

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

1. Шкала измерений. Виды шкал измерений

В практической деятельности необходимо проводить измерения различных величин, характеризующих свойства тел, веществ, явлений и процессов. Некоторые свойства проявляются только качественно, другие – количественно. Разнообразные проявления (количественные или качественные) любого свойства образуют множества, отображения элементов которых на упорядоченное множество чисел или в более общем случае условных знаков образуют *шкалы измерения* этих свойств. Шкала измерений количественного свойства является шкалой физической величины. Термины и определения теории шкал измерений изложены в документе МИ 2365-96.

Шкала измерений – это упорядоченная совокупность значений физической величины, которая служит основой для ее измерения. В метрологической практике известны, пять основных разновидностей шкал.

1.1 Шкала наименований

Шкала наименований (шкала классификации) (рис. 1) – 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 атласа 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.

Это самый простой тип шкал, основанный на приписывании качественным свойствам объектов чисел, играющих роль наименований.

Такие шкалы измерений в метрологии используются для классификации эмпирических объектов, свойства которых проявляются только в отношении эквивалентности эти свойства нельзя считать физическими величинами, поэтому шкалы такого вида, но являются шкалами ФВ. Номинальные шкалы, или, как их еще называют шкалы наименований так же называют шкалами измерений, или шкалами классификаций. Это самый простой тип шкал, основанный на приписывании качественным свойствам объектов чисел, играющих роль имен.



Рисунок 1 – Пример номинальной шкалы (атлас цветов)

В номинальных шкалах, в которых отнесение отражаемого свойства к тому или иному классу эквивалентности осуществляется с использованием органов чувств человека, наиболее адекватен результат, выбранный большинством экспертов. При этом большое значение имеет правильный выбор классов эквивалентной шкалы - они должны надежно различаться наблюдателями, экспертами, оценивающими данное свойство. Нумерация объектов по шкале наименований осуществляется по принципу: "не приписывай одну и ту же цифру разным объектам". Числа, приписанные объектам, могут быть использованы для определения вероятности или

частоты появления данного объекта, но их нельзя использовать для суммирования и других математических операций.

1.2 Шкала порядка

Шкала порядка (шкала рангов) – характеризует значение измеряемой величины в баллах (шкала землетрясений, силы ветра, твердости физических тел и т.п.). Широкое распространение получили шкалы порядка с нанесенными на них опорными (реперными) точками. К таким шкалам, например, относится шкала Мооса для определения твердости минералов, которая содержит 10 опорных минералов с условными различными числами твердости: тальк – 1; гипс – 2; кальций – 3; флюорит – 4; апатит – 5; ортоклаз – 6; кварц – 7; топаз – 8; корунд – 9; алмаз – 10. Отнесение минерала к той или иной градации твердости осуществляется на основании эксперимента, который состоит в том, что испытываемый материал царапается опорным. Если после царапанья испытываемого минерала кварцем (7) на нем остается след, а после ортоклаза (6) – не остается, то твердость испытываемого материала составляет более 6, но менее 7.

Недостатком данных шкал является неопределенность интервалов между опорными точками. Например, по шкале твердости, в которой одна крайняя точка соответствует наиболее твердому минералу – алмазу, а другая наиболее мягкому – тальку, нельзя сделать заключение о соотношении эталонных материалов по твердости. Так, если твердость алмаза по шкале 10, а кварца – 7, то это не означает, что первый тверже второго в 1,4 раза. Определение твердости путем вдавливания алмазной пирамиды показывает, что твердость алмаза 10060, а кварца – 1120, т.е. в 9 раз больше.

Если свойство данного эмпирического объекта проявляется себя в отношении эквивалентности и порядка по возрастанию или убыванию количественного проявления свойства, то для него может быть построена

шкала порядка. Она является монотонно возрастающей или убывающей и позволяет установить отношение больше/меньше между величинами, характеризующими указанное свойство. В шкалах порядка существует или не существует нуль, но принципиально нельзя ввести единицы измерения, так как для них не установлено отношение пропорциональности и соответственно нет возможности судить во сколько раз больше или меньше конкретные проявления свойства.

В случаях, когда уровень познания явления не позволяет точно установить отношения, существующие между величинами данной характеристики, либо применение удобно и достаточно для практики, используют условные (эмпирические) шкалы порядка. Условная шкала - это шкала ФВ, исходные значения которой выражены в условных единицах. Пример шкалы порядка - шкала вязкости Энглера, 12-балльная шкала Бофорта для силы морского ветра (рис. 2).

| Название ветрового режима | Скорость ветра (км/ч) | Баллы | Признаки |
|---------------------------|-----------------------|-------|-----------------------------|
| Затишье | 0 - 1,6 | 0 | Дым идёт прямо |
| Лёгкий ветерок | 3,2 - 4,8 | 1 | Дым изгибается |
| Лёгкий бриз | 6,4 - 11,3 | 2 | Листья шевелятся |
| Слабый бриз | 12,9 - 19,3 | 3 | Листья двигаются |
| Умеренный бриз | 20,9 - 28,9 | 4 | Листья и пыль летят |
| Свежий бриз | 30,6 - 38,6 | 5 | Тонкие деревья качаются |
| Сильный бриз | 40,2 - 49,9 | 6 | Толстые деревья качаются |
| Сильный ветер | 51,5 - 61,1 | 7 | Стволы деревьев изгибаются |
| Буря | 62,8 - 74,0 | 8 | Ветви ломаются |
| Сильная буря | 75,5 - 86,9 | 9 | Черепица и трубы срываются |
| Полная буря | 88,5 - 101,4 | 10 | Деревья вырываются с корнем |
| Шторм | 103,0 - 120,7 | 11 | Везде повреждения |
| Ураган | Более 120,7 | 12 | Большие разрушения |

Рисунок 2 - Пример шкалы порядка (шкала Бофорта)

В условных шкалах одинаковым интервалам между размерами данной величины не соответствуют одинаковые размерности чисел, отображающих

размеры. С помощью этих чисел можно найти вероятности, моды, медианы, квантили, однако их нельзя использовать для суммирования, умножения и других математических операций. Определение значения величин при помощи шкал порядка нельзя считать измерением, так как на этих шкалах не могут быть введены единицы измерения.

Операцию по приписыванию числа требуемой величине следует считать *оцениванием*. Оценивание по шкалам порядка является неоднозначным и весьма условным, о чем свидетельствует рассмотренный пример

Значения, получаемые с помощью шкал порядка нельзя использовать для суммирования, умножения и других математических операций.

1.3 Шкала интервалов

Шкала интервалов (разностей) – имеет условные нулевые значения, единицу измерения, а интервалы устанавливаются по согласованию. Такими шкалами являются, шкала времени, шкала длины, летоисчисление по различным календарям, в которых за начало отсчета принято либо сотворение мира, либо Рождество Христово и т.д. Температурные шкалы Цельсия. Фаренгейта и Реомюра также являются шкалами интервалов.

В шкале Цельсия за начало отсчета принята температура таяния льда, а в качестве опорной точки – температура кипения воды. Одна сотая часть этого интервала является единицей температуры (градус Цельсия). В температурной шкале Фаренгейта за начало отсчета принята температура таяния смеси льда и нашатырного спирта (или поваренной соли), а в качестве опорной точки взята нормальная температура тела здорового человека. За единицу температуры (градус Фаренгейта) принята одна девяносто шестая часть основного интервала. По этой шкале температура таяния льда равна + 32°F, а температура кипения воды + 212°F. Таким образом, если по шкале

Цельсия разность между температурой кипения воды и таяния льда составляет 100°C , то Фаренгейту она равна 180°F . На этом примере видим роль принятой шкалы как в количественном значении измеряемой величины, так и в аспекте обеспечения единства измерений. В данном случае требуется находить отношение размеров единиц, чтобы можно было сравнить результаты измерений, т.е. $\text{t}^{\circ}\text{F} / \text{t}^{\circ}\text{C}$.

Эти шкалы измерений в метрологии являются дальнейшим развитием шкал порядка и применяются для объектов, свойства которых удовлетворяют отношениям эквивалентности, порядка и аддитивности. Шкала интервалов состоит из одинаковых интервалов, имеет единицу измерения и произвольно выбранное начало – нулевую точку. Пример шкалы интервалов – летоисчисление по различным календарям, в которых за начало отсчета принято либо сотворение мира, либо рождество Христово и т.д. Температурные шкалы Цельсия, Фаренгейта и Реомюра также являются шкалами интервалов (рис. 3).



Рисунок 3 – Пример шкалы интервалов (Температурные шкалы Цельсия и Фаренгейта)

1.4 Шкала отношений

Шкала отношений – имеет естественное нулевое значение, а единица измерений устанавливается по согласованию. Например, шкала массы, начинаясь от нуля, может быть градуирована по-разному в зависимости от требуемой точности взвешивания.

Шкала отношений описывает свойства эмпирических объектов, которые удовлетворяют отношениям эквивалентности, порядка и аддитивности (шкалы второго рода - аддитивные), а в ряде случаев и пропорциональности (шкалы первого рода - пропорциональные). Пример шкалы отношений - шкала массы (второго рода), термодинамической температуры (первого рода).

В шкалах отношений существует однозначный естественный критерий нулевого количественного проявления свойства и единица измерений, установленная по соглашению. С формальной точки зрения этот вид шкал измерений является шкалой интервалов с естественным началом отсчета. К значениям, полученным по этой шкале, применимы все арифметические действия, что имеет важное значение при измерении физических величин.

1.5 Абсолютные шкалы

Под абсолютными шкалами понимают шкалы, обладающие всеми признаками шкал отношений, но дополнительно имеющие естественное однозначное определение единицы измерения и не зависящие от принятой системы единиц измерения. Такие шкалы (рис. 4) соответствуют относительным величинам: коэффициенту усиления, ослабления и др.

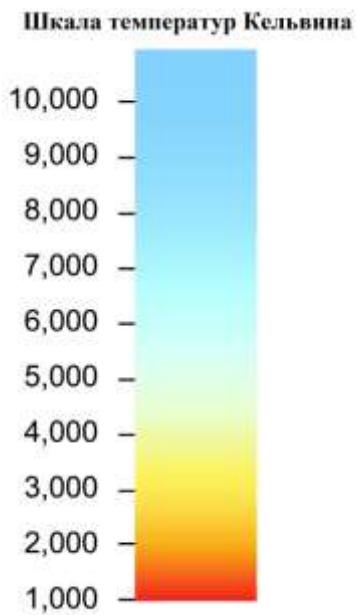


Рисунок 4 – Пример абсолютной шкалы (шкала температур Кельвина)

Отметим, что шкалы наименований и порядка называют *неметрическими (концептуальными)*, а шкалы интервалов и отношений – *метрическими (материальными)*. Метрические и абсолютные шкалы относятся к разряду линейных. Практическая реализация шкал измерений в метрологии осуществляется путем стандартизации как самих шкал и единиц измерений, так и, в необходимых случаях, способов и условий их однозначного воспроизведения.

2. Стандартизация и обеспечение безопасности

Одной из целей стандартизации является обеспечение обороны страны и безопасности государства. Эта цель достигается путем реализации следующих задач: повышение уровня безопасности жизни и здоровья людей,

охрана окружающей среды, охрана объектов животного, растительного мира и других природных ресурсов, имущества юридических лиц и физических лиц, государственного и муниципального имущества, а также содействие развитию систем жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях.

Обеспечение безопасности - одно из важнейших требований, которое должны выполнять все, везде и всегда, так как любая деятельность потенциально опасна. Безопасность связана с риском (они взаимозависимы).

Стандарты определяют допустимый риск как «оптимальный баланс между безопасностью и требованиями, которым должны удовлетворять продукция, процесс или услуга, а также такими факторами, как выгодность для пользователя, эффективность затрат, обычай и др.». Стандарт, часто используемый предприятиями, трактует допустимый (приемлемый) риск как «риск, уменьшенный до уровня, который организация может допустить, учитывая свои законодательные обязательства и собственную политику в области гигиены и безопасности труда».

В стандартах регламентированы способы уменьшения риска (в порядке приоритетов):

- разработка безопасного проекта;
- защитные устройства и персональное защитное оборудование (это коллективные и индивидуальные средства защиты — прим. авт.);
- информация по установке и применению;
- обучение.

Разработаны и внедрены следующие типы стандартов безопасности:

- основополагающие, включающие в себя фундаментальные концепции, принципы и требования, относящиеся к основным аспектам безопасности. Эти стандарты применяют для широкого диапазона видов продукции, процессов и услуг;

- групповые, содержащие аспекты безопасности, применимые к нескольким видам или к семейству близких видов продукции, процессов или услуг. В этих документах делают ссылки на основополагающие стандарты безопасности;

- стандарты безопасности продукции, включающие в себя аспекты безопасности определенного вида или семейства продукции, процессов или услуг. В этих документах делают ссылки на основополагающие и групповые стандарты;

- стандарты на продукцию, содержащие аспекты безопасности, но касающиеся не только этих вопросов. В них должны быть сделаны ссылки на основополагающие и групповые стандарты безопасности. В таблице приведены примеры международных стандартов, относящихся к перечисленным типам.

Задание требований безопасности в регламентах/стандартах должно основываться на анализе риска причинения вреда людям, имуществу или окружающей среде, или их сочетанию.

Принципы и средства обеспечения безопасности.

Теоретически можно выделить следующие принципы обеспечения безопасности:

- управленческие (адекватности, контроля, обратной связи, ответственности, плановости, стимулирования, управления, эффективности);

- организационные (защиты временем, информации, резервирования, несовместимости, нормирования, подбора кадров, последовательности, эргономичности);

- технические (блокировки, вакуумирования, герметизации, защиты расстоянием, компрессии, прочности, слабого звена, флегматизации, экранирования);

- ориентирующие (активности оператора, замены оператора, классификации, ликвидации опасности, системности, снижения опасности).

Средства обеспечения безопасности делятся на средства коллективной (СКЗ) и индивидуальной защиты (СИЗ). В свою очередь, СКЗ и СИЗ делятся на группы в зависимости от характера опасностей, конструктивного исполнения, области применения и т.д.

3. Задача 1

Определить количество значащих цифр в числах:

$$17,4; 0,362 \cdot 10^2$$

Решение:

| Число | Количество значащих цифр |
|--------------------|--------------------------|
| 17,4 | 3 |
| $0,362 \cdot 10^2$ | 3 |

4. Задача 2

Округлить числа до одной, двух и трех значащих цифр:

$$2,3965; 0,50404$$

Решение:

| Число | Результат округления | | |
|---------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | До одной значащей цифры | До двух значащих цифр | До трех значащих цифр |
| 2,3965 | 2 | 2,4 | 2,40 |
| 0,50404 | 0,5 | 0,50 | 0,504 |

Список рекомендуемой литературы

1. Беляев С.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» / С.В. Беляев, С.С. Харченко. – Иваново: ООНИ ИвИ ГПС МЧС России, 2013. – 525 с.
2. Федеральный закон от 26.06.2008 №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
3. Федеральный закон от 29.06.2015 №162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации».
4. Радкевич Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. // Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе. – М., 2013. – 813 с.
5. Яблонский О.П. Основы стандартизации, метрологии, сертификации [Текст]: учебник / О.П. Яблонский, В.А. Иванова. – Изд. 2-е доп. и перераб. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 475 с.
6. https://www.cfin.ru/management/manufact/safety_aspects.shtml
7. https://info.metrologu.ru/spravochnik/standartizatsiya/obschie-polozheniya/celi_principy_standartizacii.html
8. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_181810/603e6e3a941922c255f9fdb18b3050d131b2ab7a/
9. <https://docs.cntd.ru/document/1200125989>