображаемого физической величиной, в метрологии введены понятия ее размера и значения.

Размер физической величины – количественная определенность физической величины, присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению или процессу.

Значение физической величины (value of a quantity) – выражение размера физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц.

Единица измерения физической величины (unit of measurement) – физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице, и применяемое для количественного выражения однородных с ней физических величин.

В общем случае согласно классификации (рис.2) все физические величины разделяют на измеряемые и оцениваемые. Измеряемые физические величины могут быть выражены количественно в виде определенного числа установленных единиц измерения физической величины, а оцениваемые – являются результатом выполнения операции оценивания. Оценивание проводят, когда невозможно сделать измерение; не выделена величина как физическая и не определена единица измерений этой величины, например интенсивность цвета.

Выявляя общие метрологические особенности отдельных групп физических величин, можно предложить их классификацию по следующим признакам (рис.3):

1) *по видам явлений* (I группа): на вещественные, энергетические и характеризующие протекание процессов во времени;

2) *по принадлежности к различным группам физических процессов* (II группа): на пространственно-временные, механические, тепловые, электрические, акустические, световые, физико-химические, ионизирующих излучений, атомной и ядерной физики;

3) *по степени условной независимости от других величин* (III группа): на основные (условно независимые), производные (условно зависимые) и дополнительные;

4) *по наличию (размерности) физических величин* (IV группа): на имеющие размерность (размерные) и безразмерные.

Целью измерения и его конечным результатом является нахождение значения физической величины. Для достижения этой цели в метрологии используют понятия истинного и действительного значения физической величины.

Нахождение истинного значения измеряемой величины является центральной проблемой метрологии.

Истинное значение физической величины (true value of a quantity) – это значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину. Такое значение физической величины считается неизвестным и применяется в теоретических исследованиях. Значение физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него, называется *действительным значением (conventional true value)*.



Рис.3. Классификация физических величин

Как известно, существуют основные и производные физические величины. В качестве основных выбирают величины, которые характеризуют фундаментальные свойства материального мира. Механика базируется на трех основных величинах, теплотехника – на четырех, вся физика – на семи: длина, масса, время, термодинамическая температура, количество вещества, сила света, сила электрического тока, с помощью которых создается все многообразие производных физических величин и обеспечивается описание любых свойств физических объектов и явлений.

Основная физическая величина (base quantity) – физическая величина, входящая в систему величин и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы.

Производная физическая величина (derived quantity) – физическая величина, входящая в систему величин и определяемая через основные величины этой системы.

Формализованным отражением качественного различия измеряемых величин является их размерность. Согласно международному стандарту ИСО размерность основных величин – длины, массы и времени – обозначается соответствующими буквами:

$$\dim l = L; \dim m = M; \dim t = T.$$

Размерность физической величины (dimension of a quantity) – выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных физических величин в различных степенях и отражающее связь данной физической величины с физическими величинами, принятыми в данной системе единиц за основные:

$$\dim X = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma},$$

где L , M , T – размерности величин: длины, массы и времени, соответственно;

α , β , γ – показатели размерности физических величин (показатели степени, в которую возведены размерности основных величин).

Каждый показатель размерности может быть положительным или отрицательным, целым, дробным или равным нулю. Если все показатели размерности равны нулю, то величина называется безразмерной.

Результатом измерения является получение информации о размере измеряемой физической величины.

Над размерностями можно проводить действия умножения, деления, возведения в степень и извлечение корня, при этом следует подчеркнуть, что одна и та же размерность может быть присуща величинам, имеющим разную качественную природу и различающимся между собой по форме определяющих их уравнений. Например, путь пройденный автомобилем и длина окружности в качественном отношении являются длинами, но определяются совершенно различными уравнениями.

1.2.3. Измерительные шкалы. Способы получения измерительной информации. Неметрические шкалы. Метрические шкалы.

В теории измерений принято, в основном, различать четыре типа шкал: наименований, порядка, интервалов и отношений (рис. 4).

Шкала физической величины – упорядоченная совокупность значений физической величины, служащая исходной основой для измерения данной величины. Она может быть представлена в общем случае совокупностью условных знаков, выстроенных определенным образом; при этом определенные знаки означают начало и конец шкалы, а интервалы между знаками характеризуют принятую градацию шкалы (цена деления, ширина спектра) и могут иметь цветное и цифровое оформление.

Шкала наименований – это своего рода качественная, а не количественная шкала, она, не содержит нуля и единиц измерений. Примером может служить атлас цветов (шкала цветов). Процесс измерения заключается в визуальном сравнении окрашенного предмета с образцами цветов (эталонными образцами цветов).

Поскольку каждый цвет имеет немало вариантов, такое сравнение под силу опытному эксперту, который обладает не только практическим опытом, но и соответствующими особыми характеристиками зрительных возможностей. При оценивании по шкале наименований объекту приписывают цифру или знак

только с целью их идентификации или для нумерации классов. Такое приписывание цифр выполняет на практике ту же функцию, что и наименование.

Шкала порядка характеризует упорядочение объектов относительно какого-то определенного свойства, то есть расположение объектов в порядке убывания или возрастания данного свойства. Например шкала землетрясений, шкала твердости физических тел и т.п. Полученный при этом упорядоченный ряд называют ранжированным рядом, а саму процедуру ранжированием.

По шкале порядка сравниваются между собой однородные объекты, у которых значение интересующих свойств неизвестны. Поэтому ранжированный ряд может дать ответ на вопросы типа – «Что больше (меньше)?» или, «Что лучше (хуже)?». Более подробную информацию (на сколько больше или меньше, во сколько раз хуже или лучше), шкала порядка дать не может. Очевидно, что назвать процедуру оценивания свойств объекта по шкале порядка измерением можно только с большой натяжкой. Результаты, полученные по шкале порядка, не могут подвергаться никаким арифметическим действиям.

Шкала интервалов. На шкале интервалов откладывается разность значений физической величины. Примерами шкал интервалов являются шкалы температур. На температурной шкале Цельсия за начало отсчета разности температур принята температура таяния льда. С ней сравниваются все другие температуры. Для удобства пользования шкалой интервал между температурой таяния льда и температурой кипения воды разделен на 100 равных интервалов – градусов. Шкала Цельсия распространяется как в сторону положительных, так и в сторону отрицательных интервалов. Когда говорят, что температура воздуха равна 25 °C, это означает, что она на 25 °C выше температуры, принятой за нулевую отметку шкалы (выше нуля). На температурной шкале Фаренгейта тот же интервал разбит на 180 градусов. Следовательно, градус Фаренгейта по размеру меньше, чем градус Цельсия. Кроме того, начало отсчета интервалов на шкале Фаренгейта сдвинуто на 32 градуса в сторону низких температур, температура таяния льда по шкале Фаренгейта составляет 32 °F.

Деление шкалы интервалов на равные части-градации устанавливает единицу физической величины, что позволяет не только выразить результат измерения в числовой мере, но и оценить погрешность измерения.

Результаты измерений по шкале интервалов можно складывать друг с другом и вычитать друг из друга, то есть определять, насколько одно значение физической величины больше или меньше другого. Определить по шкале

интервалов, во сколько раз одно значение величины больше или меньше другого, невозможно, поскольку на шкале не определено начало отсчета физической величины. Но в тоже время это может быть сделано в отношении интервалов (разностей). Так, разность температур 25 градусов в 5 раз больше разности температур 5 градусов.

Шкала отношений представляет собой интервальную шкалу с естественным нулевым началом, например температурная шкала Кельвина, шкала длины или шкала массы. Шкала отношений является самой совершенной и наиболее информативной. Результаты измерений по шкале отношений можно складывать между собой, вычитать, перемножать и делить.

Шкалы наименований и порядка называют *нечисловыми* (концептуальными), а шкалы интервалов и отношений *числовыми* (метрическими).

Практически шкалы измерений реализуются через стандартизацию как самих шкал единиц измерений, так, в необходимых случаях, способов и условий их однозначного воспроизведения.



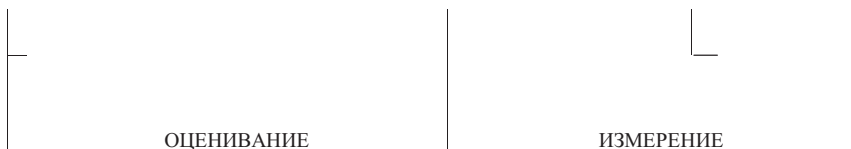


Рис. 4. Типы шкал

1.2.4. Системы физических величин и единиц.

Международная система единиц (система СИ).

По степени условной независимости от других величин данной группы ФВ делятся на *основные* (условно независимые), *производные* (условно зависимые) и *дополнительные*. Основные величины выбираются обосновано, но в общем произвольным образом. Производные величины выражаются через основные на основе известных уравнений связи между ними. Совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами, называется *системой единиц ФВ*.

Единица основной ФВ в данной системе является *основной единицей системы*. Применяемая в настоящий момент Международная система единиц СИ (Système International d'Unités - SI) утверждена в 1960 г. По этой системе предусмотрено семь основных единиц и две дополнительные.

- *L* – *длина*. Единица измерения – *метр* – длина пути, которую проходит свет в вакууме за $1/299\,792\,458$ секунды;

- *M* – *масса*. Единица измерения – *килограмм* – масса, равная массе международного прототипа килограмма;

- *T* – *время*. Единица измерения – *секунда* – продолжительность 9192631770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 при отсутствии возмущений со стороны внешних полей;

- *I* – *сила электрического тока*. Единица измерения – *ампер* – сила, неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, создает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия равную $2 \cdot 10^{-7}\text{ Н}$;

- θ – термодинамическая температура. Единица измерения – кельвин (градус Кельвина до 1967 г.) – $1/273,16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды;

- N – количество вещества. Единица измерения – моль – количество вещества системы, содержащее столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде ~ 12 массой $0,012$ кг (при применении понятия моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами, ионами и другими частицами);

- J – сила света. Единица измерения – кандела – сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Hz, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $1/683$ W/sr (Вт/ср²).

Таблица 1

Величина		Единица		
Наименование	Размер-ность	Наимено-вание	Обозначение	
			русское	международное
Основные				
Длина	L	метр	m	m
Масса	M	кило-грамм	kg	kg
Время	T	секунда	s	s
Сила электрического тока	I	ампер	A	F
Термодинамическая температура	θ	кельвин	K	R
Количество вещества	N	моль	mol	mol
Сила света	J	кандела	cd	cd
Дополнительные				
Плоский угол	-	радиан	rad	rad
Телесный угол	-	стерадиан	sr	sr

Основные и дополнительные единицы системы СИ

Сложность приведенных формулировок отражает развитие современной науки, позволяющей представить основные единицы, с одной стороны, как достоверные и точные, а с другой, как объяснимые и понятные для всех стран мира. Именно это и делает рассматриваемую систему подлинно международной.

В системе СИ в 1960 г. введены две дополнительные единицы для измерения плоского и телесного углов – радиан и стерadian, соответственно.

Плоский угол. Единица измерения – *радиан* – угол между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу.

Телесный угол. Единица измерения – *стерадиан* – телесный угол с вершиной в центре сферы, вырезающий на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу сферы.

Все остальные физические величины могут быть получены как производные основных. Например единица измерения силы – ньютон – это производная единица, образованная основными единицами – килограммом, метром и секундой. Используя второй закон Ньютона: ($F = m \cdot a$), находим размерность единицы измерения силы:

$$|F| = \left| \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \right| = |H|.$$

Производные единицы системы СИ, имеющие специальные наименования, также могут быть использованы для образования других производных единиц. Например паскаль – эта производная единица образована производными единицами – ньютоном и метром квадратным.

Единицы, не входящие в принятую систему носят название *внесистемных* и делятся на четыре вида:

- допускаемые наравне с единицами СИ (тонна, минута, градус, секунда, литр и т.д.);
- допускаемые к применению в специальных областях (в астрономии – парсек, световой год; в оптике – диоптрия; в физике – электрон-вольт и т.д.);
- временно допускаемые к применению наравне с единицами СИ (миля, карат и т. д.), но подлежащие изъятию из обращения;
- изъятые из употребления (миллиметр ртутного столба, лошадиная сила и т.д.).

Применение первой группы внесистемных единиц допускается в силу их удобства и распространенности в конкретных жизненных ситуациях (прошедшие проверку временем), например: тонна, атомная единица массы, час, градус и др. Вторую и третью группы составляют специфичные, традиционные для конкретной области своего применения, единицы

Таблица 2

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна	т	10^3 кг
	атомная единица массы	а.е.м.	$1,66057 \cdot 10^{-27}$ кг (приблизительно)
Время	минута	мин	60 с
	час	ч	3600 с
	сутки	сут	86400 с
Плоский угол	градус	$\dots^\circ$	$(\pi/180)$ рад = $1,745329 \dots 10^{-2}$ рад
	минута	$\dots'$	$(\pi/10800)$ рад = $2,908882 \dots 10^{-4}$ рад
	секунда	$\dots''$	$(\pi/648000)$ рад = $4,8848137 \dots 10^{-6}$ рад
	град	град	$(\pi/200)$ рад
Объем	литр	л	10^{-3} м ³
Длина	Астрономическая единица	а.е.	$1,45598 \cdot 10^{-11}$ м (приблизительно)
	световой год	св.год	$9,4605 \cdot 10^{-15}$ м (приблизительно)
	парсек	пк	$3,0857 \cdot 10^{-16}$ м (приблизительно)
Оптическая сила	диоптрия	дптр	1 м^{-1}
Площадь	гектар	га	10^4 м^2
Энергия	электрон-вольт	эВ	$1,60219 \cdot 10^{-19}$ Дж (приблизительно)
Полная мощность	вольт-ампер	В·А	—

Реактивная мощность	вар	вар	—
---------------------	-----	-----	---

Внесистемные единицы физических величин

Для удобства применения единиц физических величин СИ приняты приставки для образования десятичных кратных и дольных (меньших) единиц, множители и приставки которых приведены в табл. 3.

Таблица 3

Кратность физической величины	Приставка	Кратность физической величины	Приставка
10^{15}	пета	10^{-2}	сантиметры
10^{12}	тера	10^{-3}	милли
10^9	гига	10^{-6}	микро
10^6	мега	10^{-9}	нано
10^3	кило	10^{-12}	пико
10^2	гекто	10^{-15}	фемто

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

Кратная единица – это единица физической величины, в целое число раз превышающая, а *дольная* – в целое число раз уменьшающая системную или внесистемную единицу.

Контрольные вопросы

1. Укажите на какие группы делятся физические величины по принадлежности к различным группам физических процессов.
2. Расскажите об основных и дополнительных единицах системы СИ.
3. На сколько видов делятся внесистемные единицы, не входящие в принятую систему?

1.3. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ.

1.3.1.Классификация погрешностей

Любые измерения направлены на получение результата, то есть оценки истинного значения физической величины в принятых единицах измерения. Вследствие несовершенства средств и методов измерений, воздействия внешних факторов и многих других причин результат каждого измерения неизбежно отягощен погрешностью. Качество измерения тем выше, чем ближе результат измерения к истинному значению. Количественной характеристикой качества измерений является погрешность измерения.

Погрешность средства измерения (error of a measuring instrument) – это разность между показанием средства измерения и истинным (действительным) значением измеряемой величины. Поскольку истинное значение физической величины неизвестно, то на практике пользуются ее действительным значением. Для рабочего средства измерения за действительное значение принимают показания рабочего эталона низшего порядка.

Погрешность результата каждого конкретного измерения складывается из многих составляющих, обязанных своим происхождением различным факторам и источникам. Традиционный аналитический подход к оцениванию погрешностей результата состоит в выделении этих составляющих, изучении их по отдельности и последующем суммировании.

Погрешности средства измерения могут быть классифицированы по ряду признаков: по способу выражения; по характеру проявления; по отношению к условиям применения. В целях единообразия подхода к анализу и оцениванию погрешностей в метрологии принята следующая классификация погрешностей.

По характеру проявления во времени:

♦ *систематическая погрешность измерения (systematic error)* – составляющая погрешности результата измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же

физической величины. Источником систематической погрешности может послужить, например, неточное нанесение отметок на шкалу стрелочного прибора, деформация стрелки;

♦ *случайная погрешность измерения (random error)* – составляющая погрешности результата измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку, значению) при повторных измерениях одной и той же физической величины, проведенных с одинаковой тщательностью. Случайная составляющая погрешности возможна в результате трения в опорах подвижной части прибора, колебаний температуры окружающего воздуха, влияния магнитных и электрических помех и т.п.;

♦ *промах* – погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда.

По форме выражения:

♦ *абсолютная погрешность измерения (absolute error of a measurement)* – погрешность измерения, выраженная в единицах измерения.

Абсолютная погрешность определяется по формуле

$$\Delta = X_n - X_o,$$

где Δ – погрешность средства измерений;

X_o – действительное значение измеряемой величины;

X_n – значение измеряемой физической величины, найденное с помощью средства измерений.

♦ *относительная погрешность (relative error)* – погрешность измерения, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к действительному или измеренному значению измеряемой величины.

Относительная погрешность определяется по формуле

$$\delta = 100 \Delta / X_o,$$

где δ – относительная погрешность, выраженная в процентах.

Точность может быть выражена обратной величиной относительной погрешности – $1/\delta$.

Погрешность результата каждого конкретного измерения складывается из составляющих, обязанных своим происхождением различным факторам и

источникам. Традиционный аналитический подход к оцениванию погрешностей результата состоит из выделения этих составляющих;

♦ *приведенная погрешность средства измерения (fiducial error of a measuring instrument)* – относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерения к условно принятому значению величины. Часто за такое условно принятое значение принимают верхний предел измерений. Приведенную погрешность обычно выражают в процентах;

По источнику возникновения.

Обязательными компонентами любого измерения являются средство измерения, в котором реализован метод измерения, человек, проводящий измерения. Несовершенство каждого из этих компонентов приводит к появлению своей составляющей погрешности результата.

Различают погрешности:

- *инструментальная погрешность (instrumental error)* – составляющая погрешности, обусловленная погрешностью применяемого средства измерений. Каждому из приборов, использованных при измерении, присущи определенные погрешности, причем в общей погрешности прибора может присутствовать и систематическая и случайная составляющая, которые окажут свое влияние на результат измерения.

- *погрешность метода измерений (error of method)* – составляющая систематической погрешности измерений, обусловленная несовершенством реализованного метода измерения. Вследствие упрощений, принятых в уравнениях для измерений, нередко возникают существенные погрешности, для компенсации которых следует вводить поправки. Иногда погрешность метода измерения может проявляться как случайная;

- *субъективная погрешность измерения* – составляющая систематической погрешности, обусловленная индивидуальными особенностями оператора. Встречаются операторы, которые систематически опаздывают (или опережают) снимать отсчеты показаний средств измерений. В результате отсутствия правильных навыков работы с приборами экспериментатор может внести в результат измерения личную составляющую погрешности из-за неточности отсчета доли деления по шкале, невнимательности и др.

По условиям возникновения погрешностей выделяются:

- *основная погрешность средства измерения (intrinsic error of a measuring instrument)* – погрешность средства измерения, применяемого при нормальных

условиях. Каждое средство измерения предназначено для работы в определенных условиях, указываемых в нормативно-технической документации. При этом отдельно указывают нормальные условия применения средств измерений, то есть те, при которых величины, влияющие на погрешность данного средства измерения, находятся в области нормальных значений;

- *дополнительная погрешность средства измерения (complementary error)* — составляющая погрешности средства измерения, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения. Для оценивания дополнительных погрешностей в документации на средство измерений обычно указывают нормы изменения показаний при выходе условий измерения за пределы нормальных.

По характеру изменения измеряемой величины различают статическую и динамическую погрешности средства измерения.

- *статическая погрешность* — погрешность результата измерений, свойственная условиям статического измерения;

- *динамическая погрешность* — погрешность результата измерений, свойственная условиям динамического измерения. Динамическая составляющая погрешности возникает при работе средства измерения в динамическом режиме и определяется двумя факторами: инерционными свойствами средства измерения и характером изменения измеряемой величины.

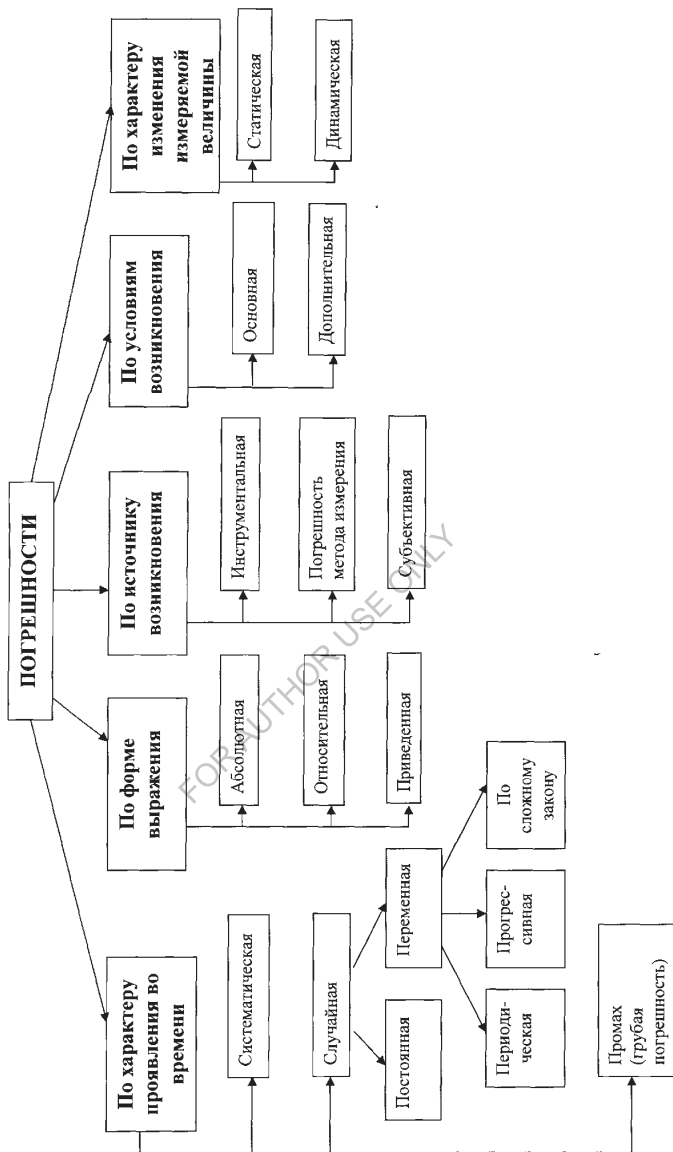


Рис. 5 Классификация погрешностей

1.3.2. Погрешность и неопределенность

К началу 80-х годов методы описания погрешности измерения, построенные на разделении погрешности на случайную и систематическую, стали подвергаться определенной критике. Эти методы перестали удовлетворять требованиям, предъявляемым к метрологическим задачам и сложившаяся ситуация затрудняла развитие отдельных теоретических и прикладных вопросов метрологии.

Это привело к возникновению различных инициатив, одной из которых была новая концепция представления результатов измерений, развиваемая по инициативе международных метрологических организаций. Ее суть состоит в следующем. Обработка результатов измерений во всех странах проводится с использованием аппарата теории вероятностей и математической статистики. Практически везде погрешности разделяются на случайные и систематические. Однако модели погрешностей, значения доверительных вероятностей и формирование доверительных интервалов в разных странах мира отличается друг от друга. Это приводит к трудностям при сличении результатов измерений, полученных в лабораториях различных стран.

Поэтому в 1978 г., признавая отсутствие международного единства по вопросу выражения неопределенности измерения, наивысший мировой авторитет в метрологии – Международный комитет мер и весов (МКМВ) обратился к Международному бюро мер и весов (МБМВ) с просьбой рассмотреть эту проблему совместно с национальными метрологическими лабораториями и разработать рекомендацию.

К началу 90-х годов с участием ряда международных организаций (МОЗМ, МКМВ, МБМВ, ИСО, МЭК) был разработан документ, содержащий новую концепцию описания результатов измерений. Документ содержит правила для стандартизации, калибровки, аккредитации лабораторий метрологических служб. Основные положения руководства:

- отказ от использования таких понятий, как истинное и действительное значения измеряемой величины, погрешность, относительная погрешность, точность измерения, случайная и систематическая погрешности;
- введение нового термина «неопределенность» – параметра, связанного с результатом измерения и характеризующего рассеяние значений, которые можно приписать измеряемой величине;
- разделение составляющих неопределенности на два типа А и В.

Вновь вводимые группы неадекватны случайным и систематическим погрешностям. Разделение основано не на теоретических предпосылках, а на практических соображениях.

Неопределенности типа А могут быть оценены статистическими методами на основе многократных измерений и описываются традиционными характеристиками центрированных случайных величин – дисперсией или

СКО. Взаимодействие этих неопределенностей описывается взаимным корреляционным моментом, или коэффициентом взаимной корреляции.

Неопределенности типа В могут быть оценены любыми другими методами, кроме статистических. Они должны описываться величинами, аналогичными дисперсии или СКО, так как именно эти характеристики можно использовать для объединения неопределенностей типа В как между собой, так и с неопределенностями типа А.

Сейчас общепризнано, что, когда все известные или предполагаемые компоненты погрешности оценены и внесены соответствующие поправки, все еще остается неопределенность относительно истинности указанного результата, т.е. сомнение в том, насколько точно результат измерения представляет значение измеряемой величины.

Также, как Международная система единиц (СИ), будучи системой практически универсального использования, привнесла согласованность во все научные и технологические измерения, всемирное единство в оценке и выражении неопределенности измерения обеспечило бы должное понимание и правильное использование широкого спектра результатов измерений в науке, технике, промышленности и регулирующих актах. Необходимо, чтобы метод для оценки и выражения неопределенности был единым во всем мире так, чтобы измерения, проводимые в разных странах, можно было легко сличать.

1.3.3.Правила округления результатов измерений.

Поскольку погрешности измерений определяют лишь зону неопределенности результатов, их не требуется знать очень точно. В окончательной записи погрешность измерения принято выражать числом с одним или двумя значащими цифрами. Эмпирически были установлены следующие правила округления рассчитанного значения погрешности и полученного результата измерения.

1. Погрешность результата измерения указывается двумя значащими цифрами, если первая из них равна 1 или 2, и одной – если первая есть 3 или более.

2. Результат измерения округляется до того же десятичного знака, которым оканчивается округленное значение абсолютной погрешности.

Если десятичная дробь в числовом значении результата измерений оканчивается нулями, то нули отбрасываются до того разряда, который соответствует разряду числового значения погрешности.

Пример: Число 999,99872142 при погрешности $\pm 0,000005$ следует округлять до 999,998721.

3. Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов меньше 5, то остальные цифры числа не изменяются. Лишние цифры в целых числах заменяются нулями, а в десятичных дробях отбрасываются. Пример: При сохранении четырех значащих цифр число 283435 должно быть округлено до 283400; число 384,435 – до 384,4.

4. Если цифра старшего отбрасываемого разряда больше или равна 5, но за ней следуют отличные от нуля цифры, то последнюю оставляемую цифру увеличивают на единицу.

Пример: При сохранении трех значащих цифр число 17,58 округляют до 17,6; число 18598 – до 18600; число 352,521 – 353.

5. Если отбрасываемая цифра равна 5, а следующие за ней цифры неизвестны или являются нулями, то последнюю сохраняемую цифру числа не изменяют, если она четная, и увеличивают на единицу, если она нечетная.

Пример: При сохранении трех значащих цифр число 264,50 округляют до 264; число 645,5 – до 646.

6. Округление производится лишь в окончательном ответе, а все предварительные вычисления проводят с одним-двумя лишними знаками.

Если руководствоваться этими правилами округления, то количество значащих цифр в числовом значении результата измерений позволяет ориентировочно судить о точности измерения. Это связано с тем, что предельная погрешность, обусловленная округлением, равна половине единицы последнего разряда числового значения результата измерения.

1.3.4. Систематические и случайные погрешности

В основе современных подходов к оцениванию погрешностей лежат принципы, обеспечивающие выполнение требований единства измерений.

Единство измерений (traceability) – состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, а погрешности результатов известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы измерений.

Для исследования и оценивания погрешность описывается с помощью определенной модели (систематическая, случайная, методическая, инструментальная и др.). На выбранной модели определяют характеристики, пригодные для количественного выражения тех или иных свойств.

Выбор модели погрешности обусловлен сведениями об ее источниках как априорными, так и полученными в ходе измерительного эксперимента.

Систематическая погрешность по определению может быть представлена постоянной величиной, либо известной зависимостью (линейная, периодическая или другая функция). Общей моделью случайной погрешности служит случайная величина, обладающая функцией распределения вероятностей.

Характеристики случайной погрешности делят на точечные и интервальные. Для описания погрешностей результата измерений чаще всего используют интервальные оценки. Это значит, что границы, в которых может находиться погрешность, находят как отвечающие некоторой вероятности. В этом случае границы погрешности называют доверительными границами, а вероятность, соответствующую доверительной погрешности, *доверительной вероятностью*.

Источниками систематических составляющих погрешности измерения могут быть все его компоненты: метод измерения, средства измерения и экспериментатор. Оценивание систематических составляющих представляет достаточно трудную метрологическую задачу. Важность ее определяется тем, что знание систематической погрешности позволяет ввести соответствующую поправку в результат измерения и тем самым повысить его точность. Трудность же заключается в сложности обнаружения систематической погрешности, поскольку она не может быть выявлена путем повторных наблюдений. Проблема обнаружения систематических погрешностей едва ли не самая главная в борьбе с ними.

Постоянные инструментальные систематические погрешности обычно выявляют посредством поверки средства измерения. Поверка проводится сравнением показаний поверяемого прибора с показаниями более точного (образцового) средства измерения.

В метрологии установлено 12 областей измерения физических величин: измерения геометрических величин, измерения механических величин, измерения давления и вакуума; теплофизические и температурные измерения, измерения времени и частоты; измерения электрических и магнитных величин, измерения акустических величин и др. Практически во всех этих областях измерения встречаются случайные погрешности.

Отличающиеся друг от друга результаты измерений, проведенные с одинаковой тщательностью и в одинаковых условиях повторных наблюдений одной и той же постоянной величины, свидетельствуют о наличии в них случайных погрешностей. Каждая такая погрешность возникает вследствие одновременного воздействия на результат наблюдения многих случайных возмущений и сама является случайной величиной. В этом случае предсказать результат отдельного наблюдения и исправить его введением поправки невозможно. Можно лишь с определенной долей уверенности утверждать, что истинное значение измеряемой величины находится в пределах разброса результатов от x_{min} до x_{max} . Однако остается неясным, какова вероятность появления того или иного значения погрешности.

Для характеристики свойств случайной величины в теории вероятностей используют понятие закона распределения вероятностей случайной величины. Различают интегральную и дифференциальную формы описания закона распределения. В метрологии преимущественно используется дифференциальная форма – закон распределения плотности вероятностей случайной величины или частоты появления того или иного результата измерения. При определении результата измерения используют, в основном, равномерное распределение, нормальное распределение и распределение Стьюдента.

Контрольные вопросы

1. Можно ли определить истинное значение измеряемой величины?
2. Приведите классификацию погрешностей измерений в зависимости от характера проявления.
3. Можно ли устранить систематические погрешности?

1.4.ЕДИНСТВО ИЗМЕРЕНИЙ. ЭТАЛОНЫ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН.

1.4.1.Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров. Единство измерений.

При проведении измерений необходимо обеспечить их единство.

Единство измерений – состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы. Понятие «единство измерений» довольно емкое. Оно охватывает важнейшие задачи метрологии: унификацию единиц ФВ, разработку систем воспроизведения величин и передачи их размеров рабочим средствам измерений с установленной точностью и ряд других вопросов. Единство измерений должно обеспечиваться при любой точности, необходимой науке и технике. На достижение и поддержание на должном уровне единства измерений направлена деятельность государственных и ведомственных метрологических служб, проводимая в соответствии с установленными правилами, требованиями и нормами. На государственном уровне деятельность по обеспечению единства измерений регламентируется стандартами Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ) или нормативными документами органов метрологической службы.

Для обеспечения единства измерений необходима тождественность единиц, в которых проградуированы все существующие СИ одной и той же величины. Это достигается путем точного воспроизведения и хранения в специализированных учреждениях установленных единиц ФВ и передачи их размеров применяемым СИ.

Воспроизведение единицы физической величины – совокупность операций по материализации единицы ФВ с помощью государственного эталона. Различают воспроизведение основной и производной единиц.

Воспроизведение основной единицы – это создание фиксированной по размеру ФВ в соответствии с определением единицы. Оно осуществляется

с помощью государственных первичных эталонов. Например, единица массы – 1 кг (точно) воспроизведена в виде платиноиридиевой гири, хранимой в Международном бюро мер и весов в качестве международного эталона килограмма. Розданные другим странам эталоны имеют номинальное значение 1 кг.

Воспроизведение производной единицы – это определение значения ФВ в указанных единицах на основании измерений других величин, функционально связанных с измеряемой величиной.

Передача размера единицы – приведение размера единицы ФВ, хранимой поверяемым средством измерения, к размеру единицы, воспроизводимой или хранимой эталоном, осуществляемое при их поверке или калибровке. Размер единицы передается «сверху вниз», от более точных средств измерения к менее точным.

Хранение единицы – совокупность операций, обеспечивающая неизменность во времени размера единицы, присущего данному средству измерения. Хранение эталона единицы ФВ предполагает проведение взаимосвязанных операций, позволяющих поддерживать метрологические характеристики эталона в установленных пределах. При хранении первичного эталона выполняются регулярные его исследования, включая сличения с национальными эталонами других стран с целью повышения точности воспроизведения единицы и совершенствования методов передачи ее размера.

1.4.2. Эталоны единиц физических величин. Классификация эталонов.

Примеры построения эталонов основных единиц.

Технической основой обеспечения единства измерений является эталонная база.

Эталон – средство измерений (или их комплекс), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме СИ и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке. Перечень эталонов не повторяет перечня принятых ФВ. Для ряда единиц эталоны не создаются. Это происходит в том случае, когда нет возможности непосредственно сравнивать соответствующие ФВ. Например, нет необходимости в эталоне площади, так как она не поддается непосредственному сравнению. Конструкция эталона, его физические свойства и способ воспроизведения единицы определяются природой данной ФВ и уровнем развития измерительной техники в данной области измерений. Эталон

должен обладать, по крайней мере, тремя тесно связанными друг с другом признаками: *неизменностью, воспроизводимостью и сличаемостью*.

Неизменность – свойство эталона удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы в течение длительного интервала времени, а все изменения, зависящие от внешних условий, должны быть строго определенными функциями величин, доступных точному измерению. Реализация этих требований привела к идее создания «естественных эталонов» различных величин, основанных на естественных физических постоянных.

Воспроизводимость – возможность воспроизведения единицы ФВ (на основе ее теоретического определения) с наименьшей погрешностью для данного уровня развития измерительной техники. Это достигается путем постоянного исследования эталона в целях определения систематических погрешностей и их исключения введением соответствующих поправок.

Сличаемость – возможность обеспечения сличения с эталоном других средств измерения, нижестоящих по поверочной схеме, и в первую очередь вторичных эталонов с наивысшей точностью для данного уровня развития техники измерения. Это свойство предполагает, что эталоны по своему устройству и действию не вносят каких-либо искажений в результаты сличений и сами не претерпевают изменений при проведении сличений.

Поверка СИ – установление органом государственной метрологической службы пригодности СИ к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям. Поверке подвергают средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору. При поверке используют эталон. Поверку проводят в соответствии с обязательными требованиями, установленными нормативными документами по поверке. Поверку проводят специально обученные специалисты, аттестованные в качестве поверителей органами Государственной метрологической службы. Результаты поверки средств измерений, признанных годными к применению, оформляют выдачей *свидетельства о поверке*, нанесением *поверительного клейма* или иными способами, установленными нормативными документами по поверке. Другими официально уполномоченными органами, которым может быть предоставлено право проведения поверки, являются аккредитованные метрологические службы юридических лиц. *Аккредитация на право поверки средств измерений* проводится уполномоченным на то государственным органом управления. **Калибровка СИ** – совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства

измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений. Калибровке могут подвергаться средства измерений, не подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору. Результаты калибровки позволяют определить действительные значения измеряемой величины, показываемые средством измерений, или поправки к его показаниям, или оценить погрешность этих средств. При калибровке могут быть определены и другие метрологические характеристики. Результаты калибровки средств измерений удостоверяются

калибровочным знаком, наносимым на средства измерений, или *сертификатом о калибровке*, а также записью в эксплуатационных документах. Сертификат о калибровке представляет собой документ, удостоверяющий факт и результаты калибровки средства измерений, который выдается организацией, осуществляющей калибровку.

Различают следующие виды эталонов:

Международный эталон – эталон, принятый по международному соглашению в качестве международной основы для согласования с ним размеров единиц, воспроизводимых и хранимых национальными эталонами.

Первичный эталон – обеспечивает воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью.

Государственный первичный эталон – первичный эталон, признанный решением уполномоченного на то государственного органа в качестве исходного на территории государства.

Вторичный эталон – эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы.

Эталон сравнения – эталон, применяемый для сличений эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом.

Рабочий эталон – эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерений.

Рабочее средство измерений – средство измерений, предназначенное для измерений, не связанных с передачей размера единицы другим средствам измерений.

Эталонная база страны – совокупность государственных первичных и вторичных эталонов, являющаяся основой обеспечения единства измерений в стране.

Эталон единицы длины – *метра* – включает источники эталонного излучения $He - Ne / J 2$ – лазеры, стабилизированные по линии насыщенного поглощения в

молекулярном йоде-127, установку для измерения отношений длин волн источников излучения и интерференционный компаратор с лазерным интерференционным рефрактометром.

Метр определен как – длина пути, проходимого светом в вакууме за $1/299\,792\,458$ доли секунды (точно).

Эталон единицы массы – *килограмм* – представляет собой цилиндр из сплава платины (90%) и иридия (10%), у которого диаметр и высота примерно одинаковы (около 39 мм).

Эталон единицы времени – *секунда* – соответствует определению секунды как интервала времени, в течение которого совершается 9 192 631 770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями ($F = 4$, $mF = 0$ и $F = 3$, $mF = 0$) основного состояния атома цезия-133 в отсутствии внешних полей.

Эталон единицы силы постоянного электрического тока – *ампер* – состоит из двух комплексов: в первом используется способ воспроизведения размера единицы силы тока (1 мА и 1 А) с использованием косвенных измерений силы тока $I = U r$, причем размер единицы электрического напряжения U – вольт – воспроизводится с помощью квантового эффекта

Джозефсона, а размер единицы электрического сопротивления r – Ом – с помощью квантового эффекта Холла; во втором комплексе, воспроизводящем силу постоянного тока в диапазоне 10^{-16} – 10^{-9} К А, используется многозначная мера силы тока, включающая меру линейно изменяющегося электрического напряжения с набором герметизированных конденсаторов, прибор для измерения напряжения, прибор для измерения времени и компенсирующее устройство. Ампер определен как – сила не изменяющегося тока, который, проходя по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого кругового сечения, расположенных на расстоянии 1 м один от другого в вакууме вызвал бы между этими проводниками силу взаимодействия равную 2×10^{-7} Н на каждый метр длины.

Эталон единицы температуры – *один градус Кельвина* – определен как $1/273,16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды.

Тройная точка воды (273,16 К – равновесие между газообразной (насыщенный газ), жидкой (вода) и твердой (лед) фазами воды) может быть воспроизведена с погрешностью 0,0001оС и выше температуры таяния льда –0,01оС.

Эталон единицы силы света – *кандела* – представляет собой силу света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой 540×10^{12} Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $1/683$ Вт/ср.

Единица количества вещества – *моль* – количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в углероде-12 массой 0,012 кг (1 моль углерода имеет массу 0,002 кг, 1 моль кислорода – 0,032 кг, а 1 моль воды – 0,018 кг). К настоящему времени ни в одной метрологической лаборатории мира эталон моля не создан. На пути создания такого эталона встали большие теоретические проблемы, одной из которых является недостаточная четкость определения этой единицы. В настоящее время проводятся теоретические и экспериментальные исследования на основе квантовой теории с целью создания эталона единицы количества вещества на базе фундаментальных физических констант.

1.4.3.Примеры построения эталонов основных единиц

Эталон единицы длины. В 1791 г. Национальное собрание Франции приняло длину десятиmillionной части четверти дуги парижского меридиана в качестве единицы длины – метра.

Но уже в 1837 г. французские ученые установили, что в четверти меридиана содержится не 10 000 000 м, а 10 000 856 м. Кроме того, примерно в тот же период времени стало очевидным, что форма и размеры Земли со временем, пусть незначительно, но изменяются. Поэтому в 1872 г. по инициативе Петербургской академии наук была создана международная комиссия, решившая не создавать уточненных эталонов метра, а принять в качестве исходной единицы длины метр Архива Франции. В 1889 г. во Франции был изготовлен 31 эталон метра в виде платиноиридиевого стержня X-образного поперечного сечения

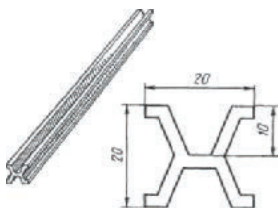


Рис. 6. Эталон единицы длины

Эталон № 6 оказался при 0°C точно равным длине метра Архива и был принят в 1889 г. Первой Генеральной конференцией по мерам и весам в качестве международного прототипа метра. Остальные 30 эталонов были переданы различным странам. Экземпляры № 11, № 28 в 1889 г. Были переданы России, при этом экземпляр № 28 был утвержден в качестве государственного эталона России. Погрешность платиноиридиевых штриховых мер составляет $\pm 1,1 \times 10^{-7}$ м. Так как штрихи имели значительную ширину, существенно повысить точность эталона было невозможно.

Требования к повышению точности эталона единицы длины и его физической воспроизводимости привело к тому, что в 1960 г. XI Генеральной конференцией по мерам и весам было принято новое определение метра: «Метр – длина, равная 1650763,73 длины волны в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями 2P₁₀ и 5d₅ атома криптона-86». Погрешность воспроизведения метра с помощью данного эталона составила 5×10^{-9} м. Повышение точности эталона длины стало возможным при разработке высокостабильных лазеров, что позволило уточнить значение скорости света. В 1983 г. XVII Генеральная конференция по мерам и весам приняла новое определение метра: «Метр – длина пути, проходимого светом в вакууме за промежуток времени равный 1/c, где $c = 299\,792\,458$ м/с – скорость света, принятая как постоянная неизменная величина».

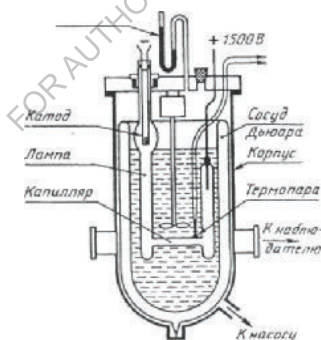


Рис. 7. Эталон единицы длины (1960 г.)

Эталон единиц массы. В основе эталона единицы массы лежит принцип независимости законов механики от выбора единицы массы. Поэтому условно по договоренности за единицу массы принята масса Международного прототипа килограмма, представляющего собой прямой цилиндр с диаметром и

высотой 39 мм. Международный прототип килограмма изготовлен из платиноиридиевого сплава (90% Pt, 10% Ir). Его масса близка к массе одного кубического дециметра дистиллированной воды при температуре около +3,96 °С и нормальном атмосферном давлении 760 мм рт.ст. Международный прототип килограмма хранится и применяется в Международном бюро мер и весов (МБМВ). Передача размера единицы массы от Международного прототипа килограмма национальным эталонам единицы массы осуществляется в МБМВ с наивысшей точностью, достигнутой в мире.

1.4.4. Поверочные схемы. Основы техники измерений.

Виды измерений. Методы измерений.

Обеспечение правильной передачи размера единиц физической величины во всех звеньях метрологической цепи осуществляется посредством поверочных схем. Поверочная схема – это нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерений, участвующих в передаче размера единицы от эталона к рабочим СИ с указанием методов и погрешности при передаче. Поверочные схемы делятся на государственные, ведомственные и локальные.

Государственная поверочная схема распространяется на все средства измерения данной ФВ, имеющиеся в стране. Она разрабатывается в виде государственного стандарта, состоящего из чертежа поверочной схемы и текстовой части, содержащей пояснения к чертежу.

Локальная поверочная схема распространяется на средства измерения данной ФВ, применяемые в регионе, отрасли, ведомстве или на отдельном предприятии. Они не должны противоречить государственным схемам для СИ одних и тех же величин. Они могут быть составлены при отсутствии государственной поверочной схемы. В них допускается указывать конкретные типы (экземпляры) средств измерений.

Поверочная схема устанавливает передачу размера единиц одной или нескольких взаимосвязанных величин. Она должна включать не менее двух ступеней передачи размера. Поверочную схему для средств измерения одной и той же величины, существенно отличающихся по диапазонам измерений, условиям применения и методам поверки, а также для средств измерений нескольких ФВ допускается подразделять на части.

На чертежах поверочной схемы должны быть указаны:

- наименования СИ и методов поверки;
- номинальные значения ФВ или их диапазоны;
- допускаемые значения погрешностей СИ;

- допускаемые значения погрешностей методов поверки.

Основы техники измерений

Метрология, как и любая другая наука, строится на ряде основополагающих постулатов, описывающих ее основные аксиомы. В настоящее время можно говорить о построении теоретического фундамента метрологии на основе нескольких общих свойств для всего многообразия любых физических объектов в виде формулировки следующих постулатов:

1) *постулат а.* В рамках принятой модели объекта исследования существует определенная измеряемая физическая величина и ее истинное значение;

2) *постулат б.* Истинное значение измеряемой величины постоянно;

3) *постулат г.* Существует несоответствие измеряемой величины исследуемому свойству объекта.

При проведении измерений физически определяется расстояние между двумя точками, находящимися между фиксированными элементами измерительного инструмента. Каждому варианту стыковки измеряемой детали и измерительного инструмента будет соответствовать конкретный результат измерения. Исходя из этого, можно утверждать, что измеряемая величина существует лишь в рамках принятой модели, то есть имеет смысл только до тех пор, пока модель признается адекватной объекту.

Конкретная процедура выполнения измерений рассматривается как последовательность сложных и разнородных действий, состоящих из ряда этапов, которые могут существенно различаться по числу, виду и трудоемкости выполняемых операций. В каждом конкретном случае соотношение и значимость каждого из этапов могут заметно меняться, но четкое выделение этапов и осознанное выполнение необходимого и достаточного числа выполняемых действий измерения приводит к оптимизации процесса реализации измерений и устранению соответствующих методических ошибок. К числу основных этапов относятся следующие:

- ♦ постановка измерительной задачи;
- ♦ планирование измерений;
- ♦ проведение измерительного эксперимента;
- ♦ обработка экспериментальных данных.

Содержание этих основных этапов приведено в табл.4.

Таблица 4

Этап	Содержание этапа
1. Постановка измерительной задачи	1.1. Сбор данных об условиях измерений и исследуемой физической величине. 1.2. Выбор конкретных величин, посредством которых будет находится значение измеряемой величины. 1.3. Формулировка уравнения измерения
2. Планирование измерений	2.1. Выбор методов измерений и возможных типов средств измерений. 2.2. Априорная оценка погрешности измерения 2.3. Определение требований к метрологической характеристике средств измерения и условий измерения. 2.4. Подготовка средств измерений. 2.5. Обеспечение требуемых условий измерений и создание возможности их контроля.
3. Проведение измерительного эксперимента	3.1. Взаимодействие средств объектов измерений. 3.2. Регистрация результата
4. Обработка экспериментальных данных	4.1. Предварительный анализ информации, полученной на предыдущих этапах измерения. 4.2. Вычисление и внесение возможных поправок на систематические погрешности. 4.3. Формулирование и анализ математической задачи обработки данных. 4.4. Проведение вычислений, в итоге которых получают значения измеряемой величины и погрешностей измерения. 4.5. Анализ и интерпретация полученных результатов. 4.6. Запись результатов измерений и показателей погрешности в соответствии с установленной формой представления

Содержание этапов измерений (упрощенно)

Качество подготовки измерения всегда зависит от того, в какой степени была получена и использована необходимая априорная информация. Ошибки, допущенные при подготовке измерений, с трудом обнаруживаются и корректируются на последующих этапах.

Виды и методы измерений

Для проведения измерительного эксперимента необходимы особые технические средства – средства измерений. Результатом измерения является оценка физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц.

Измерение физической величины (measurement) – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающая нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

Несмотря на то, что измерения непрерывно развиваются и становятся все более сложными, метрологическая сущность остается неизменной и сводится к основному уравнению измерения:

$$Q = X [Q]$$

где Q – измеряемая величина;

X – числовое значение измеряемой величины в принятой единице измерения;

$[Q]$ – выбранная для измерения единица.

В зависимости от того, на какие интервалы разбита шкала, один и тот же размер представляется по-разному. Допустим, измеряется длина отрезка прямой в 10 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах.

Для первого случая $Q_1 = 10$ см при $X_1 = 10$ и $[Q_1] = 1$ см.

Для второго случая $Q_2 = 100$ мм при $X_2 = 100$ и $[Q_2] = 1$ мм.

При этом $Q_1 = Q_2$, так как 10 см = 100 мм.

Применение различных единиц в процессе измерения приводит только к изменению численного значения результата измерения.

Цель измерения – получение определенной физической величины в форме наиболее удобной для пользования. Любое измерение заключается в сравнении

данной величины с некоторым ее значением, принятым за единицу сравнения. Такой подход выработан практикой измерений, исчисляемой сотнями лет. Еще великий математик Л.Эйлер утверждал: «Невозможно определить или измерить одну величину иначе как, приняв в качестве известной другую величину этого же рода и указав соотношение в котором они находятся».

Измерения как экспериментальные процедуры весьма разнообразны и классифицируются по разным признакам (рис.8).

♦ **По способу получения информации.** Эта классификация позволяет получить удобное выделение методических погрешностей измерений и предусматривает деление измерений на прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Прямое измерение – это измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно, значение находится непосредственно по показаниям средства измерения при сравнении физической величины с ее мерой. В современных приборах микропроцессорной техники операция вычислений может представлять внутреннюю неотделимую процедуру, а погрешность расчета входит в погрешность измерительного прибора. В таком случае измерения, проведенные с помощью такого прибора, должны быть отнесены к прямым.

Косвенное измерение – это определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, фундаментально связанных с искомой величиной. Фактически речь идет не об измерительной операции, а о выполнении ручной или автоматической вычислительной операции после получения результатов прямых измерений.

Совокупные измерения – это проводимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин определяют путем решения системы уравнений, получаемых при измерении этих величин в различных сочетаниях.

Совместные измерения – это проводимые одновременно измерения двух или нескольких величин для определения зависимости между ними.

Отличие совместных и совокупных измерений заключается в том, что при совокупных измерениях одновременно определяется несколько одноименных величин, а при совместных – несколько разноименных величин.

♦ **По отношению с основным единицам.** Эта классификация предусматривает деление измерений на абсолютные и относительные.

Абсолютное измерение – это измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значения физической константы. Например измерение силы основано на измерении физической константы g .

FOR AUTHOR USE ONLY

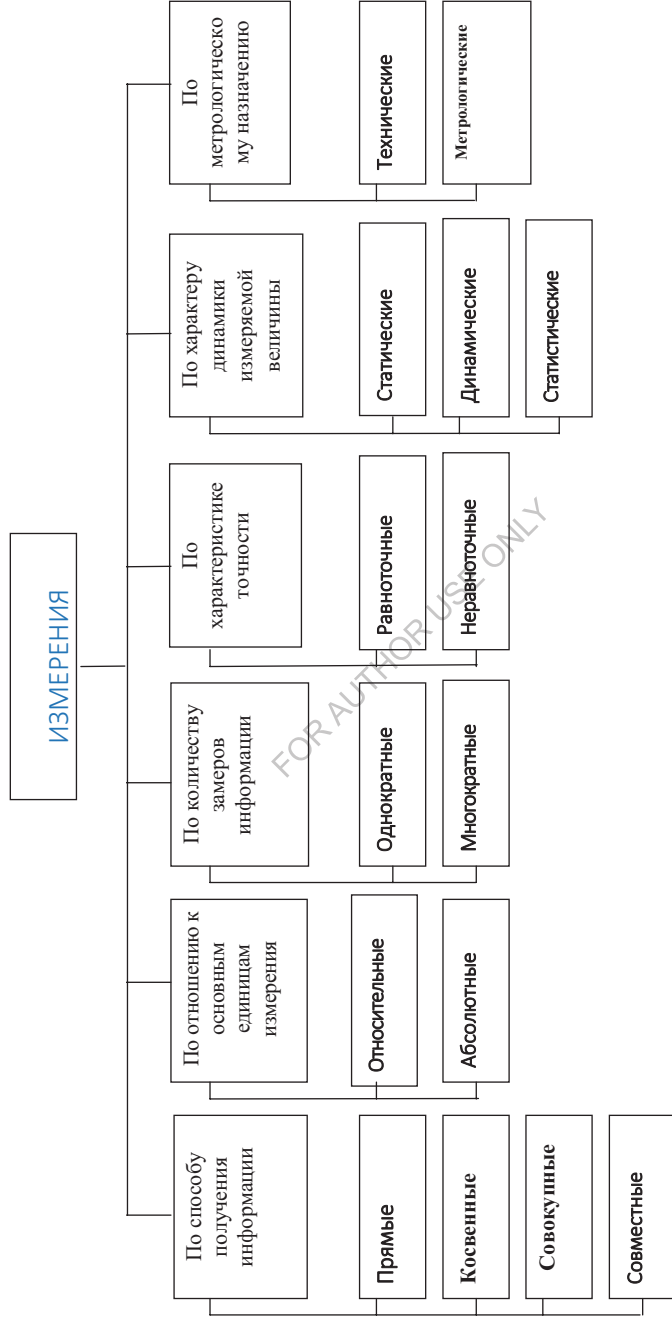


Рис. 8. Классификация видов измерений по различным признакам

Относительное измерение – это измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение изменения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную. Хотя при этом может существовать зависимость результата от выбранной единицы измерения, относительные измерения дают более точные результаты, чем абсолютные, так как не содержат погрешности меры величины.

♦ ***По количеству замеров информации.***

Однократное измерение – это измерение, выполненное один раз.

Многократное измерение – это измерение физической величины одного того же размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений, то есть состоящих из ряда однократных измерений.

♦ ***По характеристике точности измерения.***

Равноточные измерения – ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений в одних и тех же условиях с одинаковой тщательностью.

Неравноточные измерения – ряд измерений какой-либо величины, выполненных различающимся по точности средствам измерений (или) в разных условиях.

♦ ***По характеру динамики измеряемой величины.***

Статическое измерение (*static measurement*) – это измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения.

Статистические измерения связаны с определением характеристик случайных процессов (звуковых сигналов, уровня шума и т.д.), а также с определением закономерностей общественной деятельности человека.

Динамические измерения (*dynamic measurement*) – это измерение изменяющейся по размеру физической величины.

Такая градация измерений связана с решением об учете или пренебрежении скорости изменения измеряемой величины и необходимости вычисления динамической погрешности.

♦ ***По метрологическому назначению.***

Технические измерения проводятся рабочими средствами измерения и принимается наперед заданная погрешность, достаточная для решения данной практической задачи.

Метрологические измерения выполняются при помощи эталонов с целью воспроизведения единиц физических величин для передач их размера рабочим средствам измерения.

Под методом измерений понимают совокупность приемов использования принципов и средств измерений, выбранную для решения конкретной измерительной задачи. В понятие метода измерений входят как теоретическое обоснование принципов измерения, так и разработка приемов применения средств измерения.

Принцип измерения – это физическое явление (физический эффект), положенное в основу измерений. К наиболее распространенным физическим эффектам, используемым при измерении, относятся: пьезоэлектрический, термоэлектрический, фотоэлектрический.

Метод измерения (method of measurement) – это прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений. Методы измерений классифицируют по нескольким признакам: по общим приемам получения результатов измерений, по условиям измерения и по способу сравнения измеряемой величины с ее единицей. Искомое значение физической величины находится посредством сопоставления ее с мерой, материализующей единицу этой величины. Выделяют следующие методы измерений (рис. 9).

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

Метод непосредственной оценки – метод, в котором искомое значение физической величины определяют непосредственно по отчетному устройству средства измерения, которое проградуировано в соответствующих единицах.

Метод сравнения с мерой – метод измерений, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой (например сравнение массы на рычажных весах). Отличительной чертой методов сравнения с мерой является непосредственное участие меры в процедуре измерения, в то время как в методе непосредственной оценки мера в явном виде при измерении не присутствует, а ее размеры перенесены на отчетное устройство (шкалу) средства измерения заранее, при его градуировке. Обязательным в методе сравнения с мерой является наличие

сравнивающего устройства. Метод сравнения с мерой имеет несколько разновидностей:

- *нулевой метод* (или метод полного уравнивания) – метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и встречного воздействия меры на сравнивающее устройство сводятся к нулю (рис.10,а). Измерение массы на равноплечных весах, когда воздействие на весы массы m_x полностью уравнивается массой гирь m_o ;

- *дифференциальный метод измерения* – это метод измерения, при котором измеряемая величина сравнивается с однородной величиной, имеющей известное значение, незначительно отличающееся от значения измеряемой величины. При дифференциальном методе полное уравнивание не производят, а разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, отсчитывается по шкале приборов (рис. 10, б). Измерение массы на равноплечных весах, когда воздействие массы m_x на весы частично уравнивается массой гирь m_o , а разность масс отсчитывается по шкале весов, градуированной в единицах массы. В этом случае значение измеряемой величины

$$m_x = m_o + \Delta m_x,$$

где Δm_x – показания весов;

- *метод замещения* – метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой (рис.10, в) и измерение производят в два приема. Вначале на чашу весов помещают взвешиваемую массу и отмечают положение указателя весов, затем на чашу весов помещают гири так, чтобы указатель весов установился точно в том же положении, что и в первом случае;

- *метод совпадений* – метод, при котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, определяют, используя совпадения отметок шкал или периодических сигналов. Например, при измерении штангенциркулем используют совпадение отметок основной и нониусной шкал (рис. 10, г).

По условиям измерения различают контактный и бесконтактный метод. *Контактный метод* – это метод измерения, основанный на том, что чувствительный элемент прибора приводится в контакт с объектом измерения, например измерение длины линейкой или измерение температуры термометром. У *бесконтактного метода* чувствительный

элемент прибора не контактирует с измеряемым объектом, например измерение скорости или расстояния локатором.

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

Инструментальный метод основан на использовании специальных технических средств, например микроскопа, штангенциркуля, профилометра и др.

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

Органолептический метод оценки основан на использовании органов чувств человека (обоняние, осязание, зрение, слух и вкус). Часто используются измерения на основе впечатлений (конкурсы, соревнования).

Эвристические методы основаны на интуиции. Например метод попарного сопоставления, когда измеряемые величины сначала сравниваются между собой попарно, а затем производится ранжирование на основании результатов этого сравнения.

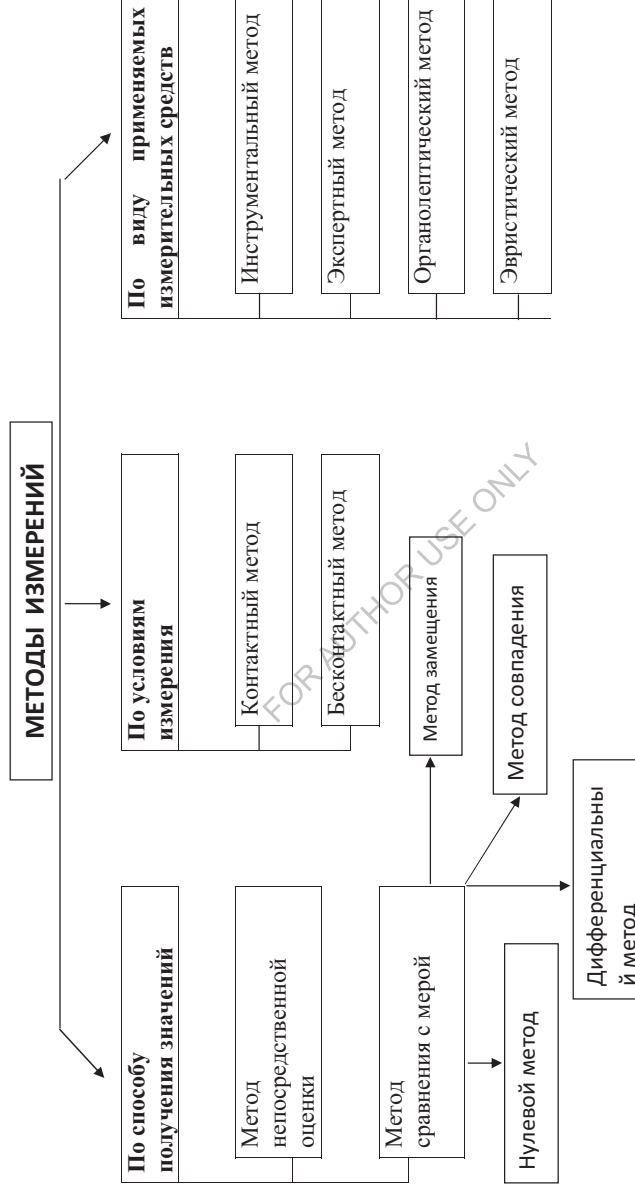
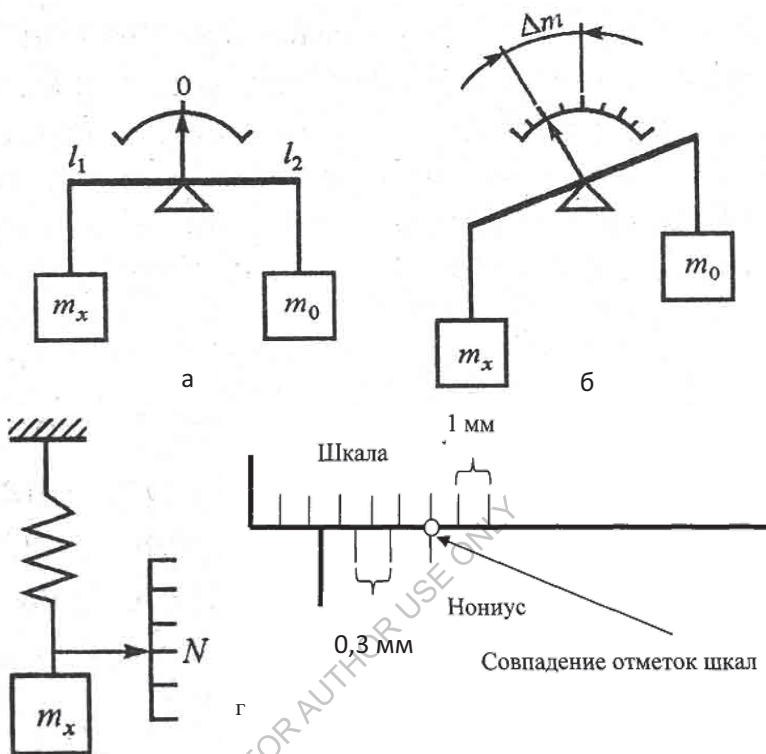


Рис. 9. Классификация методов измерений



в

Рис. 10. Метод сравнения с мерой: а – нулевой метод; б – дифференциальный метод; в – метод замещения; г – метод совпадений

Контрольные вопросы

1. Определите суть понятия «единство измерений»
2. Опишите современный эталон единицы длины – метр.
3. Перечислите основные методы измерений.

1.5. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

1.5.1. Понятие о средстве измерений. Классификация средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование.

Средство измерения (measuring instrument) – это техническое средство, предназначенное для измерения, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер, которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

Все средства измерения можно классифицировать по двум основным признакам (рис. 11):

- по конструктивному исполнению;
- по метрологическому назначению.

По конструктивному исполнению, а также форме представления измерительной информации средства измерений подразделяются следующим образом:

- мера физической величины,
- измерительные преобразователи;
- измерительные приборы,
- измерительные установки,
- измерительные системы,

♦ *мера физической величины (material measure)* – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью. Различают меры однозначные (гиря, калибр, конденсатор постоянной емкости); многозначные (масштабная линейка) и наборы мер (наборы гирь, наборы калибров, наборы концевых мер). К однозначным мерам можно отнести стандартные образцы. Стандартный образец – это образец вещества (материала) с установленными в результате метрологической аттестации значениями одной и более величин, характеризующих свойство или состав этого вещества. Различают стандартные образцы свойства и состава. Пример стандартного образца свойства – диэлектрическая проницаемость, пример стандартного образца состава – состав углеродистой стали;

♦ *измерительный преобразователь (measuring transducer)* – техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или

измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

По характеру преобразования различают аналоговые, цифроаналоговые, аналого-цифровые преобразователи. К измерительным преобразователям относятся термопары, тензодатчики, измерительные трансформаторы тока и напряжения и др.;

♦ *измерительный прибор* – средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем. Прибор, как правило, содержит устройство для преобразования измеряемой величины и ее индикации в форме, наиболее доступной для восприятия (шкала, диаграмма с указателем, дисплей мини-ЭВМ). Структурная схема измерительного прибора приведена на рис. 12.

По степени индикации измеряемой величины измерительные приборы подразделяются на показывающие и регистрирующие. Показывающий прибор допускает только отсчитывание измеряемой величины (микрометр, аналоговый или цифровой вольтметр). В регистрирующем приборе предусмотрена регистрация показаний – в форме диаграммы, путем печатания показаний (профилограф, разрывная машина);

♦ *измерительная установка (measuring innstallation)* – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, предназначенная для измерения одной или нескольких физических величин и расположенная в одном месте. Примером является установка для испытания магнитных материалов. Некоторые большие измерительные установки называют измерительными машинами. Испытательную установку, предназначенную для каких-либо испытаний, иногда называют испытательным стендом;

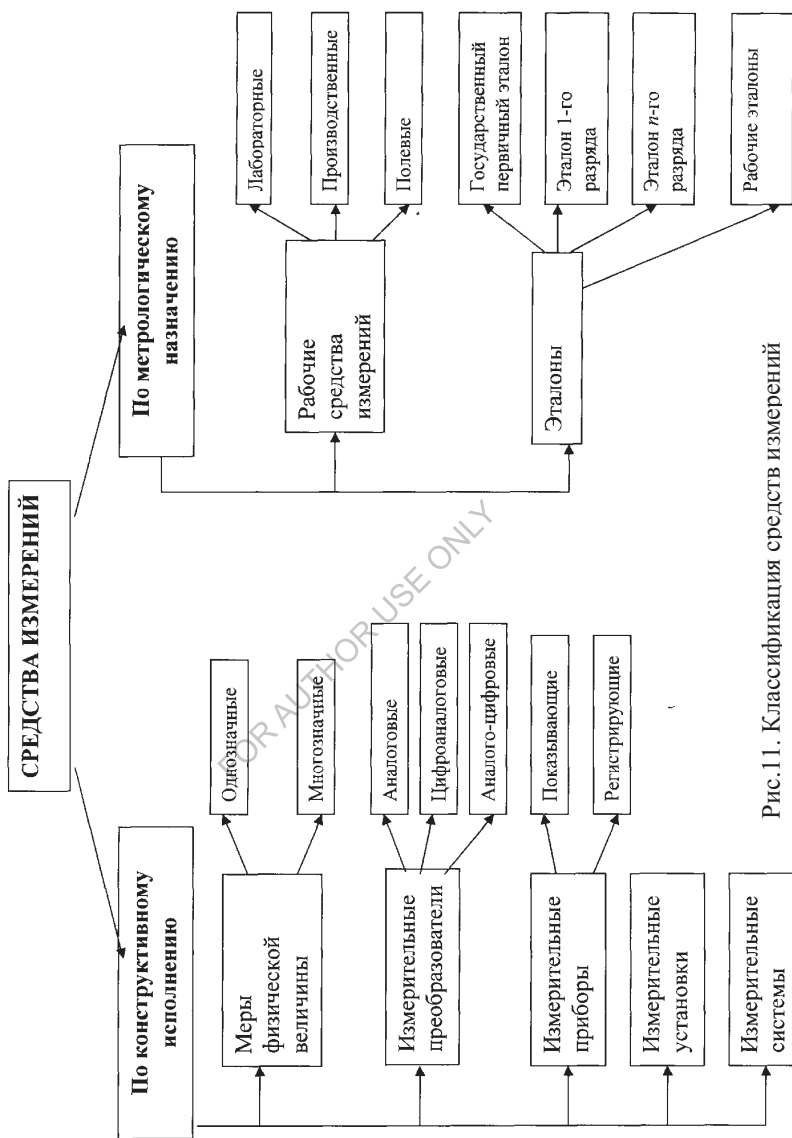


Рис. 1.1. Классификация средств измерений

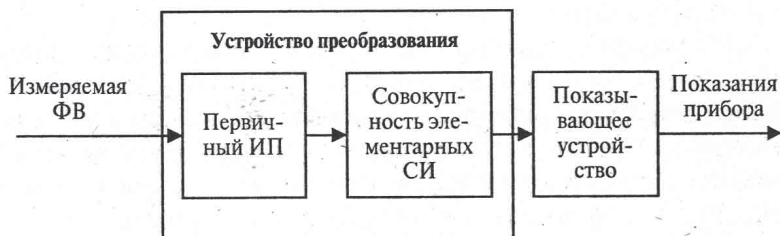


Рис. 12. Структурная схема измерительного прибора

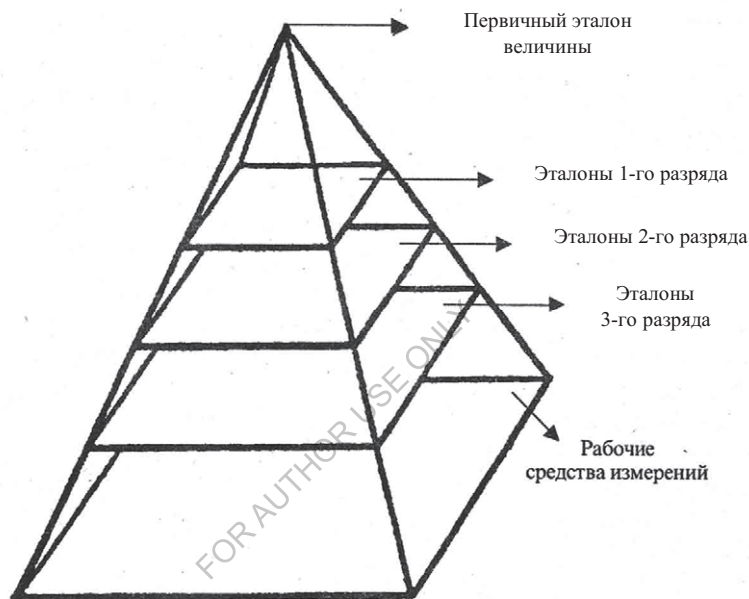
♦ *измерительная система (measuring system)* – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта с целью измерения одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в разных целях. Примером может служить радионавигационная система для определения местоположения судов, состоящая из ряда измерительных комплексов, разнесенных в пространстве на значительном расстоянии друг от друга, или измерительная система теплэлектростанции, позволяющая получать измерительную информацию о ряде физических величин в разных энергоблоках и соединенная может быть сотням измерительных каналов.

Другим признаком деления средств измерений является метрологическое назначение. По метрологическому назначению все средства измерений подразделяются на два вида: рабочие средства измерений и эталоны (см. рис. 11).

♦ *рабочее средство измерения (ordinary measuring instrument)* – средство измерения, предназначенное для измерений, не связанных с передачей размера единицы другим средствам измерений. Рабочие средства измерений предназначены для проведения технических измерений. По условиям применения они могут быть:

- лабораторными, используемыми для научных исследований, проектирования технических устройств, медицинских измерений;
- производственными, используемыми для контроля характеристик технологических процессов, контроля качества готовой продукции, контроля отпуска товаров;
- полевыми, используемыми при эксплуатации таких технических устройств, как самолеты, автомобили, речные и морские суда и др.;

♦ *эталон (measurement standard)* – это средство измерения (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы физической величины и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений, утвержденное в качестве эталона в установленном порядке. Эталоны являются



высокоточными средствами измерений, а поэтому используются для проведения метрологических измерений в качестве средств передачи информации о размере единицы физической величины. Размер единицы передается «сверху вниз», от более точных средств измерения к менее точным: первичный эталон – вторичный эталон – рабочий эталон 0-го порядка – рабочий эталон 1-го порядка ... – рабочее средство измерения (рис. 13).

Конструкция эталона, его свойства и способ воспроизведения единицы определяется природой данной физической величины и уровнем развития измерительной техники в данной области измерений. Эталон должен обладать, по крайней мере, тремя тесно связанными друг с другом существенными признаками – неизменностью, воспроизводимостью и сличаемостью.

Первичный эталон (primary standard) – эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью. Первичный эталон может быть национальным и международным.

Международный эталон (international standard) – эталон, принятый по международному соглашению в качестве международной основы для согласования с ним размеров единиц, воспроизводимых и хранимых национальными эталонами.

Национальный (государственный первичный) эталон (national standard) – служит в качестве исходного для страны.

Вторичный эталон (secondary standard) – эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы.

Рабочий эталон (working standard) – эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерения.

Метрологические характеристики средств измерений.

Все средства измерений независимо от их исполнения имеют ряд свойств, необходимых для выполнения ими функционального назначения, это так называемые метрологические свойства.

Метрологические свойства средства измерения – это свойства, влияющие на результат измерений и его погрешность. Показатели метрологических свойств являются их количественной характеристикой и называются *метрологическими характеристиками*.

Метрологические характеристики, устанавливаемые нормативными документами, называют нормируемыми метрологическими характеристиками.

Все метрологические свойства средства измерений можно разделить на две группы:

- свойства, определяющие область применения средства измерения;
- свойства, определяющие качество результатов измерения.

К основным метрологическим характеристикам, определяющим свойства первой группы, относятся:

- диапазон измерений;
- порог чувствительности.

Диапазон измерений физической величины (specified measuring range) – область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые погрешности средства измерения. Значение величины, ограничивающие диапазон измерений снизу или сверху (слева или справа), называют нижним или верхним пределом измерений, соответственно.

Порог чувствительности средства измерения (discrimination threshold) – характеристика средства измерения в виде наименьшего значения изменения измеряемой физической величины, начиная с которого может осуществляться ее измерение данным средством. Например, порог чувствительности весов 10 мг означает, что заметное перемещение стрелки весов достигается при таком малом изменении массы, как 10 мг.

К метрологическим свойствам, характеризующим качество измерений, относятся точность, правильность, достоверность, сходимость и воспроизводимость результатов измерений. Наиболее широко в метрологической практике используется точность измерений.

Точность средства измерения – характеристика качества средства измерений, отражающая близость его погрешности к нулю.

1.5.2.Классы точности средств измерений. Надежность средств измерений. Основные понятия теории метрологической надежности.

Учет всех нормируемых метрологических характеристик средств измерений при оценивании погрешности результата измерений – сложная и трудоемкая процедура, оправданная при измерениях повышенной точности. При измерениях на производстве такая точность не всегда нужна, но определенная информация о возможной инструментальной составляющей погрешности измерения необходима, хотя бы для того, чтобы выбрать средство измерений, способное измерить размер с заданной точностью. Такая информация дается указанием класса точности средства измерений.

Класс точности средства измерений (accuracy class) – обобщенная характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительных погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность. Другими словами класс точности дает возможность судить о том, в каких пределах находится погрешность средства измерений одного типа, но не является непосредственным показателем точности измерений данного средства измерения. Класс точности средства измерения устанавливают в стандартах, технических требованиях или в других нормативных документах.

Классы точности присваиваются средствам измерений с учетом результатов государственных приемочных испытаний. При этом для каждого класса точности определяют конкретные требования к метрологическим характеристикам, в совокупности определяющим уровень точности средства измерения данного класса. Класс точности позволяет судить о том, в каких

пределах находится погрешность измерений данного класса. Это необходимо знать при выборе точности будущих измерений.

Обозначения классов точности наносятся на циферблаты, щитки и корпуса средств измерений, приводятся в нормативно-технической документации и осуществляются в зависимости от способов задания пределов допускаемой основной погрешности (рис. 14).

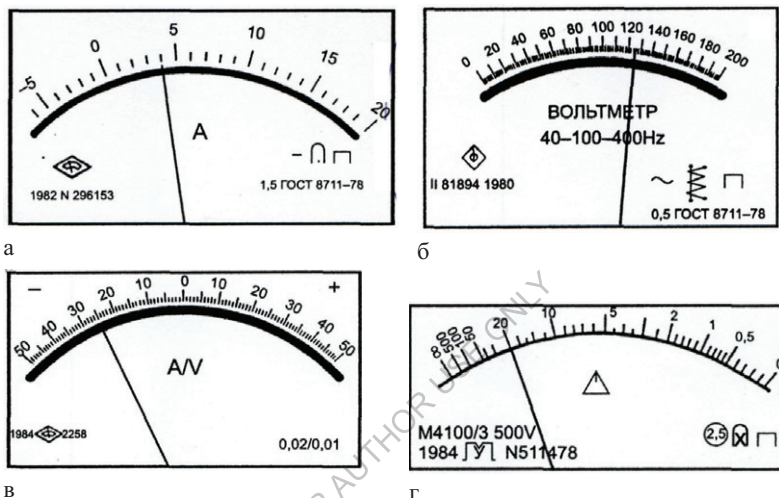


Рис. 14. Лицевые панели приборов:

а – амперметра класса точности 1,5; б – вольтметра класса точности 0,5;
в – амперметра класса точности 0,02/0,01; г – мегомметра класса точности 2,5

Если пределы допускаемой погрешности выражены в форме абсолютной погрешности средства измерения, то класс точности обозначается прописными буквами латинского алфавита (например М, С и т.д.) или римскими цифрами. Классам точности, которым соответствуют меньшие пределы допускаемых погрешностей, присваивают буквы, находящиеся ближе к началу алфавита, или цифры, означающие меньшие числа.

Для средств измерений, пределы допускаемой погрешности которых принято выражать в форме приведенной погрешности, классы точности следует обозначать числами, которые равны этим пределам, выраженным в процентах. В этом случае обозначение класса точности непосредственно дает указание на предел допускаемой основной погрешности. Для средств измерений, пределы допускаемой основной погрешности которых принято

выражать в форме относительной погрешности по другой формуле, классы точности следует обозначать числами, разделяя их косой чертой (см. табл.5).

Критерии качества измерений

Качество измерений характеризуется точностью, достоверностью, правильностью, сходимостью и воспроизводимостью измерений, а также размером допустимых погрешностей.

Точность результата измерений (accuracy) – отражает близость к нулю погрешности его результата и является качественной величиной. Высокая точность измерений соответствует малым погрешностям как систематическим, так и случайным. Точность количественно оценивают обратной величиной модуля относительной погрешности.

Достоверность измерений – определяется степенью доверия к результату измерения и характеризуется вероятностью того, что истинное значение измеряемой величины находится в заданных пределах, данная вероятность называется доверительной.

Правильность измерений – это характеристика измерений, отражающая близость к нулю систематических погрешностей результатов измерений.

Сходимость результатов измерений (repeatability of measurements) – характеристика качества измерений, отражающая близость результата измерений одной и той же величины, выполненных повторно одним и тем же методом в одинаковых условиях с одинаковой тщательностью.

Воспроизводимость результатов измерений (reproducibility of measurement) – характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу у результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами и средствами измерений, разными операторами, в разное время в одних тех же условиях измерений.

Таблица 5

Форма выражения погрешности	Математическое выражение	Пределы допускаемой погрешности, %	Обозначение класса точности	
			в документации	на средстве измерения
Абсолютная	$\Delta x = x_{изм}^x = \pm a$ или $\Delta x = x_{изм}^x = \pm (a + vx)$	–	Класс точности М	М
Относительная	Определяется графиком или таблицей	–	Класс точности С	С
Приведенная	$\gamma = \Delta / X_n \cdot 100\%$, если нормирующее значение выражено в единицах измеряемой величины	$\gamma = \pm 1,5$	Класс точности 1,5	1,5

	$\gamma = \Delta / X_n$, если нормирующее значение принято равным длине шкалы или ее части	$\gamma = \pm 0,5$	Класс точности 0,5	0,5 ✓
Относительная	$\delta = \Delta / x \cdot 100\% = \pm q$	$\delta = \pm 0,5$	Класс точности 0,5	0,5
	$\delta = \Delta / x \cdot 100\% = \pm [c + d (X_{k/x} - 1)]$. X_k - больший (по модулю) из пределов измерений; c, d -положительные числа, $c = b + d$; $d = a/ X_k $.	$c = 0,02$ $d = 0,01$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01

Обозначение классов точности

Основные понятия теории метрологической надежности

В процессе эксплуатации метрологические характеристики и параметры средства измерений претерпевают изменения. Эти изменения носят случайный монотонный или флуктуирующий характер и приводят к отказам, т.е. к невозможности СИ выполнять свои функции. Отказы делятся на неметрологические и метрологические.

Неметрологическим называется отказ, обусловленный причинами, не связанными с изменением МХ средства измерений. Они носят, главным образом, явный характер, проявляются внезапно и могут быть обнаружены без проведения проверки.

Метрологическим называется отказ, вызванный выходом МХ из установленных допустимых границ. Как правило, метрологические отказы происходят значительно чаще, чем неметрологические. Это обуславливает необходимость разработки специальных методов их прогнозирования и обнаружения. Метрологические отказы подразделяются на внезапные и постепенные.

Внезапным называется отказ, характеризующийся скачкообразным изменением одной или нескольких МХ. Эти отказы в силу их случайности невозможно прогнозировать. Их последствия (сбой показаний, потеря чувствительности и т.п.) легко обнаруживаются в ходе эксплуатации прибора, т.е. по характеру проявления они являются явными. Особенность внезапных отказов – постоянство во времени их интенсивности. Это дает возможность применять для анализа данных отказов классическую теорию надежности.

Постепенным называется отказ, характеризующийся монотонным изменением одной или нескольких МХ. По характеру проявления постепенные отказы являются скрытыми и могут быть выявлены только по результатам периодического контроля СИ.

С понятием «метрологический отказ» тесно связано понятие *метрологической исправности* средства измерений. Под ней понимается состояние СИ, при котором все нормируемые МХ соответствуют установленным требованиям. Способность СИ сохранять установленные значения метрологических характеристик в течение заданного времени при определенных режимах и условиях эксплуатации называется *метрологической надежностью*. Специфика проблемы метрологической надежности состоит в том, что для нее основное положение классической теории надежности о постоянстве во времени интенсивности отказов оказывается неправомерным.

Современная теория надежности ориентирована на изделия, обладающие двумя характерными состояниями: работоспособным и неработоспособным. Постепенное изменение погрешности СИ позволяет ввести сколь угодно много работоспособных состояний с различным уровнем эффективности функционирования, определяемым степенью приближения погрешности к допустимым граничным значениям.

Понятие метрологического отказа является в известной степени условным, поскольку определяется допуском на МХ, который в общем случае может меняться в зависимости от конкретных условий. Важно и то, что зафиксировать точное время наступления метрологического отказа ввиду скрытого характера его проявления невозможно, в то время как явные отказы, с которыми оперирует классическая теория надежности, могут быть обнаружены в момент их возникновения. Все это потребовало разработки специальных методов анализа метрологической надежности СИ.

Надежность СИ характеризует его поведение с течением времени и является обобщенным понятием, включающим стабильность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность (для восстанавливаемых СИ) и сохраняемость.

Стабильность средства измерения является качественной характеристикой, отражающей неизменность во времени его МХ. Она описывается временными зависимостями параметров закона распределения погрешности. Метрологическая надежность и стабильность являются различными свойствами одного и того же процесса старения СИ. Стабильность несет больше информации о постоянстве метрологических свойств средства измерений. Это как бы его «внутреннее» свойство. Надежность, наоборот,

является «внешним» свойством, поскольку зависит как от стабильности, так и от точности измерений и значений используемых допусков.

Безотказностью называется свойство СИ непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени. Она характеризуется двумя состояниями: работоспособным и неработоспособным.

Однако для сложных измерительных систем может иметь место и большее число состояний, поскольку не всякий отказ приводит к полному прекращению их функционирования. Отказ является случайным событием, связанным с нарушением или прекращением работоспособности СИ. Это обуславливает случайную природу показателей безотказности, главным из которых является распределение времени безотказной работы СИ.

Долговечность – это свойство СИ сохранять свое работоспособное состояние до наступления предельного состояния.

Работоспособным называется такое состояние СИ, при котором все его МХ соответствуют нормированным значениям. *Предельным* называется состояние СИ, при котором его применение недопустимо. После метрологического отказа характеристики средства измерения соответствующими регулировками могут быть возвращены в допустимые диапазоны. Процесс проведения регулировок может быть более или менее длительным в зависимости от характера метрологического отказа, конструкции СИ и ряда других причин. Поэтому в характеристику надежности введено понятие «ремонтпригодность».

Ремонтпригодность – свойство СИ, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, восстановлению и поддержанию его работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта. Оно характеризуется затратами времени и средств на восстановление СИ после метрологического отказа и поддержание его в работоспособном состоянии.

Процесс изменения МХ идет непрерывно и независимо от того, используется ли СИ или оно хранится на складе. Свойство СИ сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности как в течение эксплуатации, так и после хранения и транспортирования называется его *сохраняемостью*.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «средство измерений» и определите, в чем заключается метрологическая сущность СИ.
2. Что такое отказ? Поясните различия между различными видами отказов.
3. Поясните, что такое класс точности СИ.

Раздел 2. Основы стандартизации

2.1. ИСТОРИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ.

2.1.1. Цели и задачи стандартизации

Стандартизация – это деятельность по установлению норм, правил и характеристик как обязательных для выполнения, так и рекомендованных.

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. Основными результатами деятельности по стандартизации должны быть повышение степени соответствия продукта (услуги), процессов их функциональному назначению, устранению технических барьеров в международном товарообмене, содействию научно-техническому прогрессу и сотрудничеству в различных областях.

Цели стандартизации можно разделить на общие и более узкие, касающиеся обеспечения соответствия.

Общие цели:

- безопасность продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- техническая и информационная совместимость, а также взаимозаменяемость продукции;
- качество продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии;
- единство измерений;
- экономия всех видов ресурсов;
- безопасность хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособность и мобилизационная готовность страны.

Конкретные цели стандартизации относятся к определенной области деятельности, отрасли производства товаров и услуг, тому или другому виду продукции, предприятию и т.п.

Стандартизация направлена на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного применения в отношении реально существующих или потенциальных задач.

Аспект стандартизации – направление стандартизации выбранного объекта стандартизации, характеризующее определенное свойство (или группу свойств) данного объекта.

Так, аспектами стандартизации конкретной продукции являются:

- термины и определения;
- условные обозначения и сокращения;
- классификация, требования к главным параметрам и (или) размерам (показателям целевого или функционального назначения);
- требования к основным показателям уровня качества (полезности);
- требования к основным показателям уровня экономичности;
- требования к комплексности продукции;
- требования к методам и средствам хранения и транспортировки;
- требования безопасности продукции для жизни, здоровья и имущества при ее производстве, обращении и потреблении;
- требования охраны окружающей природной среды (требования к экологически опасным свойствам продукции) при ее производстве, обращении и потреблении);
- требования к правилам и средствам приемки продукции;
- требования к маркировке продукции;
- требования к упаковке продукции, транспортной и потребительской таре.

2.1.2. Развитие стандартизации на международном, региональном и национальном уровнях

Стандартизация осуществляется на разных уровнях:

- международная стандартизация;
- региональная стандартизация;
- национальная стандартизация – в одном конкретном государстве;
- административно-территориальная стандартизация.

Международная стандартизация – участие в стандартизации открыто для соответствующих органов любой страны.

Региональная стандартизация – деятельность открыта только для соответствующих органов государств одного географического, политического или экономического региона мира.

Национальная стандартизация – стандартизация в одном конкретном государстве. При этом национальная стандартизация также может осуществляться на разных уровнях: на государственном, отраслевом уровне, в том или ином секторе экономики, на уровне ассоциаций, производственных фирм, предприятий и учреждений.

Административно-территориальная стандартизация – стандартизация, которая проводится в административно-территориальной единице (области, крае и т.п.) В процессе стандартизации вырабатываются нормы, правила, требования, характеристики, касающиеся объекта стандартизации, оформляемые в виде нормативного документа.

Стандарт – нормативный документ, разработанный на основе соглашения большинства заинтересованных сторон и утвержденный признанным органом (или предприятием), в котором устанавливаются общие принципы, характеристики, требования и методы, касающиеся определенных объектов стандартизации, направленных на упорядочение и оптимизацию работы в определенной области.

Показателями стандартов являются характеристики объектов стандартизации, выраженные с помощью условных единиц, обозначений или понятий. Показатели могут быть даны в виде размеров, химического состава, физических свойств, весов, эксплуатационных качеств, экономичности, надежности, долговечности.

В стандартизации стандарт рассматривается как одна из разновидностей нормативных документов. Однако, в практике термин «стандарт» может употребляться и по отношению к эталону, образцу или описанию продукта, процесса (услуги). По существу это не является принципиальной ошибкой, хотя эталон правильнее относить к области метрологии, а термин «стандарт» использовать применительно к нормативному документу.

Предварительный стандарт – это временный документ, который применяется органом по стандартизации и доводится до широкого круга потенциальных потребителей, а также тех, кто может его применить.

Информация, полученная в процессе использования предварительного стандарта, и отзывы об этом документе служат базой для решения вопроса о целесообразности принятия стандарта.

Документ технических условий – устанавливает технические требования к продукции, услуге, процессу. Обычно в документе технических условий должны быть указаны методы или процедуры, которые следует использовать для проверки соблюдения требований данного нормативного документа в таких ситуациях, когда это необходимо.

Свод правил – как и предыдущий нормативный документ, может быть как самостоятельным документом, так и частью стандарта. Свод правил обычно разрабатывается для процессов проектирования, монтажа оборудования и конструкций, технического обслуживания или эксплуатации объектов, конструкций, изделий. Технические правила, содержащиеся в документе, носят рекомендательный характер.

Регламент – это документ, в котором содержатся обязательные правовые нормы. Принимает регламент орган власти, а не орган по стандартизации, как в случае других нормативных документов.

Разновидность регламентов – *технический регламент* – содержит технические требования к объекту стандартизации. Они могут быть представлены непосредственно в самом документе, либо путем ссылки на другой нормативный документ (стандарт, свод правил, документ технических условий). В отдельных случаях в технический регламент полностью включается нормативный документ. Технические регламенты обычно дополняются методическими документами, как правило, указаниями по методам контроля или проверок соответствия продукта (услуги, процесса) требованиям регламента.

2.1.3. Государственная система стандартизации

Государственный контроль и надзор за соблюдением обязательных требований государственных стандартов осуществляются в Узбекистане на основе Закона РУз «О стандартизации» и составляют часть государственной системы стандартизации. К основным задачам госнадзора можно отнести:

- предупреждение и пресечение нарушений обязательных требований государственных стандартов, правил обязательной сертификации и Закона «О единстве измерений» всеми субъектами хозяйственной деятельности;
- предоставление информации органам исполнительной власти и общественным организациям по результатам проверок. Проводят госнадзор должностные лица Республиканского агентства по техническому регулированию и метрологии и подведомственных ему центров стандартизации и метрологии, получивших статус территориальных органов госнадзора, — **государственные инспекторы**.

Проверкам госнадзора подвергаются:

- *продукция (на всех стадиях ее жизненного цикла), в том числе подлежащая обязательной сертификации и импортируемая;
- *услуги населению, виды работ, которые подлежат обязательной сертификации;
- *техническая документация на продукцию;
- *деятельность испытательных центров, лабораторий и органов по сертификации.

Субъекты хозяйственной деятельности обязаны не препятствовать, а оказывать содействие государственным инспекторам во всех их действиях, составляющих процедуру госнадзора: свободный доступ в служебные

производственные помещения, привлечение к работе специалистов и имеющихся на предприятии технических средств, отбор проб и образцов и т.п. Проверка осуществляется как лично инспектором, так и создаваемыми под его руководством комиссиями.

Права и обязанности государственных инспекторов определены Законом «О стандартизации». Им предоставлены достаточно широкие права, как представителям государственных органов управления, в силу чего они находятся под защитой государства.

Права и обязанности государственных инспекторов:

- государственный инспектор *имеет право* свободного доступа в служебные и производственные помещения проверяемого предприятия (организации), получать всю необходимую документацию, проводить отбор проб и образцов, выдавать предписания об устранении выявленных отклонений, запрещать или приостанавливать поставку (реализацию) продукции, не соответствующей обязательным требованиям государственных стандартов, а также в случае отказа от предъявления ее к проверке;

- по результатам проверок государственный инспектор имеет право облагать нарушителей обязательных требований стандартов штрафами. Строгое наказание применяется и к невыполняющим запрет на реализацию — штраф в размере стоимости реализованной продукции. Запрет на реализацию продукции или услуг при их несоответствии обязательным требованиям нормативных документов распространяется и на импортную продукцию (услугу), тем более, если они не прошли сертификацию в соответствии с законодательством;

- государственный инспектор имеет право направить необходимые материалы в арбитражный суд, органы прокуратуры или суд, если выданные им предписания или постановления не выполняются предприятием — объектом госнадзора.

2.1.4. Роль стандартизации в повышении качества продукции

Государственным инспекторам предоставлены широкие права, но если они не выполняют возложенные на них обязанности, относятся к ним ненадлежащим образом или замечены в разглашении государственных (коммерческих) секретов, то несут ответственность в установленном законом порядке. Госинспектор всегда должен помнить, что он защищает интересы, как государства, так и потребителя.

Основная форма государственного контроля и надзора — **выборочная проверка**. В процессе проверки проводятся испытания, измерительный контроль, технический осмотр, идентификация, другие мероприятия,

обеспечивающие достоверность и объективность результатов. Контролю подвергается образец (или проба), отбираемый в соответствии с установленной в стандарте на данную продукцию методикой. *Идентификация и технический осмотр* продукции проводятся государственным инспектором с привлечением специалистов предприятия, а испытания образцов (проб) осуществляют сотрудники проверяемого субъекта хозяйственной деятельности под наблюдением государственного инспектора. Результаты испытания образцов распространяются на всю партию продукции, от которой они отобраны. При отсутствии у проверяемого предприятия испытательной базы испытания должны проводиться в аккредитованных испытательных лабораториях (центрах).

Совершенствование системы стандартизации, применение международных стандартов – предпосылка для создания предприятием систем обеспечения качества, способных значительно повысить конкурентоспособность отечественной продукции.

Хотя международные рекомендации по стандартизации не являются обязательными для всех государств, однако соответствие продукции нормам международных стандартов определяет ее стоимость и конкурентоспособность на международном рынке. Применение международных стандартов качества открывает обширные возможности для выхода региональных предприятий на международный рынок. Стандартизация является ключевым фактором поддержки ряда направлений государственной политики, таких как конкуренция, внедрение инноваций, устранение торговых барьеров, расширение торговли, защита интересов потребителей, защита окружающей среды и многих других направлений. Стандартизация, совмещаемая с законодательством, способствует более эффективному техническому регулированию на государственном уровне. Международная стандартизация позволяет экономить время и средства необходимые для разработки национальных стандартов. Таким образом, развитие международной стандартизации предопределяет развитие мировой торговли.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение термину «стандартизация».
2. Назовите общие цели стандартизации.
3. Приведите определение аспекта стандартизации.

2.2. ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ

2.2.1. Методы и формы стандартизации

Метод стандартизации – это прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации.

Стандартизация базируется на общенаучных и специфических методах. Ниже рассматриваются широко применяемые в работах по стандартизации методы:

- упорядочение объектов стандартизации;
- параметрическая стандартизация;
- унификация продукции;
- агрегатирование;
- комплексная стандартизация;
- опережающая стандартизация.

В зависимости от последующего влияния на развитие народного хозяйства можно выделить три вида стандартизации, принципиально отличающиеся подходом к установлению в стандартах соответствующих норм:

- *стандартизация по достигнутому уровню*, устанавливающая показатели, отражающие свойства существующей и освоенной в производстве продукции, и, таким образом, фиксирующая достигнутый уровень производства;
- *опережающая стандартизация*, заключающаяся в установлении повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм;
- *комплексная стандартизация*, при которой для оптимального решения конкретной проблемы осуществляется целенаправленное и планомерное установление и применение системы взаимосвязанных требований как к самому объекту комплексной стандартизации в целом, так и к его основным элементам. Примерами объектов комплексной стандартизации являются аппаратура и оборудование для радиовещания и телевидения, аппаратура проводной связи, аппаратура записи и воспроизведения звука и т.п.

Каждый вид стандартизации подразумевает свою индивидуальную структуру организации.

В зависимости от метода решения основной задачи различают несколько форм стандартизации.

Симплификация – форма стандартизации, заключающаяся в простом сокращении числа применяемых при разработке изделия или при его производстве марок полуфабрикатов, комплектующих изделий и т.п. до количества, технически и экономически целесообразного, достаточного для выпуска изделий с требуемыми показателями качества. Являясь простейшей

формой и начальной стадией более сложных форм стандартизации, симплификация оказывается экономически выгодной, так как приводит к упрощению производства, облегчает материально-техническое снабжение, складирование, отчетность.

Унификация – рациональное уменьшение числа типов, видов и размеров объектов одинакового функционального назначения. Объектами унификации наиболее часто являются отдельные изделия, их составные части, детали, комплектующие изделия, марки материалов и т. п. Проводится унификация на основе анализа и изучения конструктивных вариантов изделий, их применимости путем сведения близких по назначению, конструкции и размерам изделий, их составных частей и деталей к единой типовой (унифицированной) конструкции. В настоящее время унификация является наиболее распространенной и эффективной формой стандартизации. Конструирование аппаратуры, машин и механизмов с применением унифицированных элементов позволяет не только сократить сроки разработки и уменьшить стоимость изделий, но и повысить их надежность, сократить сроки технологической подготовки и освоения производства.

Типизация – это разновидность стандартизации, заключающаяся в разработке и установлении типовых решений (конструктивных, технологических, организационных и т. п.) на основе наиболее прогрессивных методов и режимов работы. Применительно к конструкциям типизация состоит в том, что некоторое конструктивное решение (существующее или специально разработанное) принимается за основное – базовое для нескольких одинаковых или близких по функциональному назначению изделий. Требуемая же номенклатура и варианты изделий строятся на основе базовой конструкции путем внесения в нее ряда второстепенных изменений и дополнений.

Агрегатирование – метод создания новых машин, приборов и другого оборудования путем компоновки конечного изделия из ограниченного набора стандартных и унифицированных узлов и агрегатов, обладающих геометрической и функциональной взаимозаменяемостью. Возможность многократного применения элементов набора в различных модификациях машин и приборов одного класса или близких по назначению обеспечивает конструктивную преемственность при создании новых изделий, позволяет использовать освоенные в производстве узлы и агрегаты, значительно сокращает трудоемкость проектирования, изготовления и ремонта изделий, повышает уровень взаимозаменяемости продукции, способствует специализации предприятий, механизации и автоматизации производственных процессов, улучшает качество продукции, а также

облегчает перестройку производства при переходе предприятий на освоение новой продукции.

2.2.2. Нормативные документы по стандартизации в Республике Узбекистан

В настоящее время сформировалась государственная система стандартизации Республики Узбекистан (ГСС), которая регламентирует процессы построения, изложения и распространения стандартов в Республики Узбекистан. ГСС включает 5 основополагающих стандартов.

Нормативные документы по стандартизации в РУз делятся на следующие разновидности:

- государственные стандарты Республики Узбекистан (ГОСТ);
- отраслевые стандарты (ОСТ);
- стандарты научно-технических и инженерных объединений;
- технические условия (ТУ);
- стандарты предприятий.

Государственные стандарты Республики Узбекистан содержат обязательные и рекомендационные требования.

К обязательным относятся:

- требования, обеспечивающие безопасность продукции для жизни, здоровья и имущества граждан, ее совместимость и взаимозаменяемость, охрану окружающей среды, и требования к методам испытаний этих показателей;
- требования техники безопасности и гигиены труда со ссылками на соответствующие санитарные нормы и правила;
- метрологические нормы, правила, требования и положения, которые обеспечивают достоверность и точность измерений;
- положения, которые обеспечивают техническую совместимость во время разработки, изготовления, эксплуатации продукции.

Рекомендационные требования государственных стандартов Республики Узбекистан подлежат безусловному исполнению, если:

- это предусмотрено соответствующими законодательными актами;
- эти требования включены в договора на разработку, изготовление и поставку продукции;
- изготовителем (поставщиком) продукции сделано заявление на соответствие продукции этим стандартам.

Обязательные требования государственных стандартов подлежат безусловному исполнению органами государственной исполнительной власти, всеми предприятиями, их объединениями, организациями и

гражданами – субъектами предпринимательской деятельности; на деятельность которых распространяется действие стандартов.

Технические условия (ТУ) - это технический документ, который разрабатывается по решению разработчика (изготовителя) или по требованию заказчика (потребителя) продукции. ТУ могут быть разработаны на одно конкретное изделие, материал, вещество и т.п. или на несколько конкретных изделий, материалов, веществ и т.п. (групповые технические условия). Требования к продукции, устанавливаемые в технических условиях, не могут противоречить требованиям стандартов (государственных или межгосударственных) на данную продукцию, а также требованиям технических регламентов. ТУ являются частью нормативной базы подтверждения соответствия при добровольной сертификации. Технические условия входят в комплект конструкторской или другой технической документации на продукцию. Если же такая документация отсутствует, то ТУ должны содержать полный комплекс требований к продукции, ее изготовлению, контролю и приемке. При необходимости в ТУ могут быть включены дополнительные разделы, или же исключены, какие-либо из приведенных в стандарте, при условии обоснования для их исключения. На соответствие требованиям технических условий проводится сертификация нестандартизированной в Республики Узбекистан продукции. Документ, по которому выпускается продукция (например, технические условия), указывается в сертификате соответствия, в разделе «Продукция». Также ТУ являются основным документом, необходимым для принятия решения уполномоченными управлениями республиканской службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзора) при санитарно-эпидемиологической оценке отечественной продукции.

Перечень необходимых данных для разработки ТУ:

- код ОКПО изготовителя;
- наименование изделия, перечень модификаций;
- описание технологического процесса;
- таблица технических параметров;
- перечень комплектующих изделий;
- порядок и условия предъявления и приемки продукции органами технического контроля предприятия-изготовителя;
- методы и средства контроля испытаний;
- способы упаковки и упаковочный материал, перечень документов, вкладываемых в упаковку;

- транспортировка (виды транспорта и транспортного средства, параметры транспортировки);
- условия хранения;
- условия эксплуатации;
- сроки гарантии.

Отраслевые стандарты разрабатываются на продукцию при отсутствии государственных стандартов Республики Узбекистан или в случае необходимости установления требований, которые превышают или дополняют требования государственных стандартов. Обязательные требования отраслевых стандартов подлежат безусловному исполнению предприятиями, их объединениями и организациями, которые входят в сферу управления органа, который их утвердил.

Стандарты научно-технических и инженерных объединений разрабатываются в случае необходимости расширения результатов фундаментальных исследований в сфере профессиональных интересов. Эти стандарты могут использоваться на основе добровольной договоренности.

2.2.3. Виды стандартов

В зависимости от специфики объекта стандартизации и содержания устанавливаемых к нему требований разрабатывают стандарты следующих видов:

- стандарты основополагающие;
- стандарты на продукцию, услуги;
- стандарты на работы (процессы);
- стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

Основополагающие стандарты устанавливают общие организационно-технические положения для определенной области деятельности, а также общетехнические требования, нормы и правила, обеспечивающие взаимопонимание, техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники и производства в процессах создания и использования продукции, охрану окружающей среды, безопасность продукции, процессов и услуг для жизни, здоровья, имущества и другие общетехнические требования.

Стандарты на продукцию (услуги) устанавливают требования к группам однородной продукции (услуг) или к конкретной продукции (услуге).

Стандарты на работы (процессы) устанавливают основные требования к методам (способам, приемам, режимам, нормам) выполнения различного рода работ в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортирования, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции.

Стандарты на методы контроля устанавливают методы (способы, приемы, методики и др.) проведения испытаний, измерений, анализа продукции при ее создании, сертификации и использовании.

2.2.4. Международная стандартизация

Международная стандартизация – это совокупность международных организаций по стандартизации и продуктов их деятельности – стандартов, рекомендаций, технических отчетов и другой научно-технической продукции. Таких организаций несколько:

- международная организация по стандартизации – ИСО (ISO);
- международная электротехническая комиссия – МЭК (IEC);
- международный союз электросвязи – МСЭ (ITU).

Международная организация по стандартизации (ИСО) – самая крупная и авторитетная из вышеназванных. Основная ее цель сформулирована в Уставе ИСО: *“...содействие развитию стандартизации в мировом масштабе для обеспечения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в областях интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности”*.

Основное назначение международных стандартов – это создание на международном уровне единой методической основы для разработки новых и совершенствование действующих систем качества и их сертификации. Стандарты ИСО, аккумулирующие передовой научно-технический опыт многих стран, нацелены на обеспечение единства требований к продукции, являющейся предметом международного товарообмена, включая взаимозаменяемость комплектующих изделий, единые методы испытаний и оценки качества изделий.

Пользователи международных стандартов ИСО – промышленные и деловые круги, правительственные и неправительственные организации, потребители и общество в целом.

Международные стандарты ИСО не имеют статуса обязательных для всех стран-участниц. Любая страна мира вправе применять или не применять их. Решение вопроса о применении международного стандарта ИСО связано в основном со степенью участия страны в международном разделении труда и состоянием ее внешней торговли. В нашей системе стандартизации нашли применение около половины международных стандартов ИСО.

По своему содержанию стандарты ИСО отличаются тем, что лишь около 20% из них включают требования к конкретной продукции. Основная же масса нормативных документов касается требований безопасности,

взаимозаменяемости, технической совместимости, методов испытаний продукции, а также других общих и методических вопросов. Таким образом, использование большинства международных стандартов ИСО предполагает, что конкретные технические требования к товару устанавливаются в договорных отношениях.

ИСО определила свои задачи, выделив наиболее актуальные стратегические направления работ:

- установление более тесных связей деятельности организации с рынком, что, прежде всего, должно отражаться на выборе приоритетных разработок;
- снижение общих и временных затрат в результате повышения эффективности работы административного аппарата, лучшего использования человеческих ресурсов, оптимизации рабочего процесса, развития информационных технологий и телекоммуникаций;
- оказание эффективного содействия Всемирной торговой организации путем внедрения программы, ориентированной на постепенную переработку технических условий на поставку товаров в стандарты ИСО;
- стимулирование «самоподдерживающих» элементов указанной выше программы: поощрение создания новых стандартов для промышленности, развитие взаимоотношений с ВТО на условиях оказания необходимой технической помощи. В частности, предполагается всячески способствовать включению требований к поставляемой продукции со стороны государств в международные стандарты ИСО, что должно положительно сказаться на признании оценки соответствия;
- забота о повышении качества деятельности по национальной стандартизации в развивающихся странах, где главное внимание уделяется выравниванию уровней стандартизации. В дальнейшем ИСО планирует расширить сферу предоставляемых технических услуг.

ИСО определены три приоритетные направления:

- содействие принятию широко используемых промышленных стандартов, разработанных за рамками ИСО, в качестве международных нормативных документов;
- выявление первоочередных потребностей в стандартизации, касающейся специальных областей;
- повышение гибкости планирования работ по созданию стандартов в ответ на изменяющиеся условия рынка и государств.

Кроме того, довольно быстро растущей областью международной стандартизации по-прежнему остаются услуги, где все шире будут применяться стандарты серии 9000.

Правительства ряда крупных стран передают ответственность за разработку и внедрение стандартов, применяемых для правительственных закупок (особенно оборонными ведомствами), в частный сектор. В этой связи ИСО изучает возможности международной стандартизации в неправительственном секторе. В перспективе будет возрастать значение сотрудничества ИСО, МЭК и МСЭ. Деятельность этих организаций способствует осуществлению эффективных программ стандартизации в области информационных технологий и телекоммуникаций. Потребители рассматривают это сотрудничество как позитивное, способствующее эффективной работе трех главных организаций по международной стандартизации.

Контрольные вопросы

1. Является ли МЭК (IEC) организацией по стандартизации?
2. Расшифруйте аббревиатуры: ИСО, МЭК, МСЭ.
3. Назовите основные задачи государственного надзора и контроля в области стандартизации.

Раздел 3. Основы сертификации.

3.1. ИСТОРИЧЕСКИЕ И ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ СЕРТИФИКАЦИИ.

3.1. Цели сертификации.

Сертификация – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров.

Сертификация осуществляется в целях:

- удостоверения соответствия продукции, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, сводам правил, условиям договоров;
- содействия приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на региональном и международном рынках;
- создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории Республики Узбекистан, а также для осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

3.1.2. Объекты сертификации.

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

Сертификация бывает двух видов:

- добровольная;
- обязательная.

Добровольная сертификация осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации. Добровольная сертификация может осуществляться для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, сводам

правил, системам добровольной сертификации, условиям договоров, рецептур и других документов, определяемых заявителем. Система добровольной сертификации обычно вводится для повышения спроса на продукцию за счет информации о высоком качестве и безопасности продукции, обеспечения более высокого взаимного доверия поставщиков и потребителей, больших возможностей потребителей в выборе продукции.

Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации на основании договора с заявителем. Схемы сертификации, применяемые для сертификации определенных видов продукции, устанавливаются соответствующим техническим регламентом. Обязательной сертификации подлежит большинство видов продукции и оборудования, как производимых в Узбекистане, так и импортируемых из-за рубежа. Соответствие продукции требованиям технических регламентов подтверждается сертификатом соответствия, выдаваемым заявителю органом по сертификации.

Сертификат соответствия – документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров. Для удостоверения соответствия различной продукции, работ или иных объектов техническим регламентам или стандартам, для помощи потребителя в выборе продукции или услуг, для повышения конкурентоспособности, а так же для обеспечения свободного перемещения товаров по территории Узбекистана существует подтверждение соответствия.

Подтверждение соответствия – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров.

Подтверждение соответствия осуществляется на основе принципов:

- доступности информации о порядке осуществления подтверждения соответствия заинтересованным лицам;
- недопустимости применения обязательного подтверждения соответствия к объектам, в отношении которых не установлены требования технических регламентов;
- установления перечня форм и схем обязательного подтверждения соответствия в отношении определенных видов продукции в соответствующем техническом регламенте;

- уменьшения сроков осуществления обязательного подтверждения соответствия и затрат заявителя;
- недопустимости принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия, в том числе в определенной системе добровольной сертификации;
- защиты имущественных интересов заявителей, соблюдения коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия;
- недопустимости подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией.

Подтверждение соответствия разрабатывается и применяется равным образом и в равной мере независимо от страны и места происхождения продукции.

Подтверждение соответствия на территории Республики Узбекистан может носить добровольный или обязательный характер. Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации.

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах:

- принятия декларации о соответствии (далее – декларирование соответствия);
- обязательной сертификации.

Декларирование соответствия – форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов.

Декларация о соответствии – документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение термину «сертификации».
2. Назовите цели сертификации.
3. Может ли СИ быть объектом сертификации?

3.2. ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ.

3.2.1. Органы и системы сертификации

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

Орган по добровольной сертификации:

- осуществляет подтверждение соответствия объектов добровольного подтверждения соответствия;
- выдает сертификаты соответствия на объекты, прошедшие добровольную сертификацию;
- предоставляет заявителям право на применение знака соответствия, если применение знака соответствия предусмотрено соответствующей системой добровольной сертификации;
- приостанавливает или прекращает действие выданных им сертификатов соответствия.

Знак соответствия – обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии объекта сертификации требованиям системы добровольной сертификации или национальному стандарту. Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации, аккредитованным в порядке, установленном Правительством Республики Узбекистан.

Орган по обязательной сертификации:

- привлекает на договорной основе для проведения исследований и измерений испытательные лаборатории, аккредитованные в порядке, установленном Правительством Республики Узбекистан;
- осуществляет контроль за объектами сертификации, если такой контроль предусмотрен соответствующей схемой обязательной сертификации и договором;
- ведет реестр выданных им сертификатов соответствия;
- информирует соответствующие органы государственного контроля за соблюдением требований технических регламентов о продукции, поступившей на сертификацию, но не прошедшей ее;
- выдает сертификаты соответствия, приостанавливает или прекращает действие выданных им сертификатов соответствия и информирует об этом республиканский орган исполнительной власти, организующий формирование и ведение единого реестра сертификатов соответствия, и

органы государственного контроля соблюдением требований технических регламентов;

- обеспечивает предоставление заявителям информации о порядке проведения обязательной сертификации;

- определяет стоимость работ по сертификации, выполняемых в соответствии с договором с заявителем в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом, принимает решение о продлении срока действия сертификата соответствия, в том числе по результатам проведенного контроля за сертифицированными объектами.

Системы сертификации

Система сертификации – совокупность правил выполнения работ по сертификации, ее участников и правил функционирования системы сертификации в целом.

Система добровольной сертификации может быть создана юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем или несколькими юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями.

Лицо или лица, создавшие систему добровольной сертификации, устанавливают перечень объектов, подлежащих сертификации, и их характеристик, на соответствие которым осуществляется добровольная сертификация, правила выполнения предусмотренных данной системой добровольной сертификации работ и порядок их оплаты, определяют участников данной системы добровольной сертификации. Системой добровольной сертификации может предусматриваться применение знака соответствия.

Система добровольной сертификации может быть зарегистрирована Республиканским органом исполнительной власти по техническому регулированию. Республиканский орган исполнительной власти по техническому регулированию ведет единый реестр зарегистрированных систем добровольной сертификации.

Система обязательной сертификации установлена Правительством Республики Узбекистан, на её основе действует орган по обязательной сертификации.

3.2.2. Аккредитация испытательных лабораторий

Аккредитация – официальное признание органом по аккредитации компетентности физического или юридического лица выполнять работы в

определенной области оценки соответствия.

Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий осуществляется в целях:

- подтверждения компетентности органов по сертификации и испытательных лабораторий, выполняющих работы по подтверждению соответствия;
- обеспечения доверия изготовителей, продавцов и приобретателей к деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий;
- создания условий для признания результатов деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий.

Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий, выполняющих работы по подтверждению соответствия, осуществляется на основе принципов:

- добровольности;
- открытости и доступности правил аккредитации;
- компетентности и независимости органов, осуществляющих аккредитацию;
- недопустимости ограничения конкуренции и создания препятствий пользованию услугами органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий;
- обеспечения равных условий лицам, претендующим на получение аккредитации;
- недопустимости совмещения полномочий на аккредитацию и подтверждение соответствия;
- недопустимости установления пределов действия документов об аккредитации на отдельных территориях.

Аккредитованные испытательные лаборатории проводят исследования и измерения продукции в пределах своей области аккредитации на условиях договоров с органами по сертификации. Органы по сертификации не вправе предоставлять аккредитованным испытательным лабораториям сведения о заявителе.

Аккредитованная испытательная лаборатория оформляет результаты исследований и измерений соответствующими протоколами, на основании которых орган по сертификации принимает решение о выдаче или об отказе в выдаче сертификата соответствия. Аккредитованная испытательная лаборатория обязана обеспечить достоверность результатов исследований и измерений.

3.2.3. Основы квалиметрии

Квалиметрия – это наука об измерении и количественной оценки качества всевозможных предметов и процессов, т.е. объектов реального мира. Квалиметрия является частью качества – комплексной науки о качестве, состоящей из квалитологии, т.е. общей теории качества, квалиметрии и учений об управлении качеством, в котором рассматриваются организационные, экономические и иные методы и средства влияния на качество объектов с целью повышения их способности удовлетворять существующие и будущие потребности людей.

Объектом квалиметрии может быть все, что представляет собой нечто цельное, что может быть вычленено для изучения, исследовано и познано.

Предметом квалиметрии является оценка качества в количественном его выражении.

Структура квалиметрии состоит из трех частей:

- *общая квалиметрия* или общая теория квалиметрии, в которой рассматриваются проблемы и вопросы, а также методы измерения и оценивания качеств;
- *специальные квалиметрии* больших группировок объектов, например, квалиметрии продукции, процессов, услуг, социального обеспечения, среды обитания и т.д. вплоть до качества жизни людей;
- *предметные квалиметрии* отдельных видов продукции, процессов и услуг, такие как квалиметрия машиностроительной продукции, строительных объектов, квалиметрия нефтепродуктов, труда, образования и т.д.

3.2.4. Качество продукции

Качество, в широком смысле этого понятия, объективная и наиболее обобщенная характеристика любого объекта.

Качество — это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

Так же, качество является показателем, отражающим совокупное проявление многих факторов— от динамики и уровня развития национальной экономики до умения организовать и управлять процессом формирования качества в рамках любой хозяйственной единицы.

Качество продукции не ограничивается только одним свойством, это совокупность свойств. Качество продукции оценивается на основе количественного измерения определяющих ее свойств.

Общепризнанна классификация на десять групп свойств и соответственно показателей:

- *показатели назначения* характеризуют полезный эффект от использования продукции по назначению (производительность) и обуславливают область применения продукции;
- *показатели надежности* — безотказность, сохраняемость, ремонтпригодность, а также долговечность изделия;
- *показатели технологичности* характеризуют эффективность конструкторско-технологических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении и ремонте продукции;
- *показатели стандартизации и унификации* — это насыщенность продукции стандартными, унифицированными и оригинальными составными частями, а также уровень унификации по сравнению с другими изделиями;
- *эргономические показатели* отражают взаимодействие человека с изделием и комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических и психологических свойств человека, проявляющихся при пользовании изделием;
- *эстетические показатели* характеризуют информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство исполнения и стабильность товарного вида изделия;
- *показатели транспортабельности* выражают приспособленность продукции для транспортирования;
- *патентно-правовые показатели* характеризуют патентную защиту и патентную чистоту продукции и являются существенным фактором при определении конкурентоспособности;
- *показатели безопасности* характеризуют особенности продукции для безопасности покупателя и обслуживающего персонала, т.е. обеспечивают безопасность при монтаже, обслуживании, ремонте, хранении, транспортировании, потреблении продукции.

Существуют две группы методов оценки качества товаров: объективные методы определения показателей качества и эвристические методы.

Объективные методы определения показателей качества

Измерительный (лабораторный, инструментальный) метод определения численных значений показателей качества основан на информации, получаемой при использовании технических средств измерений (измерительных приборов, реактивов и др.).

Достоинствами измерительного метода являются его *объективность и точность*. К недостаткам этого метода следует отнести сложность и длительность некоторых измерений, необходимость специальной подготовки персонала, приобретение сложного, часто дорогостоящего оборудования, а в ряде случаев и необходимость разрушения образцов.

При проведении инструментальной оценки и использовании полученных результатов следует учитывать, что результаты измерений дают приближенное значение измеряемой величины, т.е. могут содержать погрешности. Погрешности можно разделить на следующие группы:

- грубые (промахи);
- систематические;
- допустимые;
- случайные;
- ошибки выборки.

Регистрационный метод основан на наблюдении и подсчете числа определенных событий, случаев, предметов или затрат. Недостатком этого метода является его трудоемкость и в ряде случаев длительность проведения наблюдений.

Расчетный метод основан на получении информации расчетом. Показатели качества рассчитываются по математическим формулам, по параметрам, найденным другими методами, например измерительным.

Метод опытной эксплуатации является разновидностью регистрационного метода. Его используют, как правило, для определения показателей надежности, экологичности, безопасности. Метод опытной эксплуатации используют при оценке долговечности работы электрооборудования. Достоинством этого метода является высокая точность и достоверность значений показателей качества, а недостатками – продолжительность и большие затраты, а в некоторых случаях сложность моделирования условий эксплуатации.

Эвристические методы определения показателей качества

Органолептический метод основывается на использовании информации, получаемой в результате анализа ощущений и восприятий с помощью органов чувств человека – зрения, обоняния, слуха, осязания, вкуса. Разновидностью органолептического метода являются сенсорный, дегустационный и др. методы. Сенсорный анализ применяется для оценки качества продуктов питания. Дегустационный метод предполагает апробирование пищевых продуктов.

Социологический метод определения показателей качества основан на сборе и анализе мнений потребителей. Сбор мнений потребителей

осуществляется различными способами: устный опрос; распространение анкет-вопросников, организация выставок-продаж, конференций, аукционов.

Статистические методы контроля и управления качеством основаны на определении значений показателей качества продукции с использованием методов теории вероятности и математической статистики. Статистические методы применяются в системах качества, при сертификации продукции систем качества.

Экспертный метод – определения показателей качества основан на учете мнений специалистов-экспертов.

Экспертный метод оценки качества продукции

Эксперт – это специалист, компетентный в решении конкретной задачи. Этот метод применяют в тех случаях, когда показатели качества не могут быть определены другими методами из-за недостаточного количества информации, необходимости разработки специальных технических средств и т.п. Экспертный метод является совокупностью нескольких различных методов, которые представляют собой его модификации. Известные разновидности экспертного метода применяются там, где основой решения является коллективное решение компетентных людей (экспертов). Квалификация эксперта определяется не только знанием предмета обсуждения. Учитываются специфические возможности эксперта. Например, в пищевой промышленности при оценке качества продуктов питания учитывают возможности эксперта воспринимать вкус, запах, а также его состояние здоровья. Эксперты, оценивающие эстетические и эргономические показатели качества, должны быть хорошо осведомлены в области художественного конструирования. При использовании экспертного метода для оценки качества формируют рабочую и экспертную группы. Рабочая группа организует процедуру опроса экспертов, собирает анкеты, обрабатывает и анализирует экспертные оценки. Экспертная группа формируется из высококвалифицированных специалистов в области создания и использования оцениваемой продукции: товароведы, маркетологи, дизайнеры, конструкторы, технологи и др. Желательно, чтобы экспертная группа формировалась не для одной экспертизы, а как постоянно функционирующий орган с достаточно стабильным составом экспертов.

Контрольные вопросы

1. В какую группу методов определения качества входит экспертный метод?
2. Назовите метод определения качества, основанный на получении информации расчетом.
3. Дайте определение эксперта.

ГЛОССАРИЙ

Аккредитация (испытательной лаборатории или органа по сертификации) - процедура, посредством которой уполномоченный в соответствии с законодательными актами Республики Узбекистан официально признает возможность выполнения испытательной лабораторией или органом по сертификации конкретных работ в заявленной области.

Заявитель - предприятие, организация, лицо, обратившиеся с заявкой на проведение аккредитации или сертификации.

Знак соответствия - зарегистрированный в установленном порядке знак, который по правилам, установленным в данной системе сертификации, подтверждает соответствие маркированной им продукции установленным требованиям.

Идентификация продукции - процедура, посредством которой устанавливают соответствие представленной по сертификации продукции требованиям, предъявляемым к данному виду (типу) продукции (в нормативной и технической документации, в информации о продукции).

Инспекционный контроль за соблюдением правил сертификации (за деятельностью аккредитованных органов по сертификации, испытательных лабораторий) - проверка, осуществляемая с целью установления, что деятельность органов по сертификации и испытательных лабораторий продолжает соответствовать правилам системы.

Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией - контрольная оценка соответствия, осуществляемая с целью установления, что продукция продолжает соответствовать заданным требованиям, подтвержденным при сертификации.

Испытательная лаборатория (испытательный центр) - лаборатория (центр), которая проводит испытания (отдельные виды испытаний) определенной продукции (далее испытательная лаборатория).

Качество товара - совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности общества в соответствии с ее назначением.

Контроль качества продукции - проверка соответствия качества установленным требованиям. Различают входной, операционный, приемочный и инспекционный контроль.

Маркетинг - система организации и управления деятельностью фирмы, направленная на обеспечение максимального сбыта ее продукции, достижение высокой эффективности экспортных изделий и расширение рыночной доли. **Маркировка** - нанесение на продукцию, тару, упаковку условных рисунков, цифровых, буквенно-числовых или символических знаков, обозначающих наименование предприятия-изготовителя, его местонахождение и подчиненность, марку, сорт изделия и др.

Орган по сертификации - орган, проводящий сертификацию соответствия определенной продукции. В случае выполнения одним юридическим лицом функций исполнительной лаборатории и органа по сертификации можно

использовать термин "сертификационный центр" или "центр по сертификации".

Показатели качества продукции - показатели, количественно характеризующие пригодность продукции удовлетворять те или иные потребности общества. Они могут быть единичными и комплексными.

Продукция - совокупность продуктов производства или отдельный продукт производства.

Промышленный ассортимент - перечень товаров, выпускаемых предприятием или отраслью.

Сертификация обязательная - сертификация, которая преследует цель обеспечить безопасность и экономичность продукции. Проводится по инициативе государства.

Сертификация продукции - комплекс действий, в результате которых с помощью специального документа - сертификата (или знака соответствия) подтверждается соответствие требованиям международных, национальных стандартов стран-импортеров продукции, государственных стандартов.

Сертификация добровольная - сертификация, которая проводится по инициативе предприятия-изготовителя, при этом преследуется цель повысить конкурентоспособность своей продукции. Производится по требованию продавца, а также потребителя.

Качество – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности.

Сертификация - процедура, посредством которой третья сторона дает письменную гарантию, что продукция, процесс или услуга соответствуют заданным требованиям.

Система сертификации – совокупность участников сертификации и правил управления и процедур для осуществления сертификации.

Способ (форма, схема) сертификации - определенная совокупность действий, официально принимаемая (устанавливаемая) в качестве доказательства соответствия продукции заданным требованиям.

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

Орган по сертификации - орган, проводящий сертификацию продукции, процессов или услуг.

Испытательная лаборатория - организация, которая проводит испытания (отдельные виды испытаний) определенной продукции. Несколько испытательных лабораторий могут быть объединены общей сферой деятельности и единым руководством. В этом случае применяется термин «испытательный центр».

Эксперт по сертификации - специалист, аттестованный в установленном порядке для проведения работ по сертификации в определенной области.

ХАССП (Анализ Рисков и Критических Контрольных Точек) - это концептуально простая система, с помощью которой предприятия,

производящие продовольственные продукты, могут идентифицировать и оценивать риски, влияющие на безопасность выпускаемой ими пищевых продуктов, внедрять механизмы технологического контроля, необходимые для профилактики возникновения или сдерживания рисков в допустимых рамках, следить за функционированием контрольных механизмов и вести текущий учет.

Испытательная лаборатория (испытательный центр) - лаборатория (центр), которая проводит испытания (отдельные виды испытаний) определенной продукции.

Идентификация продукции — процедура, посредством которой устанавливают соответствие продукции, подлежащей подтверждению соответствия, требованиям, предъявляемым к данному виду (типу) продукции в нормативной и технической документации, в информации о продукции. **Инспекционный контроль** - систематическое наблюдение за объектом подтверждения соответствия как основа для поддержания правомерности заявления о соответствии (декларации о соответствии или сертификата соответствия).

Корректирующие действия направлены на устранение причин несоответствия, а в некоторых случаях - возможных последствий от реализации или использования продукции, находящейся у пользователя.

Метрология — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способы достижения требуемой точности.

Гносеология — (древнегреческое "гносис" — знание, "логос" — речь, слово, наука, учение), теория познания. Измерения являются инструментом познания, поэтому наука об измерениях названа метрологией ("метрос" — мера).

Метр — расстояние, проходимое в вакууме плоской электромагнитной волной за $1/299792458$ долю секунды.

Секунда — равна 9192631770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

Единство измерений - состояние изменений, при котором их результаты выражены в указанных единицах величин и погрешностей, которые не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

Проверка СИ - совокупность операций, выполняемых органами метрологической службы с целью определения и подтверждения соответствия СИ установленным техническим требованиям.

Калибровка СИ - совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению СИ, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору. Калибровке могут подвергаться СИ, не подлежащие проверке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе, при эксплуатации, прокате и продаже.

Аккредитация на право проверки СИ - официальное признание уполномоченным на то государственным органом права на выполнение поверочных работ.

Лицензия на изготовление (ремонт, продажу)

СИ — документ, удостоверяющий право заниматься указанными видами деятельности, 96

выдаваемый юридическим и физическим лицам органом государственной и метрологической службы.

Сертификат об утверждении — документ, выдаваемый государственным органом, удостоверяющим, что данный тип СИ утвержден в порядке, предусмотренном действующим законодательством и соответствует установленным требованиям.

Сертификат о калибровке — документ, удостоверяющий факт и результаты калибровки СИ, который выдается организацией, осуществляющей калибровку. Результат калибровки удостоверяется также калибровочным знаком и записью в эксплуатационные документы.

Рабочее средство измерения - прибор или оборудование используемые для измерений на производстве.

Эталонное средство измерения - прибор или оборудование используемые только для поверки рабочих средств измерений и эталонов.

Методика выполнения измерений (МВИ) должна описываться как совокупность методов, технических средств, правил подготовки и проведения измерений и представления их результатов.

Измерения, выполненные с помощью технических средств, принято называть **инструментальными**.

Измерения, в основе которых заложено использование чувств человека называют **органолептическими** (используют зрение, осязание, слух, обоняние, вкус).

Класс точности — относительная погрешность, выраженная в процентах. Обычно значения класса точности выбираются из ряда: 0,1; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5.

Аккредитация – 1) официальное признание того, что испытательная лаборатория правомочна осуществлять испытания или конкретные типы испытаний продукции;

2) процедура, посредством которой уполномоченный в соответствии с законодательными актами орган официально признает возможность выполнения испытательной лабораторией или органом по сертификации конкретных работ в заявленной области.

Аккредитующий орган – орган, который управляет системой аккредитации и проводит аккредитацию организаций, являющихся объектами аккредитации.

Аттестат аккредитации – документ, выданный аккредитующим органом и регистрирующий факт официального признания компетентности организации в определенной области деятельности (либо независимости и компетентности).

Аттестация организации – проверка организации с целью определения ее соответствия критериям аккредитации.

Безопасность – отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба.

Ведение классификатора – комплекс работ, направленных на своевременное внесение изменений во все документы, с ним связанные, доведение этих изменений до пользователей.

Взаимозаменяемость – пригодность одного изделия, процесса или услуги быть использованным для замены другого изделия, процесса, услуги с целью выполнения одних и тех же требований (норм, правил). Различают геометрическую взаимозаменяемость, связанную с размерами изделия, детали и т. п.; функциональную взаимозаменяемость, связанную с возможностью выполнения изделием той же функции.

Глобальный маркетинг – одна из концепций международного маркетинга. Комплекс маркетинга, применяемый организацией для осуществления деятельности наднациональных рынках (рыночных сегментах), характеризующихся сходной реакцией на ее предложения, стандартизирован (обычно с элементами адаптации к национальным особенностям).

Государственный реестр систем сертификации – официальный перечень зарегистрированных систем сертификации.

Государственный эталон единицы величины – эталон единицы величины, признанный решением уполномоченного на то государственного органа в качестве исходного на территории государства.

Доаккредитация – расширение области аккредитации какой-либо аккредитованной организации.

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

Защита продукта – сохранность продукции в условиях воздействия климатических или других неблагоприятных факторов при ее использовании, транспортировке или хранении.

Заявитель – предприятие, организация, лицо, обратившееся с заявкой на проведение аккредитации или сертификации.

Знак соответствия – зарегистрированный в законодательном порядке сертификационный знак, используемый согласно порядку сертификации третьей стороной для продукции (услуги), находящейся в полном

соответствии с требованиями нормативного документа, применяемого при сертификации.

Идентификация — процедура, посредством которой устанавливается соответствие продукции требованиям, которые предъявляются к ней (к данному виду или типу) в нормативных или информационных документах.

Изменение к стандарту — модификация, дополнение или исключение определенных разделов (частей фрагментов) нормативного документа. Результаты изменения публикуются отдельно в виде перечня (листка) изменений.

Измерительная техника — совокупность технических средств и методик проведения измерений.

Инспекционный контроль аккредитованной организации — проверка, проводимая аккредитующим органом, с целью выяснить, что деятельность аккредитованной организации продолжает соответствовать установленным требованиям.

Инспекционный контроль за сертифицированной продукцией — контрольная оценка соответствия, цель которой установить, что продукция продолжает соответствовать заданным требованиям, подтвержденным при сертификации.

Квалификационные испытания — метод оценки работы лаборатории путем проведения параллельных таких же испытаний в другой аналогичной лаборатории (межлабораторных испытаний).

Комплекс маркетинга — совокупность управляемых составляющих маркетинговой деятельности организации или рыночная политика, «маркетинг-микс» (marketing mix).

Составляющими комплекса маркетинга являются: товарная политика (product), продвижение товара на рынок (promotion), ценовая политика (price), сбытовая политика (place) и кадровая политика (personal). Маркетинг-микс называют также концепцией «5Р».

Консенсус — согласие, характеризующееся отсутствием возражений по существенным вопросам в процессе принятия нормативного документа (стандарта) у большинства заинтересованных сторон. Консенсус не предполагает полного единодушия.

Критерии аккредитации — требования, используемые аккредитующим органом, которым должна отвечать организация, чтобы быть аккредитованной.

Маркетинговые исследования — систематическое определение данных, необходимых для анализа и решения стоящих перед организацией задач, сбор информации, ее изучение, обработка и представление результатов.

Международная организация по стандартизации — организация, членство в которой открыто для соответствующего национального органа любой страны.

Метод измерений — сочетание принципов и средств измерений, соответствующих выбранному принципу.

Метод испытания – установленные технические правила проведения испытаний.

Методика испытаний – техническая процедура для определения одной или нескольких специфических характеристик материала или изделия.

Мультинациональный маркетинг – одна из концепций международного маркетинга. Комплекс маркетинга дифференцирован и адаптирован для каждого из целевых рыночных сегментов, характеризующихся выявляемыми отличительными особенностями (национальными, культурными, традиционными и пр.).

Недифференцированный маркетинг – стратегия маркетинга, направленная на весь рынок с одним и тем же предложением в противовес разработке отдельного предложения для каждого (выбранного в качестве целевого) сегмента.

Новое издание стандарта – новое печатное издание нормативного документа, включающее изменения к предыдущему изданию, даже если в текст стандарта внесено только содержание листка поправок (листка изменений).

Нормативный документ – документ, в котором изложены установленные в процессе стандартизации правила, принципы, характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов, доступные широкому кругу заинтересованных в нем пользователей.

Нотификация – официальное уведомление по какому-либо международному вопросу. Здесь – по вопросу, касающемуся международной стандартизации.

Охрана окружающей среды – защита среды обитания от неблагоприятного воздействия продукции, процессов и услуг.

Оценка соответствия – любая процедура, прямо или косвенно используемая для определения соответствия продукции требованиям технических регламентов или стандартов. Наиболее часто соответствие подтверждается сертификацией.

К процедуре оценки соответствия могут быть отнесены: отбор проб, испытания, контроль, регистрация, аккредитация, утверждение (принятие), а также их сочетание.

Переиздание стандарта – новое печатное издание нормативного документа без изменений.

Пересмотр стандарта – внесение всех необходимых изменений в содержание и оформление нормативного документа. Результаты пересмотра представляются путем опубликования нового издания стандарта.

Петля качества – схематическая модель взаимозависимых видов деятельности, влияющих на качество продукции (услуги) на всех стадиях ее жизненного цикла – от определения потребности и проектирования до утилизации.

План по стандартизации – программа работы органа, занимающегося стандартизацией, в которой перечисляются названия текущих работ по стандартизации.

Позиционирование товара – определение его места на рынке в условиях конкуренции с другими аналогичными предложениями с учетом изученных потребительских предпочтений и политики конкурентов.

Поправка к стандарту – устранение из опубликованного текста опечаток, лингвистических и т. п. ошибок. Результаты поправки представляются опубликованием отдельного листка либо новым изданием стандарта.

Признанное техническое правило – техническое положение, которое по признанию большинства компетентных специалистов в процессе разработки и принятия стандарта или другого нормативного документа отражает передовые научно-технические достижения.

Применение нормативного документа – использование его в производстве, торговле или других сферах, касающихся продукции, процессов, услуг.

Принцип измерений – использование определенной физической величины (явления) для получения результата измерения. Например, измерение температуры с использованием термоэлектрического эффекта.

Программа качества – документ, который регламентирует конкретные мероприятия по улучшению качества, распределение ресурсов и последовательность действий, относящихся к продукции (услуге, проекту).

Проект стандарта – предлагаемый вариант нормативного документа, предназначенный для широкого обсуждения, голосования или принятия в качестве стандартов.

Прослеживаемость – возможность проверки наличия составляющих системы обеспечения качества, при этом они должны не только реализоваться практически, но и быть документально оформлены.

В отношении продукции прослеживаемость означает возможность проследить за использованием, местонахождением и соответствием единицы продукции определенным нормам посредством идентификации.

Размер физической величины – количественная определенность физической величины, присущая конкретному материальному объекту (явлению, процессу). Истинный размер есть объективная реальность, не зависящая от измерений.

Разрядный (рабочий) эталон – эталон (средство измерения), который применяется для поверки рабочих средств измерений.

Региональная организация по стандартизации – организация, членство в которой открыто для соответствующего национального органа каждой страны только одного географического, политического или экономического региона.

Рециклинг – повторное промышленное использование отходов производства и потребления. Знак рециклинга означает возможность переработки отходов или то, что товар получен из вторичного сырья.

Сегментация – процесс выделения на рынке групп потребителей, предъявляющих однородные (сходные) требования к предлагаемым товарам.

Сертификационный центр – юридическое лицо, уполномоченное одновременно выполнять функции органа по сертификации и испытательной лаборатории.

Сигнальная информация – совокупность сведений об основных публикуемых периодических изданиях того или иного наименования. Часто ограничивается перечнем заголовков статей.

Система аккредитации – система, обладающая собственными правилами процедуры и управления для осуществления аккредитации объектов.

Система обеспечения качества – совокупность организационной структуры, процедур, процессов, ресурсов, ответственности работников. Составляющие (мероприятия, элементы) системы качества должны быть прослеживаемы на всех участках петли качества.

Система управления качеством окружающей среды – часть общей системы управления, которая включает организационную структуру, деятельность по планированию, распределению ответственности, практическую работу, процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, достижения целей, оценки достигнутого в рамках реализации экологической политики.

Совместимость – пригодность продукции, процессов или услуг к совместному, но не вызывающему нежелательных взаимодействий использованию для выполнения установленных требований при заданных условиях.

Соответствие назначению – способность изделия, процесса или услуги выполнять определенные функции при заданных условиях.

Средства контроля (испытаний, измерений, анализа) – установки, приборы, приспособления, инструменты, которые характеризуются техническими показателями (диапазоны измерений, систематическая погрешность), необходимыми для обеспечения контроля с требуемой точностью.

Если контроль проводится химическим методом, к средствам добавляются еще и реактивы с данными об их свойствах, составе, степени чистоты. Оборудование и реактивы могут быть стандартизованными или изготовленными специально для конкретного испытания.

Срок действия стандарта – период времени от даты введения в действие нормативного документа до момента его отмены. Решение о введении и отмене принимает ответственный за стандартизацию орган, принявший этот документ.

Схема сертификации (форма, способ) – определенная совокупность действий, официально принимаемая в качестве доказательства соответствия продукции заданным требованиям.

Тезаурус – словарь, в котором максимально полно представлены термины с примерами их употребления.

Требования к маркировке касаются места ее нанесения (на продукцию, ярлыки, упаковку и на тару); способа нанесения (гравировка, штамповка и др.) и содержания.

В случае необходимости используют предупредительную маркировку, касающуюся условий применения, транспортировки, хранения, пожаро- и взрывоопасное продукта, сроков периодического осмотра (контроля состояния) и т. п.

Требования к приемке являются по существу правилами, которые устанавливают обязательные условия к приемке продукции по качеству и количеству, виды и программы испытаний или контроля качества (количества).

Требования к транспортировке и хранению устанавливают условия, которые необходимо соблюдать в процессе перевозок и хранения продукции с целью обеспечения сохранности ее качества, количества, безопасности. Условия (правила) касаются: видов транспорта и транспортных средств, допустимых внешних воздействий на продукт (механические, климатические и др.), места хранения, условий складирования, особых правил и сроков хранения (для отдельных видов продукции).

Требования к упаковке устанавливают количество единиц продукции в одной упаковке, требования к упаковочным материалам, к способу упаковывания в зависимости от условий транспортировки и хранения и т. д.

Требования надежности – требования по выполнению продукцией своих функций с заданной эффективностью в определенном интервале времени и сохранению их в процессе транспортировки, хранения, ремонта.

Количественные параметры надежности– безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.

Требования назначения – требования к свойствам продукции, характеризующим ее основные функции, для выполнения которых она предназначена в заданных условиях. Сюда же относят совместимость и взаимозаменяемость.

В зависимости от вида продукции требования назначения могут относиться к производительности, точности и скорости обработки (станок); содержанию основного вещества, примесей, добавок, калорийности (пищевой продукт). Совместимость может быть функциональной, геометрической, биологической, электромагнитной, электрической, программной и др.

Требования по эксплуатации (ремонту, утилизации) касаются правил подготовки и ввода в эксплуатацию, порядка монтажа (для соответствующих изделий), технического обслуживания основных условий использования. Выполнение этих требований обеспечит работоспособность и безопасность продукта в соответствии с его качественными характеристиками.

Требования ресурсосбережения – требования к экономному использованию сырья, материалов, топлива, энергии, трудовых ресурсов при производстве продукции и при регламентированном режиме использования продукта по назначению. Количественными показателями этих требований могут быть:

удельный расход сырья, материалов, энергии и т. п., а также коэффициент полезного действия, трудоемкость по отношению к единице потребительских свойств и т. п.

Требования технологичности характеризуют приспособленность продукции к переработке, эксплуатации, ремонту с минимальными затратами при задуманных значениях параметров качества.

Требования эргономики – требования к обеспечению согласованности технических характеристик продукции с характеристиками и свойствами человеческого организма, размерами и особенностями фигуры человека.

Туристический продукт – право на тур, предназначенное для реализации туристу.

Унификация – оптимизация количества размеров или видов продукции, процессов или услуг, необходимых для удовлетворения основных потребностей. Унификация, как правило, связана с сокращением многообразия. В русской версии термин «унификация» обычно понимают как приведение к единообразию технических характеристик изделий, документации, терминов, обозначений и т. п.

Уровень развития научно-технического прогресса – результат обобщенных достижений науки, техники и практического опыта применительно к продукции, процессам, услугам в определенной области.

Услуга как объект стандартизации включает как услуги и условия для обслуживания населения, так и производственные услуги для предприятий и организаций.

Центр по сертификации (сертификационный центр) – юридическое лицо, выполняющее одновременно функции испытательной лаборатории и органа по сертификации.

Экологический аспект деятельности – элемент деятельности организации, ее продукции или услуг, связанный с взаимодействием с окружающей средой.

Эксперт по аккредитации – лицо, осуществляющее все или отдельные функции по аккредитации и аттестации организаций, компетентность которого признана аккредитующим органом.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Ч.I. Общая теория измерений: учеб.-мет. комплекс (учеб. пособие), 3-е изд., перераб. и доп., / И.Ф. Шишкин. – СПб.: Изд-во СЗТУ, 2008. – 189 с.
2. Федюкин В.К. Основы квалиметрии. – М.: Изд-во «ФИЛИНЪ», 2004. – 296с.
3. Galyer J.F.W., Shotbolt C.R. Metrology for engineers
4. Dominique Placko. Metrology in Industry - The Key for Quality (Malestrom)
5. Duvernoi J., Dubois A. Training material on metrology and calibration
6. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация, сертификация. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2003 – 432 с.
7. Ким К.К. Метрология, стандартизация, сертификация. – С-Пб.: Питер, 2006. – 367 с.
8. Тартаковский Д. Ф., Ястребов А. С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов — М.: Высш. шк., 2001
9. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник для бакалавров — М.: Юрайт; ИД Юрайт, 2013
10. Новиков Г. А. Основы метрологии / Учеб. пособие — Ульяновск: УлГТУ, 2010
11. Закон Республики Узбекистан «О метрологии»
12. Закон Республики Узбекистан «О стандартизации»
13. Бурдун Г.Д., Марков Б.Н. Основы метрологии: Учеб. Пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 312 с.
14. www.metrolog.aci.uz
15. www.standart.uz

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Раздел I. Введение. Основные термины и определения метрологии.	
Системы физических величин и единиц.....	6
1.1. Цели и задачи курса, основные тематические разделы курса.....	6
1.2. Теоретические основы метрологии.....	19
1.3. Основные понятия теории погрешностей.....	33
1.4. Единство измерений. Эталоны единиц физических величин.....	43
1.5. Средства измерений	63
Раздел II. Основы стандартизации.....	75
2.1. Исторические и правовые основы стандартизации	75
2.2. Государственная система стандартизации	81
Раздел III. Основы сертификации.....	89
3.1. Исторические и правовые основы сертификации	89
3.2. Государственная система сертификации	92
ГЛОССАРИЙ.....	99
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	110

FOR AUTHOR USE ONLY

**More
Books!**



yes
I want morebooks!

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at
www.morebooks.shop

Покупайте Ваши книги быстро и без посредников он-лайн – в одном из самых быстрорастущих книжных он-лайн магазинов! окружающей среде благодаря технологии Печати-на-Заказ.

Покупайте Ваши книги на
www.morebooks.shop

KS OmniScriptum Publishing
Brivibas gatve 197
LV-1039 Riga, Latvia
Telefax: +371 686 204 55

info@omniscryptum.com
www.omniscryptum.com

OMNIScriptum



FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY