

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО "БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Кафедра систем энергообеспечения

**МЕТРОЛОГИЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ
И СЕРТИФИКАЦИЯ**

Учебно-методическое пособие
к выполнению практических работ по дисциплине
«Метрология стандартизация и сертификация»
для студентов очной и заочной форм обучения

Направлений: 13.03.02- Электроэнергетика и электротехника
35.03.06 - Агроинженерия

Квалификация бакалавр

Брянск 2016

УДК 389:658.516:006.83(07)

ББК 30.10ц

М 54

Маркарянц Л.М., Лавров В.И., Никитин А.М.М. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебно-методическое пособие по выполнению практических работ/ Маркарянц Л.М., Лавров В.И., Никитин А.М.- Брянск. Издательство Брянский ГАУ, 2016г.–87 с.

Учебно-методическое пособие содержит общие вопросы метрологии стандартизации и сертификации, и задачи для выполнения практических занятий с решениями. По направлениям подготовки 13.03.02- Электроэнергетика и электротехника и 35.03.06 Агроинженерия (уровень бакалавриат), утверждённое приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 04 декабря 2015 г. № 1431.

Рецензент: д.т. наук, профессор Погоньшев В.А.

Рекомендовано методической комиссией факультета энергетики и природопользования Брянского ГАУ, протокол № 3 от 4.03.2016г.

© Брянский ГАУ, 2016

© Маркарянц Л.М., 2016

© Лавров В.И., 2016

© Никитин А.М., 2016

Введение

Под метрологией подразумевается наука об измерениях, о существующих средствах и методах, помогающих соблюсти принцип их единства, а также о способах достижения требуемой точности.

Происхождение самого термина «метрология» возводят к двум греческим словам: *metron*, что переводится как «мера», и *logos* – «учение». Бурное развитие метрологии пришлось на конец XX века. Оно неразрывно связано с развитием новых технологий. До этого метрология была лишь описательным научным предметом. Таким образом, можно сказать, что метрология изучает:

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

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

3) измерения для контроля и регулирования технологических процессов. Выделяют несколько основных направлений метрологии:

- 1) общая теория измерений;
- 2) системы единиц физических величин;
- 3) методы и средства измерений;
- 4) методы определения точности измерений;
- 5) основы обеспечения единства измерений, а также основы единообразия средств измерения;
- 6) эталоны и образцовые средства измерений;
- 7) методы передачи размеров единиц от образцов средств измерения и от эталонов рабочим средствам измерения.

Следует различать также объекты метрологии: 1) единицы измерения величин;

- 2) средства измерений;
- 3) методики, используемые для выполнения измерений и т. д.

Метрология включает в себя: во-первых, общие правила, нормы и требования, во-вторых, вопросы, нуждающиеся в государственном регламентировании и контроле. И здесь речь идет о:

- 1) физических величинах, их единицах, а также об их измерениях;
- 2) принципах и методах измерений и о средствах измерительной техники;
- 3) погрешностях средств измерений, методах и средствах обработки результатов измерений с целью исключения погрешностей;
- 4) обеспечении единства измерений, эталонах, образцах;
- 5) государственной метрологической службе;
- 6) методике поверочных схем;
- 7) рабочих средствах измерений.

В связи с этим задачами метрологии становятся: усовершенствование эталонов, разработка новых методов точных измерений, обеспечение единства и необходимой точности измерений.

1. Метрология. Классификация измерений

Классификация средств измерений может проводиться по следующим критериям.

1. По характеристике точности измерения делятся на равноточные и неравноточные.

Равноточными измерениями физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерений (СИ), обладающих одинаковой точностью, в идентичных исходных условиях.

Неравноточными измерениями физической величины называется ряд измерений некоторой величины, сделанных при помощи средств измерения, обладающих разной точностью, и (или) в различных исходных условиях.

2. По количеству измерений измерения делятся на однократные и многократные.

3. По типу изменения величины измерения делятся на статические и динамические.

Статические измерения – это измерения постоянной, неизменной физической величины.

Динамические измерения – это измерения изменяющейся, непостоянной физической величины.

4. По назначению измерения делятся на технические и метрологические.

Технические измерения – это измерения, выполняемые техническими средствами измерений.

Метрологические измерения – это измерения, выполняемые с использованием эталонов.

5. По способу представления результата измерения делятся на абсолютные и относительные.

Абсолютные измерения – это измерения, которые выполняются посредством прямого, непосредственного измерения основной величины и (или) применения физической константы. **Относительные измерения** – это измерения, при которых вычисляется отношение однородных величин, причем числитель является сравниваемой величиной, а знаменатель – базой сравнения (единицей).

6. По методам получения результатов измерения делятся на прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Прямые измерения – это измерения, выполняемые при помощи мер, т. е. измеряемая величина сопоставляется непосредственно с ее мерой. Примером прямых измерений является измерение величины угла (мера – транспортир).

Косвенные измерения – это измерения, при которых значение измеряемой величины вычисляется при помощи значений, полученных посредством прямых измерений.

Совокупные измерения – это измерения, результатом которых является решение некоторой системы уравнений. **Совместные измерения** – это измерения, в ходе которых измеряется минимум две неоднородные физические величины с целью установления существующей между ними зависимости.

Основные характеристики измерений

Выделяют следующие основные характеристики измерений:

- 1) метод, которым проводятся измерения;
- 2) принцип измерений;
- 3) погрешность измерений;
- 4) точность измерений;
- 5) правильность измерений;
- 6) достоверность измерений.

Метод измерений – это способ или комплекс способов, посредством которых производится измерение данной величины, т. е. сравнение измеряемой величины с ее мерой согласно принятому принципу измерения.

Существует несколько критериев классификации методов измерений.

1. По способам получения искомого значения измеряемой величины выделяют:

1) прямой метод (осуществляется при помощи прямых, непосредственных измерений);

2) косвенный метод.

2. По приемам измерения выделяют:

1) контактный метод измерения;

2) бесконтактный метод измерения.

Контактный метод измерения основан на непосредственном контакте какой-либо части измерительного прибора с измеряемым объектом.

При **бесконтактном методе измерения** измерительный прибор не контактирует непосредственно с измеряемым объектом.

3. По приемам сравнения величины с ее мерой выделяют:

1) метод непосредственной оценки;

2) метод сравнения с ее единицей.

Метод непосредственной оценки основан на применении измерительного прибора, показывающего значение измеряемой величины.

Метод сравнения с мерой основан на сравнении объекта измерения с его мерой.

Принцип измерений – это некое физическое явление или их комплекс, на которых базируется измерение.

Погрешность измерения – это разность между результатом измерения величины и настоящим (действительным) значением этой величины.

Точность измерений – это характеристика, выражающая степень соответствия результатов измерения настоящему значению измеряемой величины.

Правильность измерения – это качественная характеристика измерения, которая определяется тем, насколько близка к нулю величина постоянной или фиксировано изменяющейся при многократных измерениях погрешности (систематическая погрешность).

Достоверность измерений – это характеристика, определяющая степень доверия к полученным результатам измерений.

Понятие о физической величине. Значение систем физических единиц

Физическая величина является понятием как минимум двух наук: физики и метрологии. По определению физическая величина представляет собой некое свойство объекта, процесса, общее для целого ряда объектов по качественным параметрам, отличающееся, однако, в количественном отношении (индивидуальная для каждого объекта). Есть целый ряд классификаций, созданных по различным признакам. Основными из них является деления на:

1) активные и пассивные физические величины – при делении по отношению к сигналам измерительной информации. Причем первые (активные) в данном случае представляют собой величины, которые без использования вспомогательных источников энергии имеют вероятность быть преобразованными в сигнал измерительной информации. А вторые (пассивные) представляют собой такие величины, для измерения которых нужно использовать вспомогательные источники энергии, создающие сигнал измерительной информации;

2) аддитивные (или экстенсивные) и неаддитивные (или интенсивные) физические величины – при делении по признаку аддитивности. Считается, что первые (аддитивные) величины измеряются по частям, кроме того, их можно точно воспроизводить с помощью многозначной меры, основанной на суммировании размеров отдельных мер. А вторые (неаддитивные) величины прямо не измеряются, так как они преобразуются в непосредственное измерение величины или измерение путем косвенных измерений. В 1791 г. Национальным собранием Франции была принята первая в истории система единиц физических величин. Она представляла собой метрическую систему мер. В нее входили: единицы длин, площадей, объемов, вместимостей и веса. А в их основу были положены две общеизвестные ныне единицы: метр и килограмм.

В основу своей методики ученый заложил три основные независимые друг от друга величины: массу, длину, время. А в качестве основных единиц измерения данных величин математик взял миллиграмм, миллиметр и секунду, поскольку все остальные единицы измерения можно с легкостью вычислить с помощью минимальных. Так, на современном этапе развития выделяют следующие основные системы единиц физических величин:

- 1) система СГС (1881 г.);
- 2) система МКГСС (конец XIX в.);
- 3) система МКСА (1901 г.)

Международная система единиц

Решениями Генеральной конференции по мерам и весам приняты такие определения основных единиц измерения физических величин:

- 1) метр считается длиной пути, который проходит свет в вакууме за $1/299\,792\,458$ долю секунды;
- 2) килограмм считается приравненным к существующему международному прототипу килограмма;

3) секунда равна 919 263 1 770 периодам излучения, соответствующего тому переходу, который происходит между двумя так называемыми сверхтонкими уровнями основного состояния атома Cs133;

4) ампер считается мерой той силы неизменяющегося тока, вызывающего на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия при условии прохождения по двум прямолинейным параллельным проводникам, обладающим такими показателями, как ничтожно малая площадь кругового сечения и бесконечная длина, а также расположение на расстоянии в 1 м друг от друга в условиях вакуума;

5) кельвин равен $1/273,16$ части термодинамической температуры, так называемой тройной точки воды;

6) моль равен количеству вещества системы, в которую входит такое же количество структурных элементов, что и в атомы в C12 массой 0,012 кг.

Кроме того, Международная система единиц содержит две достаточно важные дополнительные единицы, необходимые для измерения плоского и телесного углов. Так, единица плоского угла – это радиан, или сокращенно рад, представляющий собой угол между двух радиусов окружности, длина дуги между которыми равняется радиусу окружности. Если речь идет о градусах, то радиан равен $57^{\circ}17'48''$. А стерadian, или ср, принимаемый за единицу телесного угла, представляет собой, соответственно, телесный угол, расположение вершины которого фиксируется в центре сферы, а площадь, вырезаемая данным углом на поверхности сферы, равна площади квадрата, сторона которого равна длине радиуса сферы. Другие дополнительные единицы СИ используются для формирования единиц угловой скорости, а также углового ускорения и т. д. Радиан и стерadian используются для теоретических построений и расчетов, поскольку большая часть значимых для практики значений углов в радианах выражаются трансцендентными числами. К внесистемным единицам относятся следующие:

1) за логарифмическую единицу принята десятая часть бела, децибел (дБ);

2) диоптрия – сила света для оптических приборов;

3) реактивная мощность – Вар (ВА);

4) астрономическая единица (а. е.) – 149,6 млн. км;

5) световой год, под которым понимается такое расстояние, которое луч света проходит за 1 год;

6) вместимость – литр;

7) площадь – гектар (га).

Существуют также единицы, вообще не входящие в СИ. Это в первую очередь такие единицы, как градус и минута. Все остальные единицы считаются производными, которые согласно Международной системе единиц образуются с помощью самых простейших уравнений с использованием величин, числовые коэффициенты которых приравнены к единице. Если в уравнении числовой коэффициент равен единице, производная единица называется когерентной.

Физические величины и измерения

Объектом измерения для метрологии, как правило, являются физические величины. Физические величины используются для характеристики различных объектов, явлений и процессов. Разделяют основные и производные от основных величины. Семь основных и две дополнительных физических величины установлены в Международной системе единиц. Это длина, масса, время, термодинамическая температура, количество вещества, сила света и сила электрического тока, дополнительные единицы – это радиан и стерadian. У физических величин есть качественные и количественные характеристики.

Качественное различие физических величин отражается в их размерности. Обозначение размерности установлено международным стандартом ИСО, им является символ dim.

Количественная характеристика объекта измерения – это его размер, полученный в результате измерения. Самый элементарный способ получить сведения о размере определенной величины объекта измерения – это сравнить его с другим объектом. Результатом такого сравнения не будет точная количественная характеристика, оно позволит лишь выяснить, какой из объектов больше (меньше) по размеру. Сравняться могут не только два, но и большее число размеров. Если размеры объектов измерения расположить по возрастанию или по убыванию, то получится **шкала порядка**. Процесс сортировки и расположения размеров по возрастанию или по убыванию по шкале порядка называется **ранжированием**. Для удобства измерений определенные точки на шкале порядка фиксируются и называются опорными, или реперными точками. Фиксированным точкам шкалы порядка могут ставиться в соответствие цифры, которые часто называют баллами.

У реперных шкал порядка есть существенный недостаток: неопределенная величина интервалов между фиксированными реперными точками.

Самым оптимальным вариантом является шкала отношений. Шкалой отношений является, например, шкала температуры Кельвина. На данной шкале есть фиксированное начало отсчета – абсолютный ноль (температура, при которой прекращается тепловое движение молекул). Основное преимущество шкалы отношений состоит в том, что с ее помощью можно определить, во сколько раз один размер больше или меньше другого.

Размер объекта измерения может быть представлен в разных видах. Это зависит от того, на какие интервалы разбита шкала, с помощью которой измеряется данный размер.

Например, время движения может быть представлено в следующих видах: $T = 1 \text{ ч} = 60 \text{ мин} = 3600 \text{ с}$. Это значения измеряемой величины. 1, 60, 3600 – это числовые значения данной величины.

Эталоны и образцовые средства измерений

Все вопросы, связанные охранением, применением и созданием эталонов, а также контроль за их состоянием, решаются по единым правилам, установленным ГОСТом «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения» и ГОСТом «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Порядок разработки и утверждения, регистрации, хранения и применения». Классифи-

цируются эталоны по принципу подчиненности. По этому параметру эталоны бывают первичные и вторичные.

Вторичный эталон воспроизводит единицу при особых условиях, заменяя при этих условиях первичный эталон. Он создается и утверждается для целей обеспечения минимального износа государственного эталона. Вторичные эталоны могут делиться по признаку назначения. Так, выделяют:

1) эталоны-копии, предназначенные для передачи размеров единиц рабочим эталонам;

2) эталоны-сравнения, предназначенных для проверки невредимости государственного эталона, а также для целей его замены при условии его порчи или утраты;

3) эталоны-свидетели, предназначенные для сличения эталонов, которые по ряду различных причин не подлежат непосредственному сличению друг с другом;

4) рабочие эталоны, которые воспроизводят единицу от вторичных эталонов и служат для передачи размера эталону более низкого разряда. Вторичные эталоны создают, утверждают, хранят и применяют министерства и ведомства.

Существует также понятие «эталон единицы», под которым подразумевают одно средство или комплекс средств измерений, направленных на воспроизведение и хранение единицы для последующей трансляции ее размера нижестоящим средствам измерений, выполненных по особой спецификации и официально утвержденных в установленном порядке в качестве эталона. Есть два способа воспроизведения единиц по признаку зависимости от технико-экономических требований:

1) централизованный способ – с помощью единого для целой страны или же группы стран государственного эталона. Централизованно воспроизводятся все основные единицы и большая часть производных;

2) децентрализованный способ воспроизведения – применим к производным единицам, сведения о размере которых не передаются непосредственным сравнением с эталоном.

Существует также понятие «образцовые средства измерений», которые используются для закономерной трансляции размеров единиц в процессе проверки средств измерения и используются лишь в подразделениях метрологической службы. Разряд образцового средства измерения определяется в ходе измерений метрологической аттестации одним из органов Государственного комитета по стандартам.

Средства измерений и их характеристики

В научной литературе средства технических измерений делят на три большие группы. Это: меры, калибры и универсальные средства измерения, к которым относятся измерительные приборы, контрольно-измерительные приборы (КИП), и системы.

1. Мера представляет собой такое средство измерений, которое предназначается для воспроизведения физической величины положенного размера.

2. Калибры представляют собой некие устройства, предназначение которых заключается в использовании для контролирования и поиска в нужных границах размеров, взаиморасположения поверхностей и формы деталей.

3. Измерительный прибор, представленный в виде устройства, вырабатывающего сигнал измерительной информации в форме, понятной для восприятия наблюдателей.

4. Измерительная система, понимаемая как некая совокупность средств измерений и неких вспомогательных устройств, которые соединяются между собой каналами связи.

5. Универсальные средства измерения, предназначение которых находится в использовании для определения действительных размеров. Любое универсальное измерительное средство характеризуется назначением, принципом действия.

При контрольном измерении угловых и линейных показателей применяют прямые измерения, реже встречаются относительные, косвенные или совокупные измерения. В научной литературе среди прямых методов измерений выделяют, как правило, следующие:

1) метод непосредственной оценки, представляющий собой такой метод, при котором значение величины определяют по отсчетному устройству измерительного прибора;

2) метод сравнения с мерой, под которым понимается метод, при котором данную величину, возможно, сравнить с величиной, воспроизводимой мерой;

3) метод дополнения, под которым обычно подразумевается метод, когда значение полученной величины дополняется мерой этой же величины с тем, чтобы на используемый прибор для сравнения действовала их сумма, равная заранее заданному значению;

4) дифференциальный метод, который характеризуется измерением разности между данной величиной и известной величиной, воспроизводимой мерой;

5) нулевой метод, который, по сути, аналогичен дифференциальному, но разность между данной величиной и мерой сводится к нулю;

6) метод замещения, представляющий собой сравнительный метод с мерой, в которой измеряемую величину заменяют известной величиной, которая воспроизводится мерой.

Существуют и нестандартизованные методы.

1) метод противопоставления;

2) метод совпадений.

Классификация средств измерения

Средство измерения (СИ) – это техническое средство или совокупность средств, применяющееся для осуществления измерений и обладающее нормированными метрологическими характеристиками. При помощи средств измерения физическая величина может быть не только обнаружена, но и измерена.

Средства измерения классифицируются по следующим критериям:

1) по способам конструктивной реализации;

2) по метрологическому назначению.

По способам конструктивной реализации средства измерения делятся на:

- 1) меры величины;
- 2) измерительные преобразователи;
- 3) измерительные приборы;
- 4) измерительные установки;
- 5) измерительные системы.

Меры величины – это средства измерения определенного фиксированного размера, многократно используемые для измерения. Выделяют:

- 1) однозначные меры;
- 2) многозначные меры;
- 3) наборы мер.

К однозначным мерам принадлежат стандартные образцы (СО). Различают два вида стандартных образцов:

- 1) стандартные образцы состава;
- 2) стандартные образцы свойств.

Стандартный образец состава или материала – это образец с фиксированными значениями величин, количественно отражающих содержание в веществе или материале всех его составных частей.

Стандартный образец свойств вещества или материала – это образец с фиксированными значениями величин, отражающих свойства вещества или материала (физические, биологические и др.).

Каждый стандартный образец в обязательном порядке должен пройти метрологическую аттестацию в органах метрологической службы, прежде чем начнет использоваться.

Стандартные образцы могут применяться на разных уровнях и в разных сферах. Выделяют:

- 1) межгосударственные СО;
- 2) государственные СО;
- 3) отраслевые СО;
- 4) СО организации (предприятия).

Измерительные преобразователи (ИП) – это средства измерения, выражающие измеряемую величину через другую величину или преобразующие ее в сигнал измерительной информации, который в дальнейшем можно обрабатывать, преобразовывать и хранить. Выделяют:

- 1) аналоговые преобразователи (АП);
- 2) цифроаналоговые преобразователи (ЦАП);
- 3) аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Измерительные преобразователи могут занимать

различные позиции в цепи измерения. Выделяют:

- 1) первичные измерительные преобразователи, которые непосредственно контактируют с объектом измерения;
- 2) промежуточные измерительные преобразователи, которые располагаются после первичных преобразователей.

Измерительные приборы

Измерительный прибор – это средство измерения, посредством которого получается значение физической величины, принадлежащее фиксированному диапазону. В конструкции прибора обычно присутствует устройство, преобразующее измеряемую величину с ее индикациями в оптимально удобную для понимания форму.

В соответствии с методом определения значения измеряемой величины выделяют:

- 1) измерительные приборы прямого действия;
- 2) измерительные приборы сравнения.

Измерительные приборы прямого действия - это приборы, посредством которых можно получить значение измеряемой величины непосредственно на отсчетном устройстве.

Измерительный прибор сравнения – это прибор, посредством которого значение измеряемой величины получается при помощи сравнения с известной величиной, соответствующей ее мере.

Измерительные приборы могут осуществлять индикацию измеряемой величины по-разному. Выделяют:

- 1) показывающие измерительные приборы;
- 2) регистрирующие измерительные приборы.

Отсчетное устройство – конструктивно обособленная часть средства измерений, которая предназначена для отсчета показаний. Отсчетное устройство может быть представлено шкалой, указателем, дисплеем и др.

Измерительная установка – это средство измерения, представляющее собой комплекс мер, ИП, измерительных приборов и прочее, выполняющих схожие функции, используемые для измерения фиксированного количества физических величин и собранные в одном месте. В случае, если измерительная установка используется для испытаний изделий, она является испытательным стендом.

Измерительная система – это средство измерения, представляющее собой объединение мер, ИП, измерительных приборов и прочее, выполняющих схожие функции, находящихся в разных частях определенного пространства и предназначенных для измерения определенного числа физических величин в данном пространстве.

Рабочие средства измерения (РСИ) – это средства измерения, используемые для осуществления технических измерений. Рабочие средства измерения могут использоваться в разных условиях.

Эталоны – это средства измерения с высокой степенью точности, применяющиеся в метрологических исследованиях для передачи сведений о размере единицы. Более точные средства измерения передают сведения о размере единицы и так далее, таким образом образуется своеобразная цепочка, в каждом следующем звене которой точность этих сведений чуть меньше, чем в предыдущем.

Сведения о размере единицы предаются во время проверки средств измерения. Проверка средств измерения осуществляется с целью утверждения их пригодности.

Метрологические характеристики средств измерений и их нормирование

Метрологические свойства средств измерения – это свойства, оказывающие непосредственное влияние на результаты проводимых этими средствами измерений и на погрешность этих измерений.

Количественно-метрологические свойства характеризуются показателями метрологических свойств, которые являются их метрологическими характеристиками.

Метрологические свойства средств измерения подразделяются на:

- 1) свойства, устанавливающие сферу применения средств измерения;
- 2) свойства, определяющие правильность полученных результатов измерения.

Свойства, устанавливающие сферу применения средств измерения, определяются следующими метрологическими характеристиками:

- 1) диапазоном измерений;
- 2) порогом чувствительности.

Диапазон измерений – это диапазон значений величины, в котором нормированы предельные значения погрешностей.

Порог чувствительности – это минимальное значение измеряемой величины, способное стать причиной заметного искажения получаемого сигнала.

Свойства, определяющие правильность полученных результатов измерения, определяются следующими метрологическими характеристиками:

- 1) правильность результатов;
- 2) точность результатов, полученных некими средствами измерения, определяется их погрешностью.

Погрешность средств измерения – это разность между результатом измерения величины и настоящим (действительным) значением этой величины. Базой сравнения является значение, показанное средством измерения, стоящим выше в поверочной схеме, чем проверяемое средство измерения.

$$Q_n = Q_n - Q_0,$$

где Q_n – погрешность проверяемого средства измерения;

Q_n – значение некой величины, полученное с помощью проверяемого средства измерения;

Q_0 – значение той же самой величины, принятое за базу сравнения (настоящее значение). Нормирование метрологических характеристик – это регламентирование пределов отклонений значений реальных метрологических характеристик средств измерений от их номинальных значений. Главная цель нормирования метрологических характеристик – это обеспечение их взаимозаменяемости и единства измерений.

Метрологическое обеспечение, его основы

Метрологическое обеспечение, или сокращенно МО, представляет собой такое установление и использование научных и организационных основ, а также ряда технических средств, норм и правил, нужных для соблюдения принципа единства и требуемой точности измерений. Смысл понятия «метрологическое обеспечение» расшифровывается по отношению к измерениям (испытанию, контролю) в целом. Объектом МО можно считать все стадии жизненного цикла (ЖЦ) изделия (продукции) или услуги, где жизненный цикл воспринимается как некая совокупность последовательных взаимосвязанных процессов создания и изменения состояния продукции от формулирования исходных требований к ней до окончания эксплуатации или потребления.

Государственная метрологическая служба, или сокращенно ГМС несет ответственность за обеспечение метрологических измерений в России на межотраслевом уровне, а также проводит контрольные и надзорные мероприятия в области метрологии.

Ведомственная метрологическая служба, которая согласно положениям Закона «Об обеспечении единства измерений» может быть создана на предприятии для обеспечения МО. Во главе ее должен находиться представитель администрации, обладающий соответствующими знаниями и полномочиями. При проведении мероприятий в сферах, предусмотренных ст. 13 указанного Закона, создание метрологической службы является обязательным.

Другим важнейшим разделом МО являются его научные и методические основы. Так, основным компонентом данных основ становятся Государственные научные метрологические центры (ГНМЦ), которые создаются из состава находящихся в ведении Госстандарта предприятий и организаций или их структурных подразделений, выполняющих различные операции по вопросам создания, хранения, улучшения, применения и хранения госэталонов единиц величин, а, кроме того, разрабатывающих нормативные правила для целей обеспечения единства измерений, имея в своем составе высококвалифицированные кадры. Присвоение какому-либо предприятию статуса ГНМЦ, как правило, не влияет на форму его собственности и организационно-правовые формы, а означает лишь причисление их к группе объектов, обладающих особыми формами господдержки.

Деятельность ГНМЦ регламентируется Постановлением Правительства Российской Федерации от 12.02.94 г. № 100. Важным компонентом основы МО являются, как было сказано выше, методические инструкции и руководящие документы, под которыми подразумеваются нормативные документы методического содержания, разрабатываются организациями, подведомственными Госстандарту Российской Федерации.

Погрешность измерений

В практике использования измерений очень важным показателем становится их точность, которая представляет собой ту степень близости итогов измерения к некоторому действительному значению, которая используется для качественного сравнения измерительных операций. А в качестве количествен-

ной оценки, как правило, используется погрешность измерений. Причем чем погрешность меньше, тем считается выше точность.

Процесс оценки погрешности измерений считается одним из важнейших мероприятий в вопросе обеспечения единства измерений. Естественно, что факторов, оказывающих влияние на точность измерения, существует огромное множество. Следовательно, любая классификация погрешностей измерения достаточно условна, поскольку нередко в зависимости от условий измерительного процесса погрешности могут проявляться в различных группах. При этом согласно принципу зависимости от формы данные выражения погрешности измерения могут быть: абсолютными, относительными и приведенными.

Кроме того, по признаку зависимости от характера проявления, причин возникновения и возможностей устранения погрешности измерений могут быть составляющими. При этом различают следующие составляющие погрешности: систематические и случайные.

Систематическая составляющая остается постоянной или меняется при следующих измерениях того же самого параметра.

Случайная составляющая изменяется при повторных измерениях того же самого параметра случайным образом. Обе составляющие погрешности измерения (и случайная, и систематическая) проявляются одновременно.

Систематическая погрешность, и в этом ее особенность, если сравнивать ее со случайной погрешностью, которая выявляется вне зависимости от своих источников, рассматривается по составляющим в связи с источниками возникновения.

Составляющие погрешности могут также делиться на: методическую, инструментальную и субъективную. Субъективные систематические погрешности связаны с индивидуальными особенностями оператора. Методическая составляющая погрешности определяется несовершенством метода измерения, приемами использования СИ, некорректностью расчетных формул и округления результатов. Инструментальная составляющая появляется из-за собственной погрешности СИ, определяемой классом точности, влиянием СИ на итог и разрешающей способности СИ. Есть также такое понятие, как «грубые погрешности или промахи», которые могут появляться из-за ошибочных действий оператора, неисправности СИ или непредвиденных изменений ситуации измерений.

Виды погрешностей

Выделяют следующие виды погрешностей:

Абсолютная погрешность – это значение, вычисляемое как разность между значением величины, полученным в процессе измерений, и настоящим (действительным) значением данной величины.

Абсолютная погрешность меры – это значение, вычисляемое как разность между числом, являющимся номинальным значением меры, и настоящим (действительным) значением воспроизводимой мерой величины.

Относительная погрешность – это число, отражающее степень точности измерения.

Приведенная погрешность – это значение, вычисляемое как отношение значения абсолютной погрешности к нормирующему значению.

Инструментальная погрешность – это погрешность, возникающая из-за допущенных в процессе изготовления функциональных частей средств измерения ошибок.

Методическая погрешность – это погрешность, возникающая по следующим причинам:

1) неточность построения модели физического процесса, на котором базируется средство измерения;

2) неверное применение средств измерений.

Субъективная погрешность – это погрешность возникающая из-за низкой степени квалификации оператора средства измерений, а также из-за погрешности зрительных органов человека, т. е. причиной возникновения субъективной погрешности является человеческий фактор.

Статическая погрешность – это погрешность, которая возникает в процессе измерения постоянной (не изменяющейся во времени) величины.

Динамическая погрешность – это погрешность, численное значение которой вычисляется как разность между погрешностью, возникающей при измерении непостоянной (переменной во времени) величины, и статической погрешностью (погрешностью значения измеряемой величины в определенный момент времени).

Аддитивная погрешность – это погрешность, возникающая по причине суммирования численных значений и не зависящая от значения измеряемой величины, взятого по модулю (абсолютного).

Мультипликативная погрешность – это погрешность, изменяющаяся вместе с изменением значений величины, подвергающейся измерениям.

Систематическая погрешность – это составная часть всей погрешности результата измерения, не изменяющаяся или изменяющаяся закономерно при многократных измерениях одной и той же величины.

Случайная погрешность – это составная часть погрешности результата измерения, изменяющаяся случайно, незакономерно при проведении повторных измерений одной и той же величины.

Качество измерительных приборов

Качество измерительного прибора – это уровень соответствия прибора своему прямому предназначению. Следовательно, качество измерительного прибора определяется тем, насколько при использовании измерительного прибора достигается цель измерения.

Главная цель измерения – это получение достоверных и точных сведений об объекте измерений.

Для того чтобы определить качество прибора, необходимо рассмотреть следующие его характеристики:

1) постоянную прибора;

2) чувствительность прибора;

3) порог чувствительности измерительного прибора;

4) точность измерительного прибора.

Постоянная прибора – это некоторое число, умножаемое на отсчет с целью получения искомого значения измеряемой величины, т. е. показания прибора. Постоянная прибора в некоторых случаях устанавливается как цена деления шкалы, которая представляет собой значение измеряемой величины, соответствующее одному делению.

Чувствительность прибора – это число, в числителе которого стоит величина линейного или углового перемещения указателя (если речь идет о цифровом измерительном приборе, то в числителе будет изменение численного значения, а в знаменателе – изменение измеряемой величины, которое вызвало данное перемещение (или изменение численного значения)).

Порог чувствительности измерительного прибора – число, являющееся минимальным значением измеряемой величины, которое может зафиксировать прибор.

Точность измерительного прибора – это характеристика, выражающая степень соответствия результатов измерения настоящему значению измеряемой величины. Точность измерительного прибора определяется посредством установления нижнего и верхнего пределов максимально возможной погрешности.

Практикуется подразделение приборов на классы точности, основанное на величине допустимой погрешности.

Класс точности средств измерений – это обобщающая характеристика средств измерений, которая определяется границами основных и дополнительных допускаемых погрешностей и другими, определяющими точность характеристиками. Классы точности определенного вида средств измерений утверждаются в нормативной документации. Причем для каждого отдельного класса точности утверждаются определенные требования к метрологическим характеристикам. Объединение установленных метрологических характеристик определяет степень точности средства измерений, принадлежащего к данному классу точности.

Класс точности средства измерений определяется в процессе его разработки. Так как в процессе эксплуатации метрологические характеристики как правило ухудшаются, можно по результатам проведенной калибровки (поверки) средства измерений понижать его класс точности.

Погрешности средств измерений

Погрешности средств измерений классифицируются по следующим критериям:

- 1) по способу выражения;
- 2) по характеру проявления;
- 3) по отношению к условиям применения.

По способу выражения выделяют абсолютную и относительную погрешности. Абсолютная погрешность вычисляется по формуле:

$$Q_n = Q_n - Q_0,$$

где Q_n – абсолютная погрешность проверяемого средства измерения;

Q_n – значение некоей величины, полученное с помощью проверяемого средства измерения;

Q_0 – значение той же самой величины, принятое за базу сравнения (настоящее значение). Относительная погрешность – это число, отражающее степень точности средства измерения.

По характеру проявления погрешности подразделяют на случайные и систематические.

По отношению к условиям применения погрешности подразделяются на основные и дополнительные.

Основная погрешность средств измерения – это погрешность, которая определяется в том случае, если средства измерения применяются в нормальных условиях.

Дополнительная погрешность средств измерения – это составная часть погрешности средства измерения, возникающая дополнительно, если какая-либо из влияющих величин выйдет за пределы своего нормального значения.

Метрологическое обеспечение измерительных систем

Метрологическое обеспечение – это утверждение и использование научно-технических и организационных основ, технических приборов, норм и стандартов с целью обеспечения единства и установленной точности измерений. Метрологическое обеспечение в своем научном аспекте базируется на метрологии.

Метрологическое обеспечение технических устройств – это совокупность научно-технических средств, организационных мероприятий и мероприятий, проводимых соответствующими учреждениями с целью достижения единства и требуемой точности измерений, а также установленных характеристик технических приборов.

Измерительная система – средство измерения, представляющее собой объединение мер, ИП, измерительных приборов и другое, выполняющих схожие функции, находящихся в разных частях определенного пространства и предназначенных для измерения определенного числа физических величин в данном пространстве.

Измерительный канал измерительной системы – это часть измерительной системы, технически или функционально обособленная, предназначенная для выполнения определенной завершающейся функции (например, для восприятия измеряемой величины или для получения числа или кода, являющегося результатом измерений этой величины).

Измерительный компонент измерительной системы – это средство измерений, обладающее отдельно нормированными метрологическими характеристиками.

Измерительные компоненты измерительных систем бывают следующих видов.

Связующий компонент – это технический прибор или элемент окружающей среды, применяющиеся в целях обмена сигналами, содержащими сведения об измеряемой величине, между компонентами измерительной системы с минимально возможными искажениями.

Вычислительный компонент – это цифровое устройство (часть цифрового устройства), предназначенное для выполнения вычислений, с установленным программным обеспечением.

Комплексный компонент – это составная часть измерительной системы, представляющая собой технически или территориально объединенную совокупность компонентов.

Вспомогательный компонент – это технический прибор, предназначенный для обеспечения нормального функционирования измерительной системы, но не принимающий участия в процессе измерительных преобразований.

Согласно соответствующим ГОСТам метрологические характеристики измерительной системы должны быть в обязательном порядке нормированы для каждого измерительного канала, входящего в измерительную систему, а также для комплексных и измерительных компонентов измерительной системы.

Выбор средств измерений

При выборе средств измерений в первую очередь должно учитываться допустимое значение погрешности для данного измерения, установленное в соответствующих нормативных документах.

В случае, если допустимая погрешность не предусмотрена в соответствующих нормативных документах, предельно допустимая погрешность измерения должна быть регламентирована в технической документации на изделие.

При выборе средств измерения должны также учитываться:

- 1) допустимые отклонения;
- 2) методы проведения измерений и способы контроля.

Главным критерием выбора средств измерений является соответствие средств измерения требованиям достоверности измерений, получения настоящих (действительных) значений измеряемых величин с заданной точностью при минимальных временных и материальных затратах.

Для оптимального выбора средств измерений необходимо обладать следующими исходными данными:

- 1) номинальным значением измеряемой величины;
- 2) величиной разности между максимальным и минимальным значением измеряемой величины, регламентируемой в нормативной документации;
- 3) сведениями об условиях проведения измерений. Если необходимо выбрать измерительную систему,

руководствуясь критерием точности, то ее погрешность должна вычисляться как сумма погрешностей всех элементов системы (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей), в соответствии с установленным для каждой системы законом.

Предварительный выбор средств измерений производится в соответствии с критерием точности, а при окончательном выборе средств измерений должны учитываться следующие требования:

- 1) к рабочей области значений величин, оказывающих влияние на процесс измерения;

- 2) к габаритам средства измерений;
- 3) к массе средства измерений;
- 4) к конструкции средства измерений.

При выборе средств измерений необходимо учитывать предпочтительность стандартизированных средств измерений.

Методы определения и учета погрешностей

Методы определения и учета погрешностей измерений используются для того, чтобы:

- 1) на основании результатов измерений получить настоящее (действительное) значение измеряемой величины;
- 2) определить точность полученных результатов, т. е. степень их соответствия настоящему (действительному) значению.

Точечная оценка параметра (математического ожидания или среднеквадратического отклонения) – это оценка параметра, которая может быть выражена одним числом. Точечная оценка является функцией от экспериментальных данных и, следовательно, сама должна быть случайной величиной, распределенной по закону, зависящему от закона распределения для значений исходной случайной величины. Закон распределения значений точечной оценки будет зависеть также от оцениваемого параметра и от числа испытаний (экспериментов).

Точечная оценка бывает следующих видов:

Несмещенная точечная оценка – это оценка параметра погрешности, математическое ожидание которой равно этому параметру.

Эффективная точечная оценка – это точечная оценка, дисперсия которой меньше, чем дисперсия другой какой угодно оценки этого параметра.

Состоятельная точечная оценка – это оценка, которая при увеличении числа испытаний стремится к значению параметра, подвергающегося оценке.

Основные методы определения оценок:

1. Метод максимального правдоподобия основывается на идее, что сведения о действительном значении измеряемой величины и рассеивании результатов измерений, полученные путем многократных наблюдений, содержатся в ряде наблюдений.

2. Метод наименьших квадратов состоит в том, что из определенного класса оценок берут ту оценку, у которой минимальная дисперсия (самую эффективную). Из всех линейных оценок действительного значения, где присутствуют некоторые постоянные, только среднее арифметическое сводит к наименьшему значению дисперсии.

Доверительная граница случайного отклонения – это число, представляющее собой длину доверительного интервала, разделенную пополам.

Обнаружение грубых погрешностей

Грубые погрешности – это погрешности, намного превышающие предполагаемые в данных условиях проведения измерений систематические и случайные погрешности. Премахи и грубые погрешности могут появляться из-за грубых ошибок в процессе проведения измерения, технической неисправности средства измерения, неожиданного изменения внешних условий. Для того что-

бы исключить грубые погрешности, рекомендуется до начала измерений приближенно определить значение измеряемой величины.

Если необходимо исключить грубые погрешности в процессе обработки полученных результатов, когда уже нельзя скорректировать условия проведения измерений и провести повторные измерения, то применяются статистические методы.

Общий метод проверки статистических гипотез позволяет выяснить, присутствует ли в данном результате измерений грубая погрешность.

Обработка и представление результатов измерения

Обычно измерения являются однократными. При обычных условиях их точности вполне достаточно.

Результат однократного измерения представляется в следующем виде:

$$Q_i = Y_i + \delta_i,$$

где Y_i – значение i -го показания;

δ_i – поправка.

Погрешность результата однократного измерения определяется при утверждении метода проведения измерений.

В процессе обработки результатов измерений используются различные виды закона распределения (нормальный закон распределения, равномерный закон распределения, корреляционный закон распределения) измеряемой величины (в данном случае она рассматривается как случайная).

Обработка результатов прямых равноточных измерений

Прямые измерения – это измерения, посредством которых непосредственно получается значение измеряемой величины.

Равноточными или равнорассеянными называют прямые, взаимно независимые измерения определенной величины, причем результаты этих измерений могут быть рассмотрены как случайные и распределенные по одному закону распределения.

Обычно при обработке результатов прямых равноточных измерений предполагается, что результаты и погрешности измерений распределены по нормальному закону распределения.

После снятия расчетов вычисляется значение математического ожидания по формуле:

$$m_x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

где x_i – значение измеряемой величины;

n – количество проведенных измерений.

Затем, если систематическая погрешность определена, ее значение вычитают из вычисленного значения математического ожидания.

Потом вычисляется значение среднеквадратического отклонения значений измеряемой величины от математического ожидания.

Алгоритм обработки результатов многократных равноточных измерений

Если известна систематическая погрешность, то ее необходимо исключить из результатов измерений.

Вычислить математическое ожидание результатов измерений. В качестве математического ожидания обычно берется среднее арифметическое значений.

Установить величину случайной погрешности (отклонения от среднего арифметического) результата однократного измерения.

Вычислить дисперсию случайной погрешности.

Вычислить среднеквадратическое отклонение результата измерения.

Проверить предположение, что результаты измерений распределены по нормальному закону.

Найти значение доверительного интервала и доверительной погрешности.

Определить значение энтропийной погрешности и энтропийного коэффициента.

Поверка и калибровка средств измерений

Калибровка средств измерений – это комплекс действий и операций, определяющих и подтверждающих настоящие (действительные) значения метрологических характеристик и (или) пригодность средств измерений, не подвергающихся государственному метрологическому контролю.

Калибровка сменила поверку и метрологическую аттестацию средств измерений, которые проводились только органами государственной метрологической службы. Калибровка, в отличие от поверки и метрологической аттестации средств измерений, может осуществляться любой метрологической службой при условии, что у нее есть возможность обеспечить соответствующие условия для проведения калибровки.

Выделяют четыре метода поверки (калибровки) средств измерений:

Метод непосредственного сличения с эталоном средства измерений, подвергаемого калибровке, с соответствующим эталоном определенного разряда практикуется для различных средств измерений в таких сферах, как электрические измерения, магнитные измерения, определение напряжения, частоты и силы тока. Данный метод базируется на осуществлении измерений одной и той же физической величины калибруемым (поверяемым) прибором и эталонным прибором одновременно. Погрешность калибруемого (поверяемого) прибора вычисляется как разность показаний калибруемого прибора и эталонного прибора (т. е. показания эталонного прибора принимаются за настоящее значение измеряемой физической величины).

Метод сличения с помощью компьютера осуществляется с использованием компаратора – специального прибора, посредством которого проводится сравнение показаний калибруемого (поверяемого) средства измерений и показаний эталонного средства измерений.

Метод прямых измерений величины используется в случаях, когда есть возможность провести сравнение калибруемого средства измерения с эталонным в установленных пределах измерений. Метод прямых измерений базируется на том же принципе, что и метод непосредственного сличения.

Метод косвенных измерений используется в случаях, когда настоящие (действительные) значения измеряемых физических величин невозможно по-

лучить посредством прямых измерений или когда косвенные измерения выше по точности, чем прямые измерения.

Поверочные схемы – это нормативный документ, в котором утверждает-ся соподчинение средств измерений, принимающих участие в процессе пере-дачи размера единицы измерений физической величины от эталона к рабочим средствам измерений посредством определенных методов и с указанием по-грешности.

Поверочные схемы разделяют на:

- 1) государственные поверочные схемы;
- 2) ведомственные поверочные схемы;
- 3) локальные поверочные схемы.

Правовые основы метрологического обеспечения. Основные поло-жения Закона РФ «Об обеспечении единства измерений»

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» был принят в 1993 г. До принятия данного Закона нормы в области метрологии не были регламен-тированы законодательно. В Законе были четко разграничены обязанности государственного метрологического контроля и государственного метрологи-ческого надзора, установлены новые правила калибровки, введено понятие добровольной сертификации средств измерений.

Основные положения.

Прежде всего цели закона состоят в следующем:

- 1) осуществление защиты законных прав и интересов граждан Россий-ской Федерации, правопорядка и экономики РФ от возможных негативных по-следствий, вызванных недостоверными и неточными результатами измерений;
- 2) помощь в развитии науке, технике и экономике посредством регла-ментирования использования государственных эталонов единиц величин и применения результатов измерений, обладающих гарантированной точностью;
- 3) способствование развитию и укреплению международных и межфир-менных отношений и связей;
- 4) регламентирование требований к изготовлению, выпуску, использо-ванию, ремонту, продаже и импорту средств измерений, производимых юриди-ческими и физическими лицами;
- 5) интеграция системы измерений Российской Федерации в мировую практику.

Сферы приложения Закона: торговля; здравоохранение; защита окружа-ющей среды; экономическая и внешнеэкономическая деятельность; некоторые сферы производства, связанные с калибровкой (поверкой) средств измерений метрологическими службами, принадлежащими юридическим лицам, прово-димой с применением эталонов, соподчиненных государственным эталонам единиц величин.

Все определения, утвержденные в Законе, базируются на официальной терминологии Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ).

Закон утверждает Государственную метрологическую службу и другие службы, занимающиеся обеспечением единства измерений, метрологические

службы государственных органов управления и формы осуществления государственного метрологического контроля и надзора.

В Законе содержатся статьи, регламентирующие калибровку (поверку) средств измерений и их сертификацию.

В Законе определяются виды ответственности за нарушения Закона.

В Законе утверждается состав и полномочия Государственной метрологической службы.

В соответствии с Законом создан институт лицензирования метрологической деятельности с целью защиты законных прав потребителей. Правом выдачи лицензии обладают только органы Государственной метрологической службы.

Метрологическая служба в России

Государственная метрологическая служба Российской Федерации (ГМС) является объединением государственных метрологических органов и занимается координированием деятельности по обеспечению единства измерений.

Государственная метрологическая служба содержит:

1) государственные научные метрологические центры (ГНМЦ);
2) органы ГМС на территории субъектов РФ. Государственная метрологическая служба включает

также центры государственных эталонов, специализирующиеся на различных единицах измерения физических величин.

Государственная служба времени и частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ) занимается обеспечением единства измерений времени, частоты и определения параметров вращения Земли на межрегиональном и межотраслевом уровнях. Измерительную информацию ГСВЧ используют службы навигации и управления самолетами, судами и спутниками, Единая энергетическая система и др.

Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО) занимается созданием и обеспечением применения системы стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов. В понятие материалов включаются:

- 1) металлы и сплавы;
- 2) нефтепродукты;
- 3) медицинские препараты и др.

ГССО занимается также разработкой приборов, предназначенных для сравнения характеристик стандартных образцов и характеристик веществ и материалов, производимых разными типами предприятий (сельскохозяйственными, промышленными и др.) с целью обеспечения контроля.

Государственная служба стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД) занимается разработкой точных и достоверных данных о физических константах, свойствах веществ и материалов (минерального сырья, нефти, газа и пр.). Измерительную информацию ГСССД используют различные организации, занимающиеся проектировкой технических изделий с повышенными требованиями к точности.

ГСССД публикует справочные данные, согласованные с международными метрологическими организациями.

Метрологические службы государственных органов управления Российской Федерации и метрологические службы юридических лиц могут быть созданы в министерствах, на предприятиях, в учреждениях, зарегистрированных как юридическое лицо, с целью проведения разного рода работ по обеспечению единства и надлежащей точности измерений, для обеспечения метрологического контроля и надзора.

Государственная система обеспечения единства измерений

Государственная система обеспечения единства измерений создана с целью обеспечить единство измерений в пределах страны. Государственная система обеспечения единства измерений реализуется, координируется и управляется Госстандартом Российской Федерации. Госстандарт Российской Федерации является государственным органом исполнительной власти в сфере метрологии.

Система обеспечения единства измерений выполняет следующие задачи:

- 1) обеспечивает охрану прав и законодательно закрепленных интересов граждан;
- 2) обеспечивает охрану утвержденного правопорядка;
- 3) обеспечивает охрану экономики.

Система обеспечения единства измерений действует согласно:

- 1) Конституции Российской Федерации;
- 2) Закону РФ «Об обеспечении единства измерений»;
- 3) Постановлению Правительства Российской Федерации «Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг»;
- 4) ГОСТу С 8.000-2000 «Государственная система обеспечения единства измерений».

Главными задачами Государственной системы обеспечения единства измерений являются:

- 1) утверждение эффективных способов координирования деятельности в сфере обеспечения единства измерений;
- 2) обеспечение научно-исследовательской деятельности, направленной на разработку более точных и совершенных методик и способов воспроизведения единиц измерения физических величин и передачи их размеров от государственных эталонов рабочим средствам измерений;
- 3) утверждение системы единиц измерения физических величин, допускаемых к использованию;
- 4) установление шкал измерений, допускаемых к использованию;
- 5) утверждение основополагающих понятий метрологии, регламентация используемых терминов;
- 6) утверждение системы государственных эталонов;
- 7) изготовление и усовершенствование государственных эталонов;

8) утверждение методов и правил передачи размеров единиц измерения физических величин от государственных эталонов рабочим средствам измерений;

9) проведение калибровки (поверки) и сертификации средств измерений, на которые не распространяется сфера действия государственного метрологического контроля и надзора;

10) осуществление информационного освещения системы обеспечения единства измерений;

11) совершенствование государственной системы обеспечения единства измерений.

Государственный метрологический контроль и надзор

Государственный метрологический контроль и надзор (ГМКиН) обеспечивается Государственной метрологической службой для проверки соответствия нормам законодательной метрологии, утвержденным Законом РФ «Об обеспечении единства измерений», государственными стандартами и другими нормативными документами.

Государственный метрологический контроль и надзор распространяется на:

- 1) средства измерений;
- 2) эталоны величин;
- 3) методы проведения измерений;
- 4) качество товаров и другие объекты, утвержденные законодательной метрологией.

Область применения Государственного метрологического контроля и надзора распространяется на:

- 1) здравоохранение;
- 2) ветеринарную практику;
- 3) охрану окружающей среды;
- 4) торговлю;
- 5) расчеты между экономическими агентами;
- 6) учетные операции, осуществляемые государством;
- 7) обороноспособность государства;
- 8) геодезические работы;
- 9) гидрометеорологические работы;
- 10) банковские операции;
- 11) налоговые операции;
- 12) таможенные операции;
- 13) почтовые операции;
- 14) продукцию, поставки которой осуществляются по государственным контрактам;
- 15) проверку и контроль качества продукции на выполнение обязательных требований государственных стандартов Российской Федерации;
- 16) измерения, которые осуществляются по запросам судебных органов, прокуратуры и других государственных органов;

17) регистрацию спортивных рекордов государственного и международного масштабов.

В Законе Российской Федерации установлено три вида государственного метрологического контроля и три вида государственного метрологического надзора.

Виды государственного метрологического контроля:

- 1) определение типа средств измерений;
- 2) поверка средств измерений;
- 3) лицензирование юридических и физических лиц, занимающихся производством и ремонтом средств измерений.

Виды государственного метрологического надзора:

- 1) за изготовлением, состоянием и эксплуатацией средств измерений, аттестованными методами выполнения измерений, эталонами единиц физических величин, выполнением метрологических правил и норм;
- 2) за количеством товаров, которые отчуждаются в процессе торговых операций;
- 3) за количеством товаров, расфасованных в упаковки любого вида, в процессе их фасовки и продажи.

Основные понятия технического регулирования

Основным нормативным документом, дающим определение и толкование технического регулирования, является Закон «О техническом регулировании».

В этом нормативном документе приводится перечень основных понятий, необходимых для оптимального технического регулирования:

- 1) аккредитация;
- 2) безопасность товара, процессов производства, хранения, использования, перевозки, реализации и утилизации;
- 3) ветеринарно-санитарные и фитосанитарные меры;
- 4) декларирование соответствия;
- 5) декларация о соответствии;
- 6) заявитель, который представляет собой некое физическое или юридическое лицо;
- 7) знак обращения на рынке, под которым понимается обозначение, служащее для снабжения потребителей информацией о степени соответствия выпускаемого на рынок товара требованиям технических регламентов;
- 8) знак соответствия, представляющий собой обозначение, служащее для информирования потребителей какого-либо товара на предмет его соответствия требованиям сертификационной системы или национальному стандарту;
- 9) идентификация продукции, которая подразумевает под собой выявление характеристик тождественности товара его существенным признакам;
- 10) контроль (надзор) над следованием требований разнообразных технических регламентов;
- 11) Международный стандарт;
- 12) национальный стандарт;
- 13) орган по сертификации;

- 14) оценка соответствия;
- 15) подтверждение соответствия;
- 16) продукция как результат деятельности;
- 17) риск как возможность нанесения вреда жизни и здоровью людей;
- 18) сертификация;
- 19) сертификат соответствия, представленный в виде документа, удостоверяющего соответствие объекта требованиям стандартов, технических регламентов и условиям договоров;
- 20) система сертификации;
- 21) стандарт, представляющий собой некий документ, в котором устанавливаются характеристики товара, правила и характеристики процессов его производства, хранения, использования, перевозки, реализации и утилизации;
- 22) стандартизация;
- 23) техническое регулирование;
- 24) технический регламент;
- 25) форма подтверждения соответствия как определенный порядок документального удостоверения.

Основные принципы технического регулирования

Закон РФ «О техническом регулировании» формулирует и основные принципы технического регулирования. К ним относятся следующие:

- 1) принцип использования единых правил и установление требований к товарам, процессам их производства, хранения, перевозки, использования, реализации и утилизации, в том числе выполнение различных работ и оказание услуг населению;
- 2) принцип соответствия технического регулирования степени развитости национальной экономики, а также степени становления материально-технической базы и развития науки и техники;
- 3) принцип независимости от продавцов, производителей, приобретателей и исполнителей. Иными словами, органы по аккредитации и сертификации должны быть независимы в административном, организационном, финансовом, экономическом смысле;
- 4) должна быть установлена единообразная система правил получения аккредитации;
- 5) должна иметься единая система правил и методов исследований, измерений и испытаний при реализации процедур оценки соответствия;
- 6) должен осуществляться принцип единства использования требований различных технических регламентов в условиях независимости, особенности и вида проводимой сделки; то есть технический регламент имеет статус обязательного для всех юридических и физических лиц на территории Российской Федерации, независимо от возникающих между ними в процессе ведения хозяйственной деятельности взаимоотношений. Основным направлением использования технических регламентов являются договорные взаимоотношения;
- 7) принцип неприемлемости какого-либо ограничения конкуренции при проведении мероприятий, связанных с получением аккредитации и сертифика-

тов, что можно толковать, как поддержание здоровой конкуренции между претендентами на аккредитацию в качестве сертификационных органов, а также в качестве испытательных лабораторий, а в последствии – и повышение их работоспособности и производительности за счет повышения конкурентоспособности в сфере предоставления услуг сертификации;

8) принцип недопустимости совмещения в одном лице исполнителя полномочий сертификационного органа и надзорного или контрольного Государственного органа;

9) принцип непозволительности совмещения каким-либо одним органом полномочных обязанностей и органа по аккредитации, и органа по сертификации;

10) принцип недопустимости внебюджетного финансирования Государственного органа по вопросам контроля и надзора за соблюдением требований технических регламентов.

Правовые основы

Согласно положениям Закона «О техническом регулировании» законодательство РФ состоит из данного Федерального закона, а также из ряда других нормативных актов, принимаемых в соответствии с существующим уже на данный момент законодательством РФ по данному вопросу. При этом фиксируется главенство Международных законов над данным российским законодательством в случае возникновения противоречий в урегулировании какого-либо вопроса.

Особое место в Законе отводится вопросам, посвященным стандартизации, ее принципам и целям. Формулируются полномочия Национального органа по стандартизации и технических комитетов по стандартизации, определяются правила разработки и утверждения организационных и национальных стандартов. В связи с переменами, постоянно происходящими в экономической жизни новой России, старая система Государственной стандартизации и обязательной сертификации пришла в негодность и требовала скорейшего изменения и реформирования. А среди новых процессов в экономике можно назвать такие, как: смена собственников большинства нынешних организаций, предприятий и фирм, формирование достаточно свободного рынка в сфере товаропроизводства, использование новых рыночных принципов регулирования производственной деятельности, внедрение ноу-хау, выход многих предприятий на мировой рынок.

К этим правовым нормам, в первую очередь, относятся принятые в рамках деятельности Всемирной торговой организации (ВТО) многосторонние торговые соглашения. Едва ли не главным условием вхождения России во ВТО считается соответствие основным принципам технического регулирования, сформулированным в следующих документах: «Соглашение по техническим барьерам в торговле», «Соглашение по применению санитарных и фитосанитарных мер» и «Кодекс добросовестной практики».

На решение тех же вопросов преодоления технических барьеров направлен Кодекс добросовестной практики, формулирующий процедуры оценки ответственности и стандартов. Главное внимание здесь должно обращаться на тот

момент, чтобы данные процедуры не становились слишком затратными и ограничительными, что необходимо для проведения оценки соответствия товаров требованиям и стандартам страны-импортера. В связи с этим Федеральное законодательство РФ о техническом регламентировании нацелено на создание двухуровневой системы нормативных документов. А это, во-первых, технические регламенты, в которых обозначены обязательные для всех требования, и, во-вторых, добровольные стандарты.

Положения Государственной системы технического регулирования и стандартизации

Свод правил и положений, содержащих порядок проведения работ по стандартизации РФ и касающихся фактически всех основных отраслей народного хозяйства страны, независимо от уровня управления, именуется Государственной системой стандартизации или ГСС. Основными правовыми документами, регламентирующими данную систему, является ряд Межгосударственных и Государственных уставов, как раз и содержащих основные правила, регулирующие вопросы организации и проведения работ по стандартизации. Для этой цели был организован специализированный орган под названием «Международный совет по стандартизации, метрологии и сертификации», основные задачи которого определяются следующими положениями:

- 1) предоставление проектов межгосударственных стандартов на утверждение;
- 2) выборка перспективных направлений в сфере стандартизации;
- 3) рассмотрение и принятие основных направлений в сфере стандартизации и метрологии, расходов на их проведение.

Также к органам службы стандартизации относятся организации, учреждения, объединения и подразделения, основная составляющая деятельности которых лежит в области проведения непосредственно работ по стандартизации или в области выполнения определенных функций по стандартизации.

Государственная стандартизация призвана решать ряд следующих вопросов и задач:

- 1) вести разработку Государственных стандартов, содержащих основополагающие и общетехнические требования, а также требования по регулированию вопросов безопасности трудовой деятельности, защиты окружающей среды, совместимости и взаимозаменяемости;
- 2) способствовать выполнению воли заказчика;
- 3) рассматривать и утверждать Государственные стандарты и ряд других нормативных актов, в том числе: инструкции, методические указания и т. п.;
- 4) обеспечивать принципы единства и достоверности измерений в государстве, а также способствовать усилению и ускоренному развитию Государственной метрологической службы;
- 5) заниматься проведением организационных работ по непосредственному использованию Международных, региональных и национальных стандартов иных государств в качестве Государственных стандартов;
- 6) заниматься опубликованием и широким распространением Госстандартов в других нормативных документах;

7) заниматься подготовкой работ по международному сотрудничеству в сфере стандартизации, по качественному использованию их итогов.

Органы и комитеты по стандартизации

Закон Российской Федерации «О техническом регулировании» (статья 14) формулирует основные направления деятельности Национального органа Российской Федерации по стандартизации.

Согласно положениям вышеозначенного Закона в состав технических комитетов по решению вопросов стандартизации могут входить как представители научных организаций и Государственных федеральных органов исполнительной власти, так и представители различных общественных объединений и других общественных организаций, созданных предпринимателями или конечными потребителями товаров и услуг. Порядок создания и работы данных технических комитетов должен утверждаться Национальным органом по стандартизации. Государственное управление по вопросам стандартизации в РФ реализуется Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. За проведение мероприятий по вопросам стандартизации строительства отвечает Минстрой России. За выделенную ему часть работ по стандартизации отвечает соответственно НИИ Госстандарта.

ВНИИС отвечает за разработку «научно-технических, правовых и экономических основ стандартизации управления качеством продукции, госнадзора за внедрением и соблюдением стандартов, международного сотрудничества в области стандартизации». Разрабатывает ВНИИС и вопросы организационно-методических, научно-технических и правовых проблем, существующих в сферах стандартизации и сертификации, а также проводит научно-техническую и правовую экспертизу стандартов, осуществляет работы в рамках ISO и некоторых других Международных организаций.

ВНИИМАШ, в свою очередь, ведает вопросами стандартизации в машиностроительной отрасли и в отрасли приборостроения, ВНИИКИ – в области научно-технической терминологии, информации, метрологии и качества продукции, ГНИЦВОК – в сфере стратегического развития и разработки единой системы кодирования и классифицирования технико-экономической информации, кроме того – в сфере разработки и внедрения унифицированных систем документации в АСУ, ГНИЦВОК – в области принятия и использования общероссийских классификаций для информации технико-экономического направления, а также унифицированной документации.

При необходимости в министерствах РФ формируются специальные службы стандартизации, а также головные организации по стандартизации, помогающие решать ряд организационных и координационных задач. Подобные службы могут возникать и непосредственно на предприятии. Функциями их в данном случае становятся научно-исследовательские, опытно-конструкторские и ряд других работ по вопросам стандартизации, а также помощь в выполнении подобных работ другим подразделениям предприятия и создание организационно-методической и научно-технической базы для оптимальной деятельности предприятия в сфере стандартизации.

Технические регламенты: понятие и сущность. Применение технических регламентов

Технический регламент представляет собой некий законченный перечень основных требований, предъявляемых к одному из объектов стандартизации. Документами, способными менять данные этого перечня, могут быть лишь его изменения и дополнения. Кроме того, стоит отметить и то, что не любой документ, содержащий некоторые обязательные требования, может считаться техническим регламентом. Основной направленностью данных требований технического регламента, согласно Закону «О техническом регулировании» (глава 2), должно стать обеспечение:

- 1) единства измерений;
- 2) электромагнитной совместимости в вопросе реализации задач безопасности работы приборов и оборудования;
- 3) безопасности излучений;
- 4) взрывобезопасности;
- 5) биологической, пожарной, термической, механической, промышленной, химической, электрической, ядерной и радиационной безопасности.

Также в технический регламент могут включаться некоторые другие требования, правила и формы. Например, к первым относятся требования:

- 1) обеспечивающие названные ранее виды безопасности;
- 2) способствующие поддержанию принципа единства измерений;
- 3) особые требования к терминологии, упаковке, этикеткам и маркировкам, а также к правилам их нанесения.

Из положений вышеназванного Закона вытекают следующие основные цели принятия технических регламентов:

- 1) защита жизни или здоровья людей, а также имущества юридических и физических лиц или имущества, находящегося в муниципальной и государственной собственности;
- 2) охрана окружающей среды, здоровья и жизни животных и растений;
- 3) предупреждение действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Субъекты технических регламентов

Как правило, принято делить субъекты технического регулирования на несколько обособленных категорий:

- 1) бизнес;
- 2) потребители;
- 3) государственные органы;
- 4) контролирующие органы.

Основным направлением деятельности для них должно стать обеспечение безопасности и защиты прав потребителей в вопросе их экологической безопасности и защиты от любых техногенных катастроф. Для обеспечения оптимального решения поставленных перед государством задач при Экономическом управлении президента РФ были сформированы Экспертные советы, занимающиеся разработкой общих и специальных технических регламентов. По форме в содержание технического регламента должны входить такие сведения, как: перечень товаров, процессов их создания, хранения, транспорти-

ровки, использования, реализации и утилизации, в отношении коих и вырабатываются вышеозначенные требования; кроме того, формулируются общие правила идентификации всех объектов, подлежащих техническому регулированию для решения вопросов применения технического регламента.

Также в технический регламент могут включаться другие сведения, например:

1) правила и формы оценки соответствия, определяемые с учетом степени риска;

2) предельные сроки оценки соответствия для каждого объекта технического регулирования;

3) обязательные требования к упаковке, маркировке и этикеткам, терминологии, а также необходимые правила их нанесения. Согласно Закону «О техническом регулировании» не включенные в технические регламенты требования не носят обязательный характер. Также технический регламент может включать требования к характеристикам товаров, процессам их производства, применения, хранения, транспортировки, реализации и утилизации, но не может включать какие-либо требования в отношении конструктивных особенностей товара, кроме ситуаций, когда из-за отсутствия таких требований к конструкции существует возможность возникновения рисков нанесения вреда.

Исходя из этого положения, технические регламенты могут включать в список требований специальные требования к маркировке, этикеткам, упаковке и терминологии, а также к правилам их нанесения, что в будущем поможет увеличить степень защищенности отдельных групп граждан, как, например: дети, несовершеннолетние, беременные женщины, кормящие матери, инвалиды, пенсионеры.

Порядок разработки и принятия технического регламента.

Изменение и отмена технического регламента

Порядок разработки, принятия, изменения и отмены технического регламента подробно рассматривается в ст. 9 главы 2 Закона «О техническом регулировании». Перед созданием проекта технического регламента нужно четко сформулировать следующие понятия:

1) объект, под который, собственно говоря, и будет создаваться технический регламент;

2) цели разработки данного регламента;

3) перечень основных требований, предъявляемых к объекту;

4) перечень обязательных требований к объекту, установленных на территории Российской Федерации;

5) перечень Международных стандартов, предъявляющих свои требования к объекту.

Далее вышеназванный нормативный акт очень четко формулирует основные моменты разработки проекта технического регламента.

Формулируются этапы разработки технических регламентов, которые включают в себя:

1 этап: сбор заявок на разработку технического регламента;

2 этап: организационная стадия, на которой вся работа по организации проекта проводится Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии;

3 этап: проект технического регламента в первой редакции необходимо привести в соответствие с сегодняшней законодательной базой, а также с международными правилами и нормами и Национальными стандартами зарубежных стран;

4 этап: происходит опубликование уведомления о разработке технического регламента в одном из печатных изданий Федерального органа исполнительной власти по вопросам технического регулирования.

5 этап: публичное обсуждение проекта;

6 этап: получение отзывов на проект;

7 этап: анализ полученных отзывов;

8 этап: доработка проекта с внесением изменений, учитывающих полученные письменные замечания заинтересованных лиц;

9 этап: проведение публичного обсуждения проекта технического регламента;

10 этап: принятие проекта в первом чтении;

11 этап: составление списка полученных письменных замечаний с обязательным кратким изложением сути данных замечаний, а также результатов их обсуждения;

12 этап: проведение экспертизы готового проекта технического регламента в комиссии экспертов по техническому регулированию;

13 этап: принятие готового и переработанного проекта во втором чтении.

2. Стандартизация. История развития стандартизации

Одним из основополагающих и рубежных событий в истории стандартизации является основание Международного бюро мер и весов, а также Международная метрическая конвенция, подписанная в 1895 г. послами 19 государств.

В России одним из первых стандартов можно назвать кружала, т. е. калибры для пушечных ядер, утвержденные Иваном Грозным. Петр I очень много внимания уделял моментам, связанным с внешней торговлей. Он стремился поднять авторитет России, как экспортера товаров высокого качества.

Первый государственный орган, отвечающий за стандартизацию, – Комитет по стандартизации при Совете Труда и Обороне – был создан в 1925 г. Комитет руководил ведомствами, занимающимися стандартизацией, а также вводил в обращение утвержденные стандарты. Основной категорией стандартов был общесоюзный стандарт – ОСТ.

Но в 1940 г. порядок разработки стандартов был изменен: вместо наркоматов был организован Всесоюзный комитет по стандартизации, и ОСТы заменили ГОСТами – Государственными общесоюзными стандартами.

В 1968 г. произошло довольно значимое событие в истории стандартизации – принято Постановление Совета Министров СССР «Об улучшении работы по стандартизации в стране». На основе этого Постановления впервые появилась Государственная система стандартизации (ГСС). Всего было утверждено 4 категории стандартов:

- 1) ГОСТ – Государственный стандарт СССР;
- 2) РСТ – республиканский стандарт;
- 3) ОСТ – отраслевой стандарт; 4) СТП – стандарт предприятия.

В 1985 г. вышло Постановление Совета Министров СССР «Об организации работы по стандартизации», в котором была определена основная задача стандартизации – создание определенного набора нормативно-технической документации с целью четко обозначить набор стандартов качества продукции, ее производства и использования.

В 1990 г. вышло Постановление Совета Министров СССР «О совершенствовании организации работы по стандартизации», которое должно было отвечать требованиям переходной экономики.

Распад СССР поставил перед стандартизацией новую задачу, а именно: согласование политики стандартизации на территории СНГ. 13 марта 1992 г. страны СНГ подписали Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации.

Еще одно достойное внимания событие – принятие в 1993 г. Закона РФ «О стандартизации».

В 1992-2001 гг. направление развития стандартизации определялось в соответствии с Соглашением, принятым в 1992 г.

В 2002-2003 г. направление работ по стандартизации определялось Законом «О техническом регулировании».

Стандартизация: сущность, задачи, элементы

Сущность стандартизации состоит в составлении и утверждении как рекомендуемых, так и обязательных норм и характеристик для многократного использования, направленного на обеспечение надлежащего качества товаров и услуг, повышение их конкурентоспособности в сферах обращения продукции, а также обеспечение безопасности труда. Стандартизация устанавливает оптимальную степень упорядоченности в определенных сферах производства и обращения продукции с помощью утвержденных норм и положений.

Главными задачами стандартизации являются:

- 1) обеспечение соответствия товаров и услуг нормам и правилам безопасности для жизни и здоровья потребителя, собственности физических, юридических лиц, государственной собственности, экологии, окружающей среды, в частности, безопасности животных и растений;
- 2) обеспечение безопасности объектов, для которых существует возможность возникновения различного рода чрезвычайных ситуаций;
- 3) содействие научно-техническому прогрессу;
- 4) обеспечение конкурентоспособности продукции и услуг;
- 5) экономичное использование всех видов ресурсов;
- 6) совместимость и взаимозаменяемость продукции;
- 7) единая система измерений.

Результатом стандартизации является, в первую очередь, нормативный документ.

Нормативный документ – документ, в котором утверждаются общие нормы, правила и характеристики для продукции, работ или услуг

Стандарт – нормативный документ, утвержденный соответствующим органом, в котором утверждаются общие принципы, нормы и характеристики для продукции, работ или услуг, причем данные правила устанавливаются для добровольного многократного использования.

Технические условия – документ, который утверждает основные технические требования к продукции, работам и услугам.

Областью стандартизации называют систему связанных между собой объектов стандартизации.

Орган стандартизации – орган, признанный уполномоченным разрабатывать и утверждать стандарты на региональном или международном уровне.

На практике выделяют 4 основные этапа стандартизации.

1. Выбор продукции, работ или услуг, для которых будет проводиться стандартизация.
2. Создание модели для стандартизируемой продукции, работ или услуг.
3. Утверждение оптимального качества созданной модели.
4. Утверждение стандартов для созданной модели, стандартизация.

Принципы и методы стандартизации

Перечислим основные принципы стандартизации.

1. Принцип добровольности стандартов реализуется в процессе принятия решения о применении стандарта. Если было принято решение применять какой-либо стандарт, то хозяйствующий субъект обязан осуществлять свою дея-

тельность таким образом, чтобы она полностью соответствовала принятому стандарту.

2. При разработке и утверждении стандартов должны учитываться законные интересы заинтересованных лиц.

3. За основу национальных стандартов должны приниматься Международные стандарты. Данный принцип может не выполняться, если применение Международных стандартов в качестве основы национальных признано невозможным.

4. Стандартизация не должна препятствовать нормальному товарообороту больше, чем это необходимо для ее осуществления.

5. Все элементы системы, подвергнутой стандартизации, должны быть совместимы.

6. Все принятые стандарты должны быть максимально динамичны, т. е. должны своевременно адаптироваться к достижениям научно-технического прогресса.

7. Стандартизация должна быть эффективной, т. е. стандартизация должна давать либо экономический, либо социальный эффект.

8. Стандарты не должны противоречить друг другу или техническим регламентам, не должны создавать барьеров в международной торговле.

9. Все стандарты должны быть четко сформулированы и не должны допускать двусмысленных трактовок.

10. Стандарты для готовой продукции должны быть непосредственно связаны со стандартами составных частей или сырья, из которого данная продукция была изготовлена.

11. Стандартизация должна проводиться таким образом, чтобы выполнение установленных стандартов в дальнейшем могло быть объективно проверено.

Основными методами проведения стандартизации являются:

- 1) упорядочение объектов стандартизации;
- 2) параметрическая стандартизация;
- 3) опережающая стандартизация;
- 4) унификация продукции;
- 5) комплексная стандартизация;
- 6) агрегатирование.

Нормативные документы по стандартизации, их категории

Нормативными документами по стандартизации в РФ являются:

Государственный стандарт Российской Федерации (ГОСТ Р) – нормативный документ, являющийся национальным стандартом, утвержденный Центральным органом исполнительной власти по стандартизации – Госстандартом России.

Обязательные требования к качеству продукции, входящие в Государственные стандарты, обеспечивают безопасность данной продукции, товара или услуги для жизни и здоровья потребителя, окружающей среды, экологии, имущества физических и юридических лиц, а также безопасность и комфортность труда; совместимость и взаимозаменяемость; объективные методы кон-

троля над соответствием; единство маркировки, позволяющее удостовериться в выполнении обязательных требований.

Отраслевые стандарты (ОСТ) – стандарты, которые разрабатываются Государственными органами управления (министерствами, например) для продукции, работ и услуг определенной отрасли. Обязательные требования Государственных стандартов, санитарные нормы и правила безопасности для данной отрасли должны неукоснительно соблюдаться при составлении отраслевых стандартов. Субъекты отраслевой стандартизации несут ответственность за соответствие отраслевых стандартов обязательным требованиям Государственных стандартов.

В роли объектов отраслевой стандартизации могут выступать: продукция, работы и услуги отраслевого значения; организационно-технические и общетехнические объекты отраслевого значения.

Стандарты предприятий (СТП) – нормативный документ, утверждаемый руководителем предприятия, объектом которого является производимая или используемая предприятием продукция, работы и услуги или же составляющие организации и управления производством.

Стандарты общественных объединений (СТО) (под общественными объединениями могут пониматься научно-технические или инженерные общества) представляют собой нормативные документы, разрабатываемые для различных инновационных видов продукции, работ и услуг; нетрадиционных методов научных исследований, испытаний экспертизы; новых стратегий управления производством.

Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации – нормативные документы, регламентирующие распределение информации согласно установленной классификации. Применение данного типа нормативных документов является обязательным для создания Государственных информационных систем и информационных ресурсов.

Виды стандартов

Выделяют несколько видов стандартов.

Основополагающие стандарты – нормативные документы, утвержденные для определенных областей науки, техники и производства, содержащие в себе общие положения, принципы, правила и нормы для данных областей. Этот тип стандартов должен способствовать эффективному взаимодействию между различными отраслями науки, техники и производства, а также устанавливать общие нормы и принципы проведения работ в определенной области. Главная цель утверждения основополагающих стандартов – обеспечение в процессе разработки и эксплуатации продукта выполнения обязательных требований и общетехнических норм, предусмотренных Государственными стандартами, таких, как безопасность продукта для жизни и здоровья потребителя, имущества и окружающей среды.

Стандарты на продукцию (услуги) – нормативные документы, утверждающие требования либо к определенному виду продукции (услуги), либо к группам однородной продукции (услуги). Существуют две следующих разновидности данного нормативного документа:

1) стандарты общих технических условий, применяющиеся к группам однородной продукции (услуг);

2) стандарты технических условий, применяющиеся к конкретным видам продукции (услуги).

Стандарт общих технических условий включает в себя: классификацию, основные параметры (размеры), требования к качеству, упаковке, маркировке, транспортировке, правила эксплуатации и обязательные требования по безопасности жизни и здоровья потребителя, окружающей среды, правила утилизации.

Стандарт технических условий содержит более конкретные требования, так как применяется уже непосредственно к конкретным видам продукции (услуги). Однако требования стандарта технических условий не должны вступать в противоречие с требованиями стандарта общих технических условий.

Стандарты на работы (процесс) – нормативные документы, утверждающие нормы и правила для различных видов работ, которые проводятся на определенных стадиях жизненного цикла продукции (разработка, изготовление, потребление, хранение, транспортировка, ремонт и утилизация).

Стандарты на методы контроля (испытания, измерения, анализа) должны обеспечивать полный контроль над выполнением обязательных требований к качеству продукции, определенному принятыми стандартами. В данном типе стандартов должны утверждаться максимально объективные методы контроля, дающие воспроизводимые и сопоставимые результаты. Основой стандартизированных методов контроля являются Международные стандарты. В стандарте обязательно должна присутствовать информация о возможной допустимой погрешности измерений.

Общероссийские классификаторы

Методам классификации информации в современных условиях построения информационного общества и интеграции Российской Федерации в мировую экономику должно уделяться очень много внимания. В связи с этим в России была принята Государственная программа перехода Российской Федерации на принятую в международной практике систему учета и статистики.

Общероссийские классификаторы представляют собой главный способ согласования различного рода информации, используемой разными ведомствами. Также очень важно, чтобы классификаторы Федеральных органов управления и международных организаций, международные и региональные информационные системы могли быть беспрепятственно сопоставимы. Для этого в России разрабатывается Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК), компонентами которой являются общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации, а также нормативные документы по их разработке, ведению и применению.

В ЕСКК классифицируются и кодируются: статистические данные, финансовая и юридическая деятельность, банковское дело, сертификация, стандартизация, торговля и бухгалтерская деятельность.

Действующие общероссийские классификаторы приняты Госстандартом.

1. Общероссийский классификатор организационно-правовых форм (ОКОПФ).
2. Общероссийский классификатор органов государственной власти и управления (ОКОГУ).
3. Общероссийский классификатор основных фондов (ОКОФ).
4. Общероссийский классификатор валют (ОКВ).
5. Общероссийский классификатор экономических регионов (ОКЭР).
6. Общероссийский классификатор продукции (ОКП).
7. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности, продукции и услуг (ОКДП).
8. Общероссийский классификатор объектов административно-территориального деления (ОКАТО).
9. Общероссийский классификатор занятий (ОКЗ).
10. Общероссийский классификатор начального профессионального образования (ОКНПО).
11. Общероссийский классификатор управленческой документации (ОКУД).
12. Общероссийский классификатор информации по социальной защите населения (ОКИСЗН).
13. Общероссийский классификатор услуг населению (ОКУН).
14. Общероссийский классификатор стандартов (ОКС).
15. Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР).
16. Общероссийский классификатор единиц измерения (ОКЕИ).
17. Общероссийский классификатор специальностей высшей научной классификации (ОКСВНК).

Требования и порядок разработки стандартов

Стандарт должен содержать: титульный лист; предисловие; содержание; введение; наименование; область применения; нормативные ссылки; необходимые определения; используемые обозначения и сокращения; требования, нормы, правила и характеристики; приложения; библиографические данные.

Образец оформления титульного листа содержится в приложениях А, Б, В, Г ГОСТ 1.5-92.

Предисловие стандарта должно содержать сведения о разработчике; о стандарте отрасли; о стандарте (Международном, региональном или другой страны), являющемся основой Государственного; о стандарте, объектом которого является лицензированная продукция; об инновациях, использованных в стандарте; о нормативных документах, вместо которых утвержден стандарт; о законодательных нормах закона, если таковые присутствуют в стандарте.

В содержании должны быть указаны: нумерация, названия и номера страниц разделов и приложений, а также графического материала, если он входит в стандарт.

Во введении обосновывается актуальность и обозначаются причины утверждения данного стандарта.

Характеристики стандартизируемой продукции, процесса или услуги, необходимые для классификации стандарта, содержатся в наименовании.

В области применения перечисляются объекты, на которые распространяется данный стандарт.

В нормативных ссылках должны указываться обозначения и наименования стандартов, на которые разработчики ссылаются в данном стандарте. Причем наименования должны указываться в возрастающем порядке регистрационных номеров обозначений, сначала должны перечисляться Государственные стандарты Российской Федерации, а затем отраслевые стандарты.

В определениях должны точно и четко даваться определения используемых в стандарте понятий и терминов.

В обозначениях и сокращениях должны расшифровываться с необходимыми пояснениями все обозначения и сокращения, используемые в данном стандарте. Причем обозначения и сокращения должны быть записаны в том порядке, в котором они используются в стандарте.

Требования могут быть утверждены в основополагающих стандартах, стандартах на продукцию (услуги), стандартах на методы контроля. Выбор вида стандарта зависит от характерных черт и особенностей объекта стандартизации.

Весь дополнительный материал (например, таблицы, графики, расчеты) размещается в приложениях.

Библиографические данные Государственных стандартов Российской Федерации включают: обозначение, проставленное Госстандартом России; код Общероссийского классификатора стандартов; код классификатора Государственных стандартов; код Общесоюзного классификатора стандартов и технических условий.

Порядок разработки и утверждения стандарта

Разработка стандарта начинается с заявок на разработку. Заявить на разработку стандарта могут следующие субъекты в соответствии с подведомственными им объектами стандартизации: Государственные органы и организации; научно-технические, инженерные и другие общественные объединения и различные предприятия.

Для того, чтобы Госстандарт РФ учел заявку при составлении плана годовой стандартизации, необходимо, чтобы в заявке была четко обоснована актуальность установления такого стандарта. Причем заявители имеют возможность предложить свой вариант данного стандарта.

Затем между заявителем и разработчиком заключается договор, регламентирующий разработку стандарта по следующим стадиям: написание технического задания; работа над проектом стандарта; отправка разработанного варианта стандарта на рассмотрение в Госстандарт; изменение стандарта при необходимости; пересмотр и отмена стандарта.

Техническое задание представляет собой основу всей дальнейшей работы над стандартом. В нем намечаются сроки выполнения каждой стадии разработки, составляются наброски разрабатываемого стандарта, формируется полный набор требований, правил и норм для стандарта, указывается предпо-

лагаемая область применения стандарта. При разработке стандарта могут учитываться отзывы о стандарте субъектов из области его применения.

Разработка проекта включает в себя два этапа.

1. Первая редакция. На данном этапе должно быть проверено, не имеет ли проект противоречий с действующими законами РФ и соответствует ли он Международным стандартам. На данном этапе проект обсуждается специальной группой, которая должна решить, удовлетворяет ли он условиям договора, составленного технического задания и положениям Государственной системы стандартизации. Затем заявители и субъекты из области применения стандарта должны ознакомиться с его первой редакцией.

2. Вторая, или окончательная, редакция. На этом этапе собираются полученные отзывы, на их основе вносятся корректировки, и готовится окончательная редакция документа. Чтобы документ был рекомендован к принятию, необходимо, чтобы его положительно оценили не меньше двух третей технического комитета по стандартизации, занимавшегося его разработкой. Окончательная редакция документа отправляется в Госстандарт РФ и его заказчику.

Принятие стандарта происходит только после обязательной его проверки, которая должна определить, не содержит ли данный проект противоречий действующим законам РФ, установленным правилам и нормам и общим требованиям оформления стандартов. После этого стандарт может быть принят Госстандартом РФ с указанием даты его вступления в силу и, возможно (не обязательно), срока действия. Принятый стандарт должен быть зарегистрирован и опубликован в Информационном указателе.

Классификация средств размещения

Средства размещения туристов – любой объект, предназначенный для проживания туристов (гостиница, отель, туристическая база и т. п.)

Средства размещения, согласно Постановлению Госстандарта Российской Федерации от 9 июля 1998 г., подразделяются на коллективные и индивидуальны.

Коллективными средствами размещения являются гостиницы (в том числе квартирнoго типа), мотели, клубы с проживанием, пансионаты, меблированные комнаты, общежития, специализированные средства размещения: санатории, профилактории, дома охотника (рыбака), конгресс-центры, общественные средства транспорта (поезда, круизные суда, яхты), наземный и водный транспорт, переоборудованный под средства размещения для ночлега, кемпинги (площадки для кемпинга, автофургонов).

Общие требования к средствам размещения, согласно Постановлению Госстандарта.

1. Общественные средства транспорта должны соответствовать требованиям, установленным отраслевыми стандартами.

2. Средства размещения должны иметь удобные подъезды с необходимыми дорожными знаками.

3. Прилегающая к средствам размещения территория должна быть освещена в вечернее время, благоустроена, должна иметь площадку с твердым по-

крытием для кратковременной парковки автотранспорта и необходимые справочно-информационные указатели.

4. Средства размещения должны иметь:

1) освещение в жилых и общественных помещениях – естественное и искусственное;

2) холодное и горячее водоснабжение, канализацию. В районах с возможными перебоями в водоснабжении, руководство обязано предоставить проживающим минимальный запас воды, которого должно хватить не менее чем на сутки и обеспечить подогрев воды;

3) отопление, поддерживающее в помещениях оптимальную температуру;

4) вентиляцию, обеспечивающую циркуляцию воздуха;

5) телефонную связь;

6) пассажирский лифт при необходимости. Для индивидуальных средств размещения

5. Минимальная площадь жилой комнаты должна быть не менее 9 м².

6. В жилой комнате, являющейся индивидуальным средством размещения, должны присутствовать: мебель, инвентарь и постельные белье (необходимое по количеству проживающих число комплектов); плотные занавески или жалюзи, сеть радиовещания (подводка во все жилые комнаты); потолочные и прикроватные светильники, электророзетки с указанием напряжения; замки в дверях с внутренним предохранителем.

7. Санузел должен быть оборудован умывальником, унитазом, ванной или душем.

Методы стандартизации

Метод стандартизации – это совокупность средств достижения целей стандартизации. Рассмотрим основные методы стандартизации.

1. Упорядочение объектов стандартизации является универсальным методом стандартизации товаров, работ и услуг. Данный метод систематизирует разнообразие продукции.

Систематизация объектов стандартизации представляет собой последовательное, научно обоснованное классифицирование и ранжирование конкретных объектов стандартизации.

Селекция объектов стандартизации – это отбор целесообразных для дальнейшего производства и применения объектов стандартизации.

Симплификация – деятельность, выявляющая объекты стандартизации, которые нецелесообразно применять для производства.

Типизация объектов стандартизации – это разработка и утверждение типовых объектов или образцов.

Оптимизация объектов стандартизации – деятельность, определяющая оптимальные главные параметры и значения остальных показателей, необходимых для данного уровня качества.

2. Параметрическая стандартизация – стандартизация, направленная на фиксирование оптимальных численных значений параметров, определяющихся строгой математической закономерностью.

3. Унификация продукции – рациональное сокращение до оптимального уровня числа типов объектов одного функционального назначения. Унификация включает в себя: классификацию и ранжирование, селекцию и симплификацию, типизацию и оптимизацию объектов стандартизации. Одним из показателей унификации является коэффициент применяемости:

$$K_n = \frac{n - n_0}{n} \times 100\%,$$

где n_0 – количество оригинальных деталей;

n – суммарное число деталей.

Данный коэффициент может применяться к одному изделию или к совокупности изделий, а также для унифицированного ряда.

4. Агрегатирование. Данный метод заключается в конструировании машин и приборов из определенного числа унифицированных деталей, связанных между собой функционально и геометрически.

5. Комплексная стандартизация. При данном методе стандартизации целенаправленно и планомерно утверждается и используется комплекс взаимосвязанных требований к объекту стандартизации и его составляющим для получения оптимального решения проблемы.

6. Опережающая стандартизация заключается в установлении прогрессивных по отношению к достигнутому уровню требований, которые, согласно прогнозам, будут оптимальными в последующее время.

Методы определения показателей качества

Показателями качества продукции являются числовые характеристики одного или многих свойств продукции, определяющих ее качество, и взятые в установленных условиях ее изготовления и эксплуатации.

Критерием разделения методов определения значений показателей качества продукции являются способы и источники полученных сведений о качестве интересующей нас продукции.

Измерительный метод. При использовании данного метода определения значений показателей качества, информация об интересующей нас продукции получается при помощи непосредственных измерений различными техническими средствами измерения. Полученные результаты, как правило, необходимо преобразовывать при помощи соответствующих пересчетов к нормальным или стандартным условиям.

Основой регистрационного метода являются сведения, полученные путем подсчета количества определенных событий или издержек, например, числа отказов изделия при проведении испытаний. При помощи данного метода определяются, например, показатели унификации.

Органолептический метод базируется на использовании результатов анализа восприятия продукции зрением, осязанием, обонянием, слухом, осязанием и вкусом. Значения показателей выражаются в баллах, которые находятся путем анализа полученных результатов на основе имеющегося опыта. При использовании данного метода допустимо применение таких технических средств, как лупа, микроскоп и др.

Расчетный метод базируется на данных, полученных при помощи эмпирических и теоретических зависимостей.

Методы определения показателей качества делятся на экспертный, традиционный и социологический в зависимости от источника используемой информации.

Традиционный метод определения значений показателя качества продукции осуществляется уполномоченными должностными лицами специальных экспериментальных подразделений и расчетных отделов предприятий и организаций.

Экспертный метод определения значений показателей качества продукции осуществляется экспертами и специалистами (товароведами, дегустаторами и др.). Данный метод используется для определения таких показателей качества, которые невозможно определить более эффективными методами.

Социологический метод определения показателей качества продукции осуществляется непосредственными или потенциальными потребителями данной продукции. Сбор информации, необходимой для данного метода, осуществляется путем проведения социологических опросов, распространения специальных анкет и организации разного рода дегустаций.

Основополагающие Государственные стандарты

В Российской Федерации действует Государственная система стандартизации (ГСС). Комплекс Государственных основополагающих стандартов включает

в себя:

1) ГОСТ Р 1.0-92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные положения»;

2) ГОСТ Р 1.2-92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки Государственных стандартов»;

3) ГОСТ Р 1.4-93 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Стандарты отраслей, стандарты предприятий, научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений. Общие положения»;

4) ГОСТ Р 1.5-92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов»;

5) ГОСТ Р 1.8-2002 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Стандарты Межгосударственные. Правила разработки, применения, обновления и прекращения применения в части работ, осуществляемых в Российской Федерации»;

6) ГОСТ Р 1.9-95 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок маркирования продукции и услуг знаком соответствия Государственным стандартам»;

7) ГОСТ Р 1.10-95 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки, принятия, регистрации правил и рекомендаций по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации и информации о них»;

8) ГОСТ Р 1.11-99 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Метрологическая экспертиза проектов Государственных стандартов». Данный стандарт утверждает порядок осуществления метрологических исследований проектов Государственных стандартов;

9) ГОСТ Р 1.12-99 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Стандартизация и смежные области деятельности. Термины и определения»;

10) ГОСТ 1.13-2001 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок подготовки уведомлений о проектах нормативных документов»;

11) ПР 50.1.002-94 Правила по стандартизации. «Порядок представления в Госстандарт Российской Федерации информации о принятых стандартах отраслей, стандартах научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений»;

12) ПР 50.1.008-95 Правила по стандартизации. «Организация и проведение работ по Международной стандартизации в Российской Федерации»;

13) ПР 50.74-94 Правила по стандартизации. «Подготовка проектов Государственных стандартов РФ и проектов изменений к ним для принятия, Государственной регистрации и издания».

3. Общие понятия о сертификации, объекты и цели сертификации

Процедура сертификации направлена на подтверждение соответствия объекта сертификации предъявляемым к нему нормам и требованиям.

В результате проведения лабораторных исследований и испытаний, составляется акт о соответствии или несоответствии объекта исследования необходимым требованиям стандарта или технических условий. В случае соответствия объекта сертификации на основании акта выдается сертификат соответствия исследуемого объекта требуемым параметрам качества.

Сертификация выполняется как в добровольном порядке, так на добровольной основе. В процедуре сертификации участвует три стороны.

Первая сторона – изготовитель или продавец продукции.

Вторая сторона – покупатель или потребитель продукции.

Третья сторона – независимый от первой и второй стороны орган.

Объектами сертификации являются: товары народного потребления, услуги, процессы, рабочие места, персонал, системы качества и пр.

В условиях рыночной экономики производитель борется за конкурентоспособность своей продукции. В погоне за быстрой прибылью недобросовестные изготовители предлагают товар, способный нанести вред здоровью человека и окружающей среде.

Государство в лице законодательной власти устанавливает юридическую, административную и гражданскую ответственность за ввод в обращение недоброкачественной продукции, а также определяет основные обязательные требования характеристик продукции в целом и отдельным ее параметрам.

Основными задачами сертификации продукции, в том числе и импортной, являются следующие.

1. Обеспечение доверия потребителя качеству товаров и услуг.
2. Облегчение потребителю выбора необходимых товаров и услуг.
3. Предоставление потребителю достоверной информации о качестве товаров и услуг.
4. Обеспечение защиты в конкуренции с несертифицированными товарами и услугами.
5. Предотвращение доступа некачественной импортной продукции.
6. Влияние на развитие научно-технического процесса.
7. Содействие росту организаторско-технического процесса.

Все работы по проведению сертификации осуществляются системой сертификации, возглавляемой Госстандартом РФ на основании Закона РФ «О сертификации продукции и услуг».

Правила и порядок проведения сертификации

Правила и порядок проведения сертификации.

1. Заявителем подается заявка в соответствующий орган по проведению процедуры сертификации. Информация о данном органе предоставляется территориальным органом Госстандарта или в Госстандарте.

2. Орган по проведению сертификации принимает на рассмотрение заявку, выносит решение, включающее все необходимые основные условия сертификации, в том числе материальные затраты, перечень прошедших аккредита-

цию испытательных лабораторий, получивших аттестат на право проведения испытаний, и список организаций, имеющих разрешение на проведение сертификации систем качества или производства.

3. Заявителем выбирается испытательная лаборатория или орган по проведению сертификации систем качества или производства из перечня, предложенного органом по проведению сертификации, с органом по проведению сертификации заключается договор о проведении сертификации.

4. Испытательная лаборатория или орган по проведению работ по сертификации выполняет процедуру отбора необходимых образцов для проведения испытаний.

5. Орган по проведению сертификации системы качества или производства или комиссия органа по проведению сертификации проводит анализ реального состояния производства или системы качества и оформляет заключение в орган по проведению сертификации.

6. Заявитель и орган по проведению сертификации получают протокол испытаний, составленный на основании проведенных исследований испытательной лабораторией.

7. Орган по проведению сертификации, проведя анализ протокола испытаний, заключения о реальном состоянии производства и других данных о соответствии данной продукции нормативным требованиям, на соответствие которым исследуется продукция, приходит к решению о выдаче сертификата соответствия или отказе в выдаче сертификата соответствия. На основании полученного сертификата соответствия выдается лицензия, дающая право использования знака соответствия.

8. Орган по проведению сертификации должным образом оформляет и регистрирует сертификат соответствия и вручает его заявителю одновременно с лицензией на использование знака соответствия.

9. Продукция, подлежащая обязательной сертификации, маркируется изготовителем знаком соответствия согласно требованиям документа «Правила применения знака соответствия при обязательной сертификации продукции».

10. Контроль за прошедшей сертификацию продукцией осуществляется согласно выбранному при разработке необходимой схемы сертификации порядку органом по проведению сертификации.

Развитие сертификации

Одной из первых стран, учредивших знак соответствия, является Германия. Именно в ней в 1920 г. Институтом стандартов был учрежден знак соответствия стандартом DIN, зарегистрированный в ФРГ на основании Закона «О защите торговых знаков». В этот же период в Германии начинает развиваться и действовать система сертификации VDE (Немецкая электротехническая ассоциация).

В Великобритании процедурами проведения сертификации занимаются несколько национальных систем. Самой значительной системой является Британский институт стандартов.

Продукция, прошедшая сертификацию во Франции использует знак NF. Данный знак был разработан национальной системой сертификации. Органи-

зацией и руководством национальной системой сертификации занимается французская ассоциация по стандартизации (AFNOR). Наличие на продукции знака указывает на то, что данная продукция полностью соответствует требованиям стандартов, действующих на территории Франции. Продукция, не имеющая знака NF, не пользуется потребительским спросом. В связи с этим во Франции для получения знака NF более 75% продукции, выпускаемые французскими фирмами, проходят процедуру добровольной сертификации.

В декабре 1989 г. Советом ЕС был принят документ «Глобальная концепция по сертификации и испытаниям», основной задачей которой является обеспечение сертификации и аккредитации по единой европейской норме.

В 1979 г. ЦК КПСС и Совет министров СССР принимает постановление «Об улучшении планирования и усилению воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работ».

В 1986 г. «Временное положение о сертификации продукции машиностроения в СССР. РД 50598-86» устанавливает основные требования и правила по сертификации машиностроительной продукции.

В 1992 г. вводится в действие Закон Российской Федерации «О защите прав потребителя», являющийся базой сертификации продукции и услуг ГОСТ.

В 1993 г. принимается Федеральный закон «О сертификации продукции и услуг», действующий до принятия в 2002 г. Федерального закона «О техническом регулировании».

Понятие «сертификация» было определено и включено в Руководство ИСО (ИСО/МЭК 2) «Общие термины и определения в сфере стандартизации, аккредитации и сертификации испытательных лабораторий».

Комитетом по сертификации (СЕРТИКО) международной организации (ИСО) по стандартизации в 1982 г. понятие «сертификация» определяется действием, подтверждающим установленным сертификатом или законом соответствия, о том, что продукция или услуга отвечает требованиям, определенным стандартам или другим нормативным документам.

Понятие качества продукции

Качество продукции или услуг – это определенный перечень показателей свойств продукции или услуги, благодаря которым они способны удовлетворять необходимые потребности потребителя при их использовании и эксплуатации, включая уничтожение и утилизацию.

Квалиметрия от лат. «квали» – «какой» и др.-гр. «метрео» – «мерить, измерять». Развитие квалиметрии происходит по двум основным направлениям.

1. Прикладная квалиметрия – осуществляет разработку методик по оценке качества.

2. Теоретическая квалиметрия рассматривает опросы методологии и оценивания качества объекта.

Основными целями квалиметрии являются:

1) создание методов определения численных значений показателей качества, обработка данных и определение требований, обеспечивающих точность вычислений;

- 2) создание перечня методов определения наиболее оптимальных значений показателей качества продукции;
 - 3) обоснование выбранного перечня показателей качества продукции при разработке способов повышения качества и запланированной стандартизации;
 - 4) определение единых методов оценки уровня качества продукции для возможности сопоставления результатов;
 - 5) определение единых методов оценки отдельных свойств продукции.
- Для определения качества продукции используют три независимых друг от друга понятия.

1. Качество продукции – свойства продукции, определяющие ее способность удовлетворять потребности, связанные с назначением продукции.

2. Главное (единичное) качество продукции – определяет одно, перво-степенное свойство продукции и определяет потребительную стоимость.

3. Интегральное качество продукции – определяется совокупностью всех свойств (экономических, эстетических и функциональных) продукции.

Методы определения показателей качества продукции следующие.

1. Измерительный метод – данные о продукции получают путем использования технических средств измерений. С помощью данного метода определяют физические параметры (скорость, масса, геометрические размеры и т. д.).

2. Расчетный метод – основан на обработке информации, полученной путем теоретических и эмпирических зависимостей.

3. Органолептический метод – основан на восприятии органов чувств человека.

4. Традиционный метод – проводится компетентными специалистами в лабораториях, на испытательных стендах и т. д.

5. Экспертный метод – проводится специалистами – экспертами (дизайнерами, товароведомы, дегустаторами и т. д.).

6. Социологический метод – непосредственное использование продукции потребителем и сбор информации о качестве продукции путем анкетирования, выставок, конференций и т. д.

Обязательная сертификация. Добровольная сертификация

Обязательная сертификация – процедура подтверждения аккредитованным органом по проведению сертификации на соответствие продукции установленным обязательным требованиям, является формой контроля государства и безопасности продукции и услуг.

Обязательная сертификация осуществляется в случаях, обозначенных в законодательных актах РФ:

- 1) законах РФ;
- 2) нормативных актах Правительства РФ. Согласно ст. 7 Закона «О защите прав потребителей» перечень товаров (работ и услуг) утверждается Правительством РФ и подлежит обязательной сертификации.

С учетом этих перечней Госстандартом России разработано и введено в действие Постановление «Номенклатура продукции и услуг (работ), подлежащих, согласно законодательным актам Российской Федерации, обязательной сертификации».

Перечень включает в себя классы Общероссийского классификатора с двухрядным кодом (ОК 005-93-ОКП – по продукции, ОК 002-93-ОКУН – по услугам) и содержит объекты, подлежащие обязательной сертификации на данный момент, и объекты, обязательная сертификация которых помечена в перспективе.

В соответствии со ст. 7 Закона РФ «О защите прав потребителей» при проведении обязательной сертификации необходимо подтверждать безопасность товаров, работ или услуг.

Сертификат соответствия и знак соответствия, выданные на основании проведения процедуры обязательной сертификации, действительны на территории всей РФ.

Проведением и организацией работ по обязательной сертификации занимается специальный уполномоченный орган федеральной исполнительной власти в сфере сертификации товаров, работ и услуг – Госстандарт России.

Процедуру проведения обязательной сертификации отдельных видов товаров, работ и услуг осуществляют другие федеральные органы.

Добровольная сертификация – процедура, осуществляемая согласно Закону РФ «О сертификации продукции и услуг» по инициативе заявителя для подтверждения на предмет соответствия продукции или услуги требуемым нормам стандартов, правил, технических условий, рецептур и других нормативных документов, представленных заявителем.

Условием для проведения процедуры добровольной сертификации служит подписанный между органом по проведению сертификации и заявителем договор. Добровольная сертификация не заменяет обязательную сертификацию товаров, работ и услуг. Тем не менее товары, работы и услуги, прошедшие обязательную сертификацию, могут быть проверены на соответствие дополнительных требований при помощи добровольной сертификации.

Органы по сертификации

Орган по сертификации (ОС) осуществляет следующие действия:

- 1) сертификацию товаров, работ и услуг; выдачу сертификатов и лицензий на применение знаков соответствия;
- 2) проведение инспекционного контроля за сертифицированными товарами, работами и услугами;
- 3) осуществляет приостановку или отмену действия выданных им на товары, работы и услуги сертификатов;
- 4) обеспечивает заявителя необходимой информацией;
- 5) несет ответственность за соблюдение правил сертификации товаров, работ и услуг; правильность выдачи сертификатов соответствия.

Испытательные лаборатории (ИЛ), прошедшие аккредитацию, выполняют функции:

- 1) испытание конкретной продукции;
- 2) проведение конкретных видов испытаний;
- 3) выдача протоколов испытаний, необходимых для сертификации;
- 4) отвечает за достоверность результатов и соответствие требований сертификационных испытаний.

Для координации и организации работ в системах сертификации однородных видов продукции или услуг созданы центральные органы систем сертификации (ЦОС).

ЦОС являются:

1) ВНИИ сертификации (осуществляет добровольную сертификацию в Системе сертификации ГОСТ Р);

2) Технический центр Регистра систем качества (осуществляет добровольную и обязательную сертификацию и входит в структуру Госстандарта России) и др.

Обязанностями ЦОС являются:

1) координация и организация работы в возглавляемой системе сертификации;

2) определение правил процедур;

3) рассмотрение апелляции заявителя на действия ИЛ или ОС.

Специально уполномоченный федеральный орган исполнительной власти по сертификации Госстандарт, выполняет обязанности:

1) формирование и реализация политики государства в области сертификации;

2) установление общих правил и рекомендаций по проведению сертификации в Российской Федерации и публикация информации о них;

3) осуществление государственной регистрации систем сертификации и знаков соответствия, действующих на территории Российской Федерации;

4) публикация официальной информации о действующих на территории Российской Федерации системах сертификации и знаках соответствия;

5) представление информации в международные организации по сертификации;

6) разработка предложений о присоединении к международным системам сертификации.

Аккредитация органов по сертификации

Функции органа по проведению сертификации выполняет Госстандарт России. В пределах компетенции данного органа производится разработка процедур, правил и порядка проведения аккредитации. Вырабатываются необходимые требования к документам, экспертам и объектам аккредитации, а также осуществляется взаимодействие с органами по проведению аккредитации международного уровня.

Аккредитация так же, как и сертификация, проводится в регулируемых и нерегулируемых законодательством областях.

К регулируемой законодательством области относится: аккредитация испытательных лабораторий и органов по проведению сертификации, обеспечивающих выполнение обязательной сертификации. Это обусловливается требованиями законодательства по обеспечению безопасности продукции и услуг для человека и окружающей среды.

К нерегулируемой законодательством области относится: координация работы испытательных лабораторий и органов по проведению сертификации, обеспечивающих выполнение добровольной сертификации.

Советом по аккредитации осуществляется рассмотрение и решение вопросов в следующих направлениях:

- 1) определение параметров общих технических требований в процессах выполнения работ по аккредитации;
- 2) изучение и исследование передовых технологий в данной области;
- 3) решение экономических вопросов;
- 4) организация согласованной работы органов, осуществляющих аккредитацию;
- 5) тесное сотрудничество с международными органами по проведению аккредитации;
- 6) системное подведение итогов и анализ деятельности органов по проведению аккредитации;
- 7) составление реестра объектов, прошедших аккредитацию и экспертов по проведению процедуры аккредитации.

Орган по проведению аккредитации осуществляет руководство системой по аккредитации согласно установленным стандартом РФ ГОСТ Р 51000.2-95 требованиям, учитывающим общеевропейские требования стандарта ЕК45003. Для получения права проведения работ по аккредитации орган должен иметь необходимый юридический статус; стабильное финансирование; налаженную организационную схему, обеспечивающую профессиональную компетентность, абсолютную независимость и непредвзятость при проведении работ по аккредитации; помещения и современное техническое оснащение; высококвалифицированных специалистов и сотрудников; требуемую нормативно-техническую литературу на критерии и осуществляемые процессы аккредитации; разработанную систему, обеспечивающую качество выполнения работ по аккредитации.

Структуры по проведению аккредитации

На данный момент работы по проведению аккредитации органов и испытательных лабораторий в России осуществляют следующие структуры.

1. Подразделения Госстандарта – для проведения работ по обязательной сертификации.

2. Центральные органы систем сертификации – для проведения работ по добровольной сертификации.

Исполнительная дирекция органа состоит из руководителя, экспертов-аудиторов, бухгалтерии, секретариата и выполняет все необходимые задачи, связанные с проведением и организацией работ по осуществлению аккредитации.

Управляющий совет состоит из сотрудников министерств, профсоюзных организаций, ведомств, предприятий и других подразделений, заинтересованных и организующих работу в данном процессе по выполнению аккредитации.

Наблюдательный совет состоит из представителей учредительных организаций и осуществляет контроль за работой по проведению аккредитации.

Апелляционная комиссия принимает на рассмотрение жалобы от заявителей по вопросам проведения работ по аккредитации.

Комиссия по аккредитации осуществляет утверждение актов экспертизы по выполненной аккредитации и решает вопрос о выдаче или отказе в выдаче аттестата аккредитации.

Секторные комитеты состоят из специалистов организаций разных профилей и специалистов, нанимаемых для помощи в разработке процедур и правил аккредитации. Процедура подачи заявки на проведение аккредитации включает в себя определенные этапы:

- 1) получение полной информации о возможности проведения работ по аккредитации, правилах проведения и требованиях данной испытательной лаборатории или органа по проведению сертификации;
- 2) рассмотрение и предварительное обсуждение вопросов по проведению аккредитации между заявителем и исполнителем на основании представленных материалов;
- 3) оформление заявки на проведение работ по аккредитации, в которой в обязательном порядке указывают, в какой области проводится аккредитация, продукция или услуга, виды и типы испытаний, форма и сроки оплаты;
- 4) официальная регистрация поданной заявки на проведение работ по аккредитации;
- 5) оформление должным образом анализа о данных, содержащихся в заявке и приложения к данной заявке, содержащего юридический статус организации, выполняющей работы по сертификации, информацию о площадях, наличии квалифицированных кадров, нормативной документации, оборудования;
- 6) заключение двустороннего договора.

Процедура проведения экспертизы

Процедура проведения экспертизы состоит из:

- 1) утверждения экспертов для проведения работ по аккредитации, согласованных с заявителем. Руководителем экспертизы назначается штатный сотрудник, а техническими консультантами – сотрудники, приглашенные на основании субподрядного договора;
- 2) распределения главным экспертом между членами сформированной экспертной комиссии определенных обязанностей по проведению аккредитации;
- 3) проведения анализа организации, осуществляющей аккредитацию;
- 4) организации и проведении в органе, осуществляющем аккредитацию, или испытательной лаборатории экспертизы по специальным и общим вопросам;
- 5) составления и оформления отчета по проведенной экспертизе членами сформированной экспертной комиссии.

Процедура принятия решения по проведенной аккредитации состоит из следующего.

1. Руководитель органа по проведению аккредитации и представители секторных комитетов, входящие в состав сформированной экспертной комиссии, проводят проверку отчета по результатам проведенной экспертизы и при-

нимают решение об отклонении или утверждении решения комиссии, осуществляющей экспертизу.

2. При положительном решении комиссии выдается аттестат аккредитации с указанием области сертификации или испытаний и сроком действия аттестата.

3. Включение аккредитованного органа по проведению сертификации или испытательной лаборатории в реестр.

Процедура проведения инспекционного контроля осуществляется органом по проведению аккредитации и заключается в контроле за выполнением нормативных требований выполнения работ по аккредитации на всем протяжении срока действия аттестатов.

Контроль проводится один раз в год на основании подписанного договора и оплачивается самим заявителем.

На основании нормативных требований орган по проведению аккредитации должен:

1) иметь независимую от влияния извне организационную структуру, материально заинтересованную в результате проведения аккредитации и защищенную от давления или других действий, способных повлиять на непредвзятость выполненной работы;

2) иметь соответствующие соглашения, дающие право на привлечение независимых специалистов по проведению экспертизы в качестве консультантов по технологическим вопросам.

В состав штатной группы по проведению аккредитации входят руководитель, эксперт, эксперт, отвечающий за качество, секретарь, бухгалтер, эксперты со стороны (в случае необходимости).

Сертификация импортной продукции

Продукция, поступающая на рынок России и подлежащая обязательной сертификации согласно Закону РФ, должна отвечать необходимым требованиям систем сертификации России.

На основании Закона РФ «О сертификации продукции и услуг» в контрактах или договорах на поставку продукции в РФ, предусмотренной сертификации, должны быть в наличии сертификат и знак соответствия, удостоверяющие ее соответствие необходимым нормативным требованиям.

Товары, ввозимые на территорию России владельцем, не подлежат сертификации в случае их личного использования.

Товары, на которые необходимо подтверждение безопасности, при ввозе на российскую территорию кодируются по ТН ВЭД (товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности). При ввозе в Россию автотранспортного средства оформляется сертификат соответствия «Одобрение типа транспортного средства».

Госстандарт совместно с Государственным таможенным комитетом (ГТК) установил перечень товаров, для которых необходимо подтверждение безопасности при ввозе в РФ. Наряду с этим ГТК России предусмотрен вариант ввоза в Россию образцов и проб в целях осуществления их испытаний и сертификации.

Отдельные виды импортной продукции должны иметь подтверждение о соответствии специфическим нормам и требованиям безопасности (гигиенические, ветеринарные и т. д.) \

При ввозе товара на территорию России, подлежащего обязательной сертификации, вместе с документами, необходимыми для таможенного оформления, предоставляется таможенная декларация и копия сертификата.

Скоропортящиеся товары проходят таможенное оформление и сертификацию вне очереди.

Товары, поступающие на внутренний рынок России, проходят таможенный контроль и подтверждение их безопасности с помощью:

- 1) подтверждения иностранного сертификата;
- 2) проведения сертификационного испытания. Подтверждение иностранных сертификатов осуществляет территориальный орган Госстандарта.

Достигнутое соглашение о взаимных признаниях результата сертификации позволяет не сертифицировать импортные товары, ввозимые в Россию.

Признанные органы по сертификации:

- 1) Дин ГОСТ ТЮФ – общество по сертификации в Европе;
- 2) венгерская фирма «Метрконтроль»;
- 3) швейцарская фирма SGS (или СЖС) и т. д.

Эти органы классифицируются по видам аккредитаций и месторасположением.

Номенклатура сертифицированных услуг (работ) и порядок их сертификации

Оказание услуг – это широко распространенная деятельность, которая осуществляет удовлетворение потребностей клиентов путем выполнения определенных услуг, необходимых людям, организациям или социальным группам.

Простейшие услуги – оказание помощи в повседневных вопросах не требующие специальной подготовки и знаний.

Сложные услуги – оказание дорогостоящей помощи квалифицированными специалистами, обладающими специальными знаниями и навыками с использованием необходимого оборудования.

Сертификация услуг включает в себя такие понятия, как: услуга, потребность, деятельность.

Номенклатура сертифицируемых услуг (работ). Постановлением Правительства РФ в перечень работ и услуг включены бытовые услуги, подлежащие обязательной сертификации:

- 1) услуги торговли и общественного питания;
- 2) химическая чистка и хранение;
- 3) услуги парикмахерских;
- 4) жилищно-коммунальные услуги (услуги гостиниц и других мест проживания);
- 5) ремонт и техническое обслуживание бытовой радиоэлектронной аппаратуры, бытовых приборов и бытовых машин;
- 6) техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств;

7) транспортные услуги (услуги по перевозке пассажиров автомобильным транспортом);

8) туристические и экскурсионные услуги.

Помимо существующих нормативных документов (ГОСТ, ГОСТР, СНиП, СанПиН), при выполнении процедуры сертификации услуг, состоящих в Перечне, применяют правила выполнения отдельного вида работ и оказания отдельного вида услуг, утвержденных постановлением Правительства РФ. К ним относятся:

1) правила продажи отдельных видов товаров;

2) правила оказания услуг общественного питания;

3) основные положения по допуску транспортных средств в эксплуатацию и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения и др.

Работа по проведению сертификации услуг производится в той же последовательности, что и при сертификации продукции, и состоит из шести этапов.

1. Оформление и подача заявки на проведение сертификации услуг.

2. Рассмотрение заявки и принятие решения о проведении сертификации услуги.

3. Оценка необходимого соответствия услуг и работ установленному требованию.

4. Принятие окончательного решения о выдаче сертификата.

5. Оформление и выдача сертификата и лицензии, дающей право на использование знака соответствия.

6. Осуществление инспекционного контроля за сертифицированной услугой или работой.

4. Практическое занятие №1

4.1. ЦЕНА ДЕЛЕНИЯ ШКАЛЫ ПРИБОРА.

ПОГРЕШНОСТИ И КЛАССЫ ТОЧНОСТИ ПРИБОРОВ

1. Определить цену деления C_I многопредельного электромагнитного прибора Э377 при включении его на пределы измерения 300; 750; 1500 мА. Полное число делений шкалы $\alpha_{\max} = 75$.

Решение. Ценой деления шкалы прибора называют отношение предела измерения прибора (нормирующее значение шкалы) A_N к полному числу делений шкалы α_{\max} .

В данном случае цена деления шкалы миллиамперметра на каждом из его трех пределов измерения равна:

$$C_{I(300)} = 300/75 = 4 \text{ мА/дел}, \quad C_{I(750)} = 10 \text{ мА/дел}, \quad C_{I(1500)} = 20 \text{ мА/дел}.$$

2. Электродинамический ваттметр Д5016/2 имеет два предела измерения по току: $I_N = 2,5; 5 \text{ А}$ — и шесть — по напряжению: $U_N = 3; 75; 150; 300; 450; 600 \text{ В}$. Шкала ваттметра односторонняя с числом делений $\alpha_{\max} = 150$. Определить цену деления ваттметра C_W для всех возможных вариантов включения прибора.

Ответ дан в табл. 1.

Таблица 1.

$C_W = \frac{U_N I_N}{\alpha_{\max}}$	$I_N, \text{ А}$	2,5						5					
	$U_N, \text{ В}$	30	75	150	300	450	600	30	75	150	300	450	600
	$C_W, \text{ Вт/дел}$	0,5	1,25	2,5	5	7,5	10	1,0	2,5	5	10	15	20

3. Для измерения напряжения $U = 3300 \text{ В}$ вольтметр Д5015/2 с нормирующими значениями шкалы $U_N = 75; 150; 300; 600 \text{ В}$ включен через измерительный трансформатор напряжения И510. Шкала вольтметра имеет 150 делений. Определить цену деления вольтметра C_V на всех пределах измерения, если коэффициент трансформации $n = 6000/100$.

Ответ дан в табл. 2

Таблица 2

$C_V = n U_N / \alpha_{\max}$	$U_N, \text{ В}$	75	150	300	600
	$C_V, \text{ В/дел}$	30	60	120	240

4. Амперметр Д5014/2 с пределами измерений 2,5; 5 А и односторонней шкалой на 100 делений включен во вторичную обмотку трансформатора тока И515 М. Определить цену деления амперметра C_A , если коэффициент трансформации $n = 50/5$.

Ответ дан в табл. 3

Таблица 3

$C_A = n I_N / \alpha_{\max}$	$I_N, \text{ А}$	2,5	5
	$C_A, \text{ А/дел}$	0,25	0,5

5. При поверке амперметра переменного тока методом сличения (рис. 1.) поверяемый прибор А показал $I = 5,00 \text{ А}$, а образцовый $A_0 - I_0 = 5,12 \text{ А}$. Нормирующее значение шкалы поверяемого прибора $I_N = 10 \text{ А}$. Считая показание образцового прибора (I_0) соответствующим действительному значению измеряемого тока, найти абсолютную и приведенную погрешности поверяемого прибора. Присвоить поверяемому прибору класс точности, считая, что найденная погрешность наибольшая.

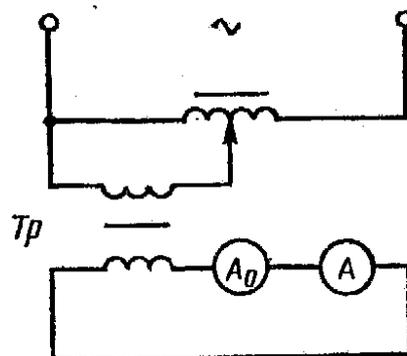


Рис. 1.

Решение. Абсолютная погрешность прибора представляет собой разность между показанием прибора и действительным значением измеряемой величины (показанием образцового прибора):

$$\Delta I = I - I_0 = 5,00 - 5,12 = -0,12 \text{ А.}$$

Приведенная погрешность прибора определяется отношением модуля абсолютной погрешности к нормирующему значению шкалы прибора [1]:

$$\gamma = |\Delta I| / I_N = 0,12 / 10 = 0,012 = 1,2 \text{ \%}.$$

Класс точности прибора характеризует его свойство в отношении точности и определяется пределами допускаемой приведенной погрешности прибора. Согласно ГОСТ 8711—78 («Амперметры и вольтметры») в СССР приняты следующие классы точности для указанных приборов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0 и 5,0.

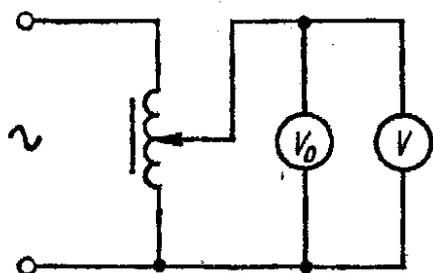


Рис. 2

Таким образом, обращаясь к принятому ряду классов точности, выбираем ближайшее большее к γ число, т. е. при $\gamma = 1,2 \text{ \%}$ класс точности прибора $K = 1,5$.

6. В результате поверки вольтметра методом сличения (рис. 2) получена табл. 4.

Таблица 4

$U_0, \text{ В}$	0	30	50	75	100	150
$U, \text{ В}$	0	28,5	49,2	78	102	149

Определить класс точности поверяемого вольтметра V , если его предел измерения $U_N = 150 \text{ В}$, а показания образцового вольтметра V_0 приняты за истинные значения измеряемой величины.

Примечание. При поверке прибора записывают его показания при восходящем и нисходящем изменениях напряжения. Из каждой пары этих показаний в таблицу внесены те, которые наиболее отличаются от показаний образцового прибора.

Ответ: $K = 2,5$.

7. После ремонта щитового вольтметра Э377 (класс точности $K_V = 1,5$, предел измерения $U_N = 150 \text{ В}$) произвели поверку основной погрешности прибора. Наибольшая погрешность $\Delta U_{\text{max}} = 2,1 \text{ В}$ была на отметке шкалы $U = 120 \text{ В}$. Сохранил ли вольтметр после ремонта свой класс точности?

Ответ: да.

4.2. ПРЯМЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ С УЧЕТОМ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ

8. Амперметр класса точности $K = 1,5$ с нормирующим значением шкалы $I_N = 5 \text{ А}$ показал при измерении тока $I = 3 \text{ А}$. Определить погрешность измерения.

Решение. Погрешность измерения прибором характеризуют относительной погрешностью, которая отличается в общем случае от погрешности прибора (приведенной). Под относительной погрешностью понимают отношение абсолютной погрешности прибора Δ к истинному значению измеряемой величины A_0 . Так как это значение неизвестно, его заменяют близким показанием прибора A . Таким образом, относительная погрешность измерения в процентах [1, 2]

$$\delta = \frac{\Delta A}{A} 100.$$

Пользуясь данными прибора, указанными на его шкале, относительную погрешность можно вычислить из выражения

$$\delta = K A_N / A.$$

Примечание. При этом принято, что приведенная погрешность $\gamma = K = \frac{\Delta A \cdot 100}{A_N} \%$, откуда

$$\Delta A = K A_N / 100.$$

В данном случае относительная погрешность измерения тока

$$\delta_I = \Delta I / I = K I_N / I = 1,5 \cdot 5 / 3 = 2,5 \%$$

9. В цепь включены последовательно два амперметра: амперметр 1 имеет класс точности $K_1 = 0,5$, нормирующее значение шкалы $I_{N1} = 30$ А; амперметр 2 имеет соответственно $K_2 = 1,5$ и $I_{N2} = 5$ А. Приборы показали 4 А. Каким прибором измерение выполнено более точно?

Ответ: $\delta_1 = 3,75\%$; $\delta_2 = 1,875\%$; измерение вторым амперметром выполнено точнее, относительная погрешность $\delta_2 < \delta_1$.

Замечание. Хотя класс точности второго амперметра ниже, чем первого, однако измеряемая величина (4 А) ближе к пределу измерения второго амперметра (5 А), чем и объясняется полученный результат.

10. Универсальный, комбинированный и многопредельный прибор Ц4312 используется для измерений на постоянном и переменном токе. Им можно измерять ток, напряжение и сопротивление. Этот прибор называют авометром (ампервольтметром) или тестером. На рис. 3 показано положение стрелки прибора, включенного в цепь для измерения постоянного тока ($K = 1,0$). Определить значение измеренного тока $I_{изм}$ при указанных на рисунке положениях стрелки и переключателя предела измерения и относительную погрешность измерения δ_I . Записать результат измерения неизвестного тока I_x с учетом относительной погрешности измерения.

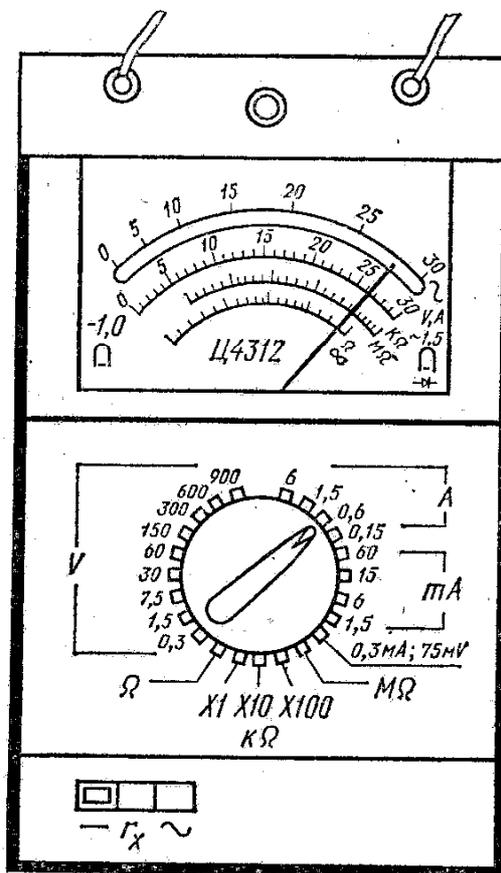


Рис. 3

Решение. Цена деления шкалы

$$C_A = I_N / \alpha_{\max} = 0,6 / 30 = 0,02 \text{ А/дел.}$$

Измеренное значение тока

$$I_{изм} = \alpha C_A = 25 \cdot 0,02 = 0,5 \text{ А} \quad (\alpha \text{ — число делений, на которое отклонилась стрелка}).$$

Относительная погрешность измерения

$$\delta_I = K I_N / I_{изм} = 1 \cdot 0,6 / 0,5 = 1,2\%$$

Результат измерений [2]

$$I_x = I_{изм} (1 \pm \delta_I / 100) = 0,5 (1 \pm 1,2 / 100) = (0,500 \pm 0,006) \text{ А.}$$

11*. Определить значение измеренной величины (тока или напряжения), относительную погрешность измерения и привести запись результата измерений прибором Ц4313 для следующих вариантов измерений:

Таблица 5а

Номер варианта	Род тока	Нормирующее значение измеряемой величины	Класс точности прибора	Число делений отклонения стрелки	Полное число делений шкалы
1	Постоянный	$I_N = 0,15 \text{ А}$	1,0	20	30
2	»	$U_N = 150 \text{ В}$	1,0	15	30
3	»	$I_N = 60 \text{ мА}$	1,5	10	30
4	»	$U_N = 150 \text{ В}$	1,5	15	30

Ответ: см. таб. 5б

Таблица 5б

Номер варианта	Цена деления	Относительная погрешность, %	Значение величины
1	0,005 А/дел	1,5	$(0,1000 \pm 0,015) \text{ А}$
2	5 В/дел	2,0	$(75,0 \pm 1,5) \text{ В}$
3	2 мА/дел	4,5	$(20,0 \pm 0,9) \text{ А}$
4	5 В/дел	3,0	$(75,00 \pm 2,25) \text{ В}$

12. Измеряют напряжение двумя параллельно включенными вольтметрами: V_1 — типа В-140 класса точности $K_{V1} = 2,5$ с пределом измерения $U_{N1} = 30 \text{ В}$ и V_2 — типа М366 класса точности $K_{V2} = 1,5$ с пределом измерения $U_{N2} = 150 \text{ В}$. Показания какого вольтметра точнее, если первый показал $U_1 = 29,2 \text{ В}$, а второй — $U_2 = 30,0 \text{ В}$?

Ответ: в данных условиях относительная погрешность измерения вольтметром класса точности 2,5 примерно вдвое меньше, чем при измерении вольтметром класса точности 1,5, поэтому показание первого вольтметра точнее, чем второго.

13. С какой точностью следует интерполировать показания магнитоэлектрического амперметра, имеющего шкалу из 100 делений и класс точности 2,5?

Решение. Погрешность интерполяции положения стрелки по шкале пренебрежимо мала, если она меньше $0,1\Delta_{\max}$, где Δ_{\max} — наибольшая абсолютная погрешность измерения (в делениях шкалы). Для заданных условий $\Delta_{\max} \leq (0,025 \cdot 100) = 2,5$. Поэтому интерполяция точнее 0,25 деления бессмысленна.

4.3. ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ АМПЕРМЕТРОМ И ВОЛЬТМЕТРОМ

14. Для измерения тока в схеме цепи рис. 4 включен микроамперметр М906 класса точности $K_A = 1,0$ с пределом измерения $I_N = 50 \text{ мкА}$ и внутренним сопротивлением $R_A = 2500 \text{ Ом}$. Определить погрешность метода измерения тока, если $E = 22 \text{ мВ}$, $R_E = 100 \text{ Ом}$ и $R = 1000 \text{ Ом}$.

Решение. Ток в цепи равен:
до включения микроамперметра

$$I = \frac{E}{R_E + R} = \frac{22 \cdot 10^{-3}}{100 + 1000} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ А} = 20 \text{ мкА};$$

после включения микроамперметра

$$I_A = \frac{E}{R_E + R + R_A} = \frac{22 \cdot 10^{-3}}{100 + 1000 + 2500} = 6,55 \text{ мкА}.$$

Погрешность метода измерения тока, обусловленная внутренним сопротивлением микроамперметра,

$$\delta_I = \frac{I_A - I}{I} = \frac{\Delta I}{I} = - \frac{R_A}{R_{\text{вх}A} + R_A} = - \frac{1}{1 + R_{\text{вх}A}/R_A} = - \frac{1}{1 + 1100/2500} \times 100\% = -69,5\%,$$

где $R_{\text{вх}A} = R_{ab} = R_E + R$ — входное сопротивление цепи со стороны измерителя тока.

Примечание. При непосредственном измерении тока следует избегать включения приборов, внутренним сопротивлением которых

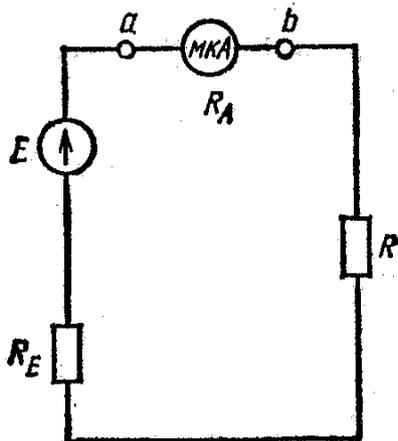


Рис. 4

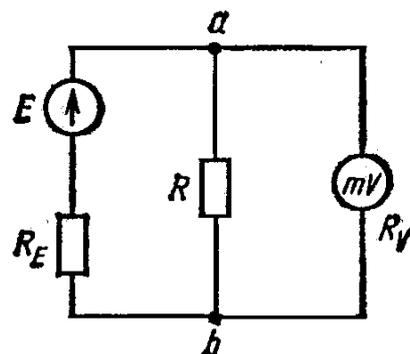


Рис. 5

нельзя пренебречь по сравнению с входным сопротивлением цепи. В противном случае необходимо учесть погрешность метода измерения тока.

15. Для измерения напряжения на резисторе R в схеме цепи рис. 5 использован милливольтметр М4212 класса точности $K_V = 4,0$ с пределом измерения $U_N = 500$ мВ и относительным внутренним сопротивлением $R_{V_0} = R_V/U_N = 700$ Ом/В. Определить погрешность метода измерения, если $E = 0,55$ В, $R_E = 50$ Ом и $R = 500$ Ом.

Решение. Напряжение холостого хода на зажимах a и b .

$$U_{abx} = E \frac{R}{R_E + R} = 0,55 \cdot \frac{500}{50 + 500} = 0,5 \text{ В}.$$

Входное сопротивление цепи относительно зажимов a и b , к которым подключается прибор,

$$R_{\text{вх}} = \frac{R_E R}{R_E + R} = \frac{50 \cdot 500}{50 + 500} = 45,4 \text{ Ом}.$$

Внутреннее сопротивление милливольтметра

$$R_V = R_{V0} U_N = 700 \cdot 0,5 = 350 \text{ Ом.}$$

По методу эквивалентного генератора напряжение, показываемое милливольтметром, определяем из соотношения

$$U_V = U_{abx} \frac{R_V}{R_{Bx} + R_V} = 0,5 \cdot \frac{350}{45,4 + 350} = 0,442 \text{ В.}$$

Погрешность метода измерения напряжения, обусловленная внутренним сопротивлением прибора,

$$\begin{aligned} \delta_{U_M} &= \frac{U_V - U_{abx}}{U_{abx}} = \left(\frac{U_{abx} R_V}{R_{Bx} + R_V} - U_{abx} \right) / U_{abx} = \frac{R_V}{R_{Bx} + R_V} - 1 = \\ &= - \frac{1}{1 + R_V/R_{Bx}} = - \frac{1}{1 + 350/45,4} = -0,116 = -11,6\%. \end{aligned}$$

16. Подсчитать относительную погрешность измерения, обусловленную классом точности и пределом измерения $\delta_{U_{п}}$ милливольтметра в задаче 15. Сопоставить ее с погрешностью метода δ_{U_M} . Определить максимальное значение абсолютной погрешности измерения.

Решение. Относительная погрешность измерения

$$\delta_{U_{п}} = \pm \frac{K_V}{100} \frac{U_N}{U_V} = \pm \frac{4,0}{100} \cdot \frac{0,5}{0,442} = \pm 0,045 = \pm 4,5\%.$$

Погрешность метода $|\delta_{U_M}| = 11,6\%$ в 2,5 раза больше погрешности измерения $|\delta_{U_{п}}| = 4,5\%$. Максимальное значение абсолютной погрешности измерения (без учета знака погрешностей) $\Delta U = U_V (\delta_{U_M} + \delta_{U_{п}}) = 0,442 (11,6 + 4,5) \cdot 0,01 = 0,081 \text{ В.}$

Результат измерений:

$$\begin{aligned} U &= 0,442 + 0,116 \cdot 0,442 \pm 0,442 \cdot 0,045 = 0,442 + 0,051 \pm 0,01889 = \\ &= (0,4930 \pm 0,0199) \text{ В, или } U = (0,513 \div 0,473) \text{ В.} \end{aligned}$$

17. В схеме цепи рис. 4 расчетный ток $I = 1 \text{ А}$, входное сопротивление по отношению к зажимам микроамперметра $R_{Bx} = 10 \text{ Ом}$. Для измерения тока в цепи можно использовать два амперметра: типа М151 класса точности 1,5 с внутренним сопротивлением $R_A = 0,025 \text{ Ом}$ и пределом измерения $I_N = 5 \text{ А}$ и типа Д5014/2 класса точности 0,2 с двумя пределами измерения: а) $I_{N1} = 2,5 \text{ А}$ и $R_{A1} = 0,2 \text{ Ом}$; б) $I_{N2} = 5 \text{ А}$ и $R_{A2} = 0,075 \text{ Ом}$. Какой из амперметров позволяет произвести измерение тока без учета погрешности метода?

Указание и ответ: амперметр М151: $\delta_{I_{п}} = 7,5\%$ и $\delta_{I_M} = -0,25\%$. Погрешность метода $|\delta_{I_M}|$ можно не учитывать, когда она по меньшей мере в пять раз меньше погрешности измерения $|\delta|$.

18. В схеме цепи рис. 5 расчетное напряжение на участке ab составляет 75 В , входное сопротивление относительно этих же зажимов $R_{Bx} = 100 \text{ Ом}$. Для измерения напряжения на участке ab можно использовать два вольтметра: типа М367 класса точности 1,5 с внутренним сопротивлением $R_V = 100 \text{ кОм}$ и пределом измерения $U_N = 300 \text{ В}$ и типа Д5015 класса точности 0,2 с внутренним сопро-

тивлением $R_V = 8,84$ кОм и пределом измерения $U_N = 75$ В. Какой из вольтметров позволяет произвести измерение напряжения без учета погрешности метода?

Ответ: вольтметр М367: $\delta_{U_n} = 6\%$ и $\delta_{U_m} = 0,1\%$.

4.4. РАСЧЕТ ШУНТОВ И ДОБАВОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ

19. Рассчитать многопредельный шунт (рис. 6) к измерительному механизму М342 на пределы измерения токов 5; 20; 30 А. Сопротивление цепи измерителя $R_n = 2,5$ Ом. При включении любого предела измерения наибольшее падение напряжения на шунте должно быть равно 75 мВ.

Решение. Сопротивление шунта [1]

$$R_{ш} = R_n / (n - 1),$$

где $n = I / I_n$ — коэффициент шунтирования; I — измеряемый ток; I_n — ток в измерителе.

Ток в ветви измерителя

$$I_n = U_{ш} / R_n = 0,075 / 2,5 = 0,03 \text{ А.}$$

Коэффициенты шунтирования и сопротивления шунта для заданных пределов измерения равны:

при токе 5 А

$$n = 5 / 0,03 = 167, \quad R_{ш} = R_1 + R_2 + R_3 = 2,5 / (167 - 1) = 0,015060 \text{ Ом;}$$

при токе 20 А

$$n = 20 / 0,03 = 667, \quad R_{ш} - R_3 = R_1 + R_2 = (2,5 + R_3) / (667 - 1) = (0,015060 - R_3) \text{ Ом,}$$

откуда определяется R_3 .

Таким образом, сопротивления шунта равны $R_1 = 0,02516$ Ом; $R_2 = 0,001255$ Ом; $R_3 = 0,011293$ Ом.

20. Определить сопротивление шунта $R_{ш}$ и ток шунта $I_{ш}$ к миллиамперметру, ток полного отклонения которого $I_n = 50$ мА и внутреннее сопротивление $R_n = 1,5$ Ом. Требуется использовать прибор для измерения тока до $I = 10$ А.

Ответ: $R_{ш} = 0,00753$ Ом; $I_{ш} = 9,95$ А.

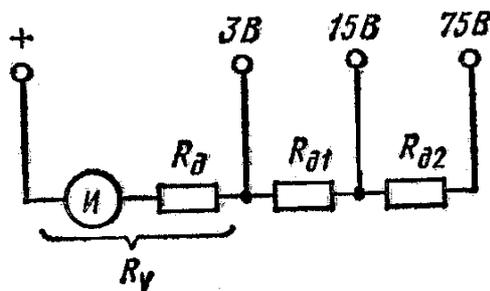


Рис. 7.

21. Вольтметр постоянного напряжения с пределом измерения $U_V = 3$ В имеет внутреннее сопротивление $R_V = R_n + R'_д = 400$ Ом. Определить сопротивления добавочных резисторов, которые нужно подключить к вольтметру,

чтобы расширить пределы измерения до 15 и 75 В (рис. 7.) . Найти ток полного отклонения указателя.

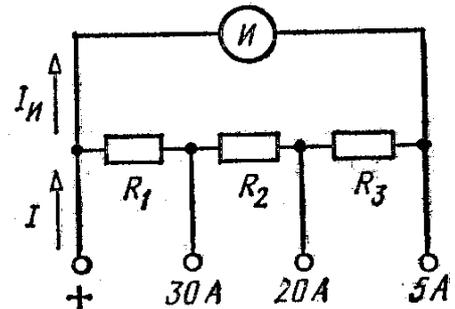


Рис. 6

Решение. Сопротивление добавочного резистора [1]

$$R_d = R_V(m - 1),$$

где $m = U/U_V$ — коэффициент, определяемый отношением напряжений. Ток в вольтметре при полном отклонении стрелки

$$I_V = U_V/R_V = 3/400 = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ А.}$$

Сопротивления добавочных резисторов

$$R_{д1} = 400 \left(\frac{15}{3} - 1 \right) = 1600 \text{ Ом}, \quad R_{д1} + R_{д2} = 400 (75/3 - 1) = 9600 \text{ Ом}, \\ R_{д2} = 8000 \text{ Ом.}$$

22. Определить сопротивление добавочного резистора $R_{д3}$ для вольтметра задачи 21, если нужно измерить напряжение 150 В. Подсчитать мощность, потребляемую прибором на всех пределах измерения ($P_V = UI_V$).

Ответ: $R_{д3} = 10 \text{ кОм}$; $P_V = 22,5 \text{ мВт}$; $P_{V1} = 0,11 \text{ Вт}$; $P_{V2} = 0,56 \text{ Вт}$; $P_{V3} = 1,12 \text{ Вт}$.

4.5. КОСВЕННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПАСИВНЫХ ДВУХПОЛЮСНИКОВ

23. Для определения сопротивления резистора R в цепь постоянного тока включены амперметр и вольтметр Ц4312 (рис. 8.) классов точности $K_I = K_V = 1,0$. Вольтметр, включенный на предел измерения $U_N = 150 \text{ В}$, показал $U = 75 \text{ В}$; амперметр, включенный на предел измерения $I_N = 1,5 \text{ А}$, показал $I = 1,0 \text{ А}$. Определить измеренное сопротивление с учетом погрешности косвенного измерения, без учета методических погрешностей измерения тока и напряжения.

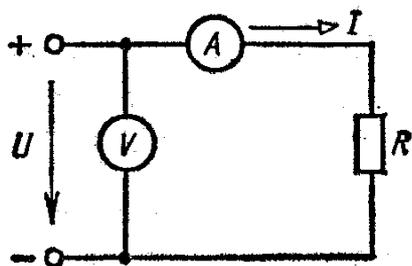


Рис. 8.

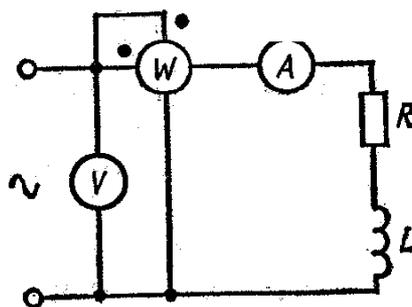


Рис. 9

Решение. Относительная погрешность измерения сопротивления методом амперметра—вольтметра равна сумме относительных погрешностей измерения напряжения δ_V и тока δ_I :

$$\delta_V = K_V \frac{U_N}{U} = 2\%, \quad \delta_I = K_I \frac{I_N}{I} = 1,5\%, \quad \delta_R = \delta_V + \delta_I = 3,5\%.$$

Измеренное сопротивление

$$R = U/I \pm \Delta R = (U/I) (1 \pm \delta_R/100) = (75,0 \pm 2,6) \text{ Ом.}$$

24. Для определения параметров индуктивной катушки использован метод амперметра—вольтметра—ваттметра (рис. 9). Приборы показали: амперметр (Э3665/3, $K_A=1,5$, $I_{NA}=5$ А)— $I=5$ А, вольтметр (Д128/1, $K_V=1,5$, $U_{NV}=75$ В)— $U=60$ В, ваттметр (Д5004/1, $K_W=0,5$, $I_{NW}=5$ А, $U_{NW}=150$ В)— $P=75$ Вт. Найти погрешности определения активного сопротивления и коэффициента мощности $\cos \varphi$ катушки без учета влияния сопротивления приборов.

Решение. Расчетное значение активного сопротивления катушки $R' = P/I^2 = 75/25 = 3$ Ом.

Погрешность косвенного измерения сопротивления *

$$\delta_R = \frac{\Delta R'}{R'} = \frac{\Delta P}{P} + 2 \frac{\Delta I}{I} = \frac{K_W}{100} \frac{U_{NW} I_{NW}}{P} + 2 \frac{K_A I_{NA}}{I} = 0,08 = 8\%.$$

Действительное значение активного сопротивления

$$R = R' \pm \delta_R = 3(1 \pm 0,08) \text{ Ом},$$

или

$$2,76 \text{ Ом} \leq R \leq 3,24 \text{ Ом}.$$

Расчетное значение коэффициента мощности

$$\cos \varphi' = P/(UI) = 75/(60 \cdot 5) = 0,25 \quad (\varphi' = 75^\circ 31').$$

Погрешность косвенного измерения коэффициента мощности *

$$\begin{aligned} \delta_{\cos \varphi} &= \frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I} = \frac{K_W}{100} \frac{U_{NW} I_{NW}}{P} + \frac{K_V}{100} \frac{U_{NV}}{U} + \frac{K_A}{100} \frac{I_{NA}}{I} = \\ &= \frac{0,5}{100} \frac{150 \cdot 5}{75} + \frac{1,5}{100} \frac{75}{60} + \frac{1,5}{5} \frac{5}{5} = 0,14 = 14\%. \end{aligned}$$

Действительное значение коэффициента мощности

$$\cos \varphi = \cos \varphi' (1 \pm \delta_{\cos \varphi}) = 0,25 (1 \pm 0,14),$$

или

$$0,218 \leq \cos \varphi \leq 0,282.$$

25. В схеме цепи рис. 9 приборы показали: вольтметр — $U=40$ В; амперметр — $I=4$ А; ваттметр — $P=96$ Вт. Определить параметры R и L катушки. Найти погрешности определения этих параметров.

Указание и ответ: так как полное сопротивление катушки $Z = U/I$, активное сопротивление $R = P/I^2$ и реактивное сопротивление $X_L = \sqrt{Z^2 - R^2}$, то относительные погрешности измерения параметров равны: $\delta_Z = \delta_U + \delta_I$, $\delta_R = \delta_P + 2\delta_I$, $\delta_X = \frac{1}{2}(2\delta_Z + 2\delta_R) = \delta_U + \delta_P + 2\delta_I$.

Используя эти формулы и условие задачи, получим значения относительных погрешностей (в скобках указаны их округленные значения): $\delta_Z = 4,7\%$ (5%), $\delta_R = 6,65\%$ (7%), $\delta_X = 9,47\%$ (10%), $\delta_L = 9,47\%$ (10%).

Тогда значения искомым величин будут равны: $Z = (10,0 \pm 0,5) \text{ Ом}$,
 $R = (6,00 \pm 0,42) \text{ Ом}$, $X_L = (8,0 \pm 0,8) \text{ Ом}$, $L = (25,50 \pm 2,55) \text{ мГн}$.

26. В схеме цепи рис. 10 установлен режим резонанса. Вольтметр на входе цепи ($U_N = 15 \text{ В}$, $K_V = 1,5$) показал $U = 6 \text{ В}$, вольтметр V_C ($U_N = 150 \text{ В}$, $K_V = 1,0$) показал $U_C = 80 \text{ В}$ и амперметр ($I_N = 0,6 \text{ А}$, $K_I = 1,5$) показал $I = 0,4 \text{ А}$. Определить параметры R и L катушки с оценкой погрешностей. Частота сети $f = 50 \text{ Гц}$.

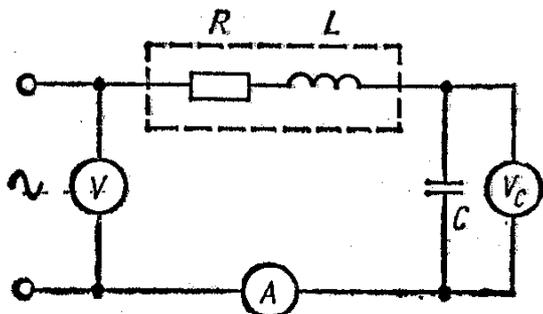


Рис. 10

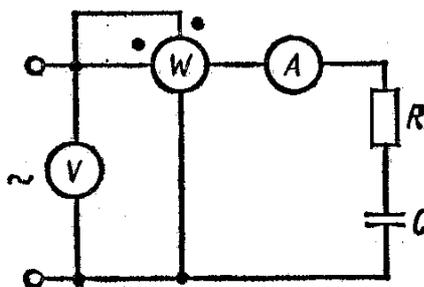


Рис. 11

Решение. При резонансе $X_L = X_C$ и $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = R$, поэтому активное сопротивление катушки

$$R = U/I = 6/0,4 = 15 \text{ Ом}, \quad \delta_R = \delta_V + \delta_I = 1,5 \cdot 15/6 + 1,5 \cdot 0,6/0,4 = 6\%,$$

$$R = 15(1 \pm 6/100) = (15,0 \pm 0,9) \text{ Ом}.$$

Емкостное сопротивление конденсатора и равное ему индуктивное сопротивление катушки составляют:

$$X_L = X_C = U_C/I = 80/0,4 = 200 \text{ Ом}, \quad \delta_X = \delta_{V_C} + \delta_I =$$

$$= 1,0 \cdot 150/80 + 1,5 \cdot 0,6/0,4 = 4,125\%,$$

$$X_L = 200(1 \pm 4,125/100) = (200,00 \pm 8,25) \text{ Ом}.$$

Индуктивность катушки

$$L = X_L/\omega = 200/314 = 0,637 \text{ Гн}, \quad \delta_L = \delta_X + \delta_\omega =$$

$$= 4,125 + 1,0 = 5,125\%, \quad L = 0,637(1 \pm 5,125/100) =$$

$$= (0,637 \pm 0,030) \text{ Гн}.$$

27. В схеме цепи рис. 11 включены приборы, указанные в задаче 23. Определить параметры R и C цепи, если приборы показали $V = 50 \text{ В}$, $I = 2 \text{ А}$, $P = 80 \text{ Вт}$. Определить погрешности измерения R и C .

Ответ: $R = (20,00 \pm 1,69) \text{ Ом}$; $X_C = (15,00 \pm 2,18) \text{ Ом}$ или $C = 185 \div 248 \text{ мкФ}$.

4.6. ИЗМЕРЕНИЕ ЭНЕРГИИ

28. Определить среднюю мощность приемника по показаниям однофазного счетчика активной энергии СО-5У (рис. 12). Паспортные данные счетчика: $U_{\text{ном}} = 127 \text{ В}$, $I_{\text{ном}} = 10 \text{ А}$, $1 \text{ кВт}\cdot\text{ч} =$

= 1200 оборотов диска, $K_{сч} = 2,5$. Диск счетчика совершил за 10 мин $N = (200 \pm 1)$ об.

Решение. Активная энергия, измеренная счетчиком,

$$W_{сч} = C_{ном} N = 3000 \cdot 200 = 600 \text{ кВт} \cdot \text{с}.$$

Здесь

$$C_{ном} = 3600 \cdot 1000 / 1200 = 3000 \text{ Вт} \cdot \text{с} / \text{об}.$$

Активная мощность приемника $P = W_{сч} / t = 600 / (10 \cdot 60) = 1 \text{ кВт}$.

29. Определить энергию $W_{потр}$, израсходованную потребителем за месяц (30 дней), если счетчик в начале месяца показал 27·400 кВт·ч, а в конце месяца — 31·600 кВт·ч. Номинальная постоянная счетчика $C_{ном} = 2500 \text{ Вт} \cdot \text{с} / \text{об}$, класс точности 2,5. Определить действительную постоянную счетчика C_d и его относительную погрешность $\gamma_{сч}$, если за указанное время диск счетчика сделал $N = 5950$ об.

Ответ: $W_{потр} = 4200 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$; $C_d = W_{потр} / N = 2500 \text{ Вт} \cdot \text{с} / \text{об}$; $\gamma_{сч} = [(C_d - C_{ном}) / C_d] \cdot 100 = -1,57 \%$ (т. е. не выходит за пределы класса точности).

30. В цепь приемника включены однофазный счетчик активной энергии СО-5У (см. задачу 28), образцовый ваттметр Д5016/2 ($U_{NW} = 150 \text{ В}$, $I_{NW} = 10 \text{ А}$, $K_w = 0,2$) и секундомер СМ-60 с ценой деления шкалы 0,2 с. В условиях задачи 27 ваттметр показал 1016 Вт. Определить действительную постоянную счетчика C_d и погрешность ее измерения.

Ответ: $C_d = 3048 \text{ Вт} \cdot \text{с} / \text{об}$; $\delta_{C_d} = 1,125 \%$, где $\delta_{C_d} = \delta_p + \delta_t + \delta_N = K_w U_{NW} I_{NW} / P + \Delta t / t + \Delta N / N = 0,2 \cdot 150 \cdot 10 / 1016 + 0,2 \cdot 100 / 60 + 1 \cdot 100 / 200 = 1,125 \%$.

Тогда действительная постоянная счетчика

$$C_d = 3048 (1 \pm 1,125 / 100) = (3048 \pm 34) \text{ Вт} \cdot \text{с} / \text{об}.$$

4.7. ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ

31. Определить активную мощность приемника, если в схеме цепи рис. 13 указатель ваттметра Д439 отклонился на 80 делений при установленных пределах измерения $U_N = 150 \text{ В}$, $I_N = 1 \text{ А}$. Полное число делений шкалы $\alpha_{max} = 150$.

Решение. Измеренная ваттметром активная мощность

$$P_w = C_w \alpha,$$

где C_w — постоянная ваттметра; α — отклонение указателя.

Постоянная ваттметра при указанных пределах измерения

$$C_w = 150 \cdot 1 / 150 = 1 \text{ Вт} / \text{дел}.$$

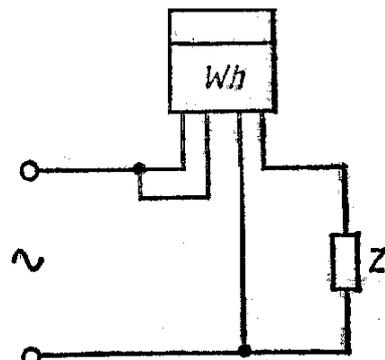


Рис. 12

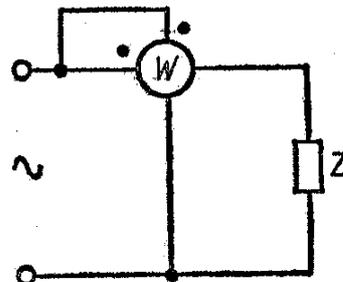


Рис. 13

34. В схеме цепи рис. 15, а включен треугольником симметричный приемник с фазным сопротивлением $\underline{Z}_\phi = (8 + j6)$ Ом. Напряжение сети 220 В. Определить показания ваттметров, построить векторную диаграмму и показать на ней углы между векторами напряжений и токов в ваттметрах (α и β). Подсчитать активную мощность приемника ($P_{\text{пр}} = 3R_\phi I_\phi^2$) и сравнить ее с показаниями ваттметров.

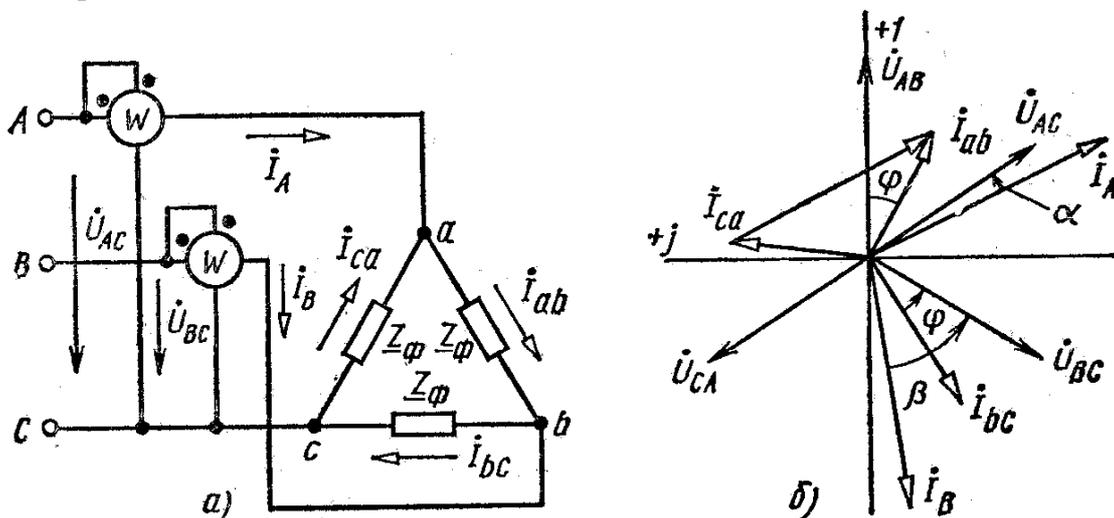


Рис. 15

Решение. Фазные комплексные токи приемника

$$i_{ab} = \frac{\dot{U}_{AB}}{\underline{Z}_\phi} = \frac{220}{8 + j6} = \frac{220}{10e^{j37^\circ}} = 22e^{-j37^\circ} = (17,6 - j13,2) \text{ А},$$

$$i_{bc} = \frac{\dot{U}_{BC}}{\underline{Z}_\phi} = \frac{220e^{-j120^\circ}}{10e^{j37^\circ}} = 22e^{-j157^\circ} = (-20,25 - j8,59) \text{ А},$$

$$i_{ca} = \frac{\dot{U}_{CA}}{\underline{Z}_\phi} = \frac{220e^{j120^\circ}}{10e^{j37^\circ}} = 22e^{j83^\circ} = (2,68 + j21,83) \text{ А}.$$

Линейные комплексные токи в линиях А и В

$$I_A = i_{ab} - i_{ca} = 14,92 - j35 = 38e^{-j66^\circ 54'} \text{ А},$$

$$I_B = i_{bc} - i_{ab} = -37,35 + j4,5 = 38e^{j173^\circ} \text{ А}.$$

Показания ваттметров:

$$P_A = (\dot{U}_{AC} I_A^*)_{\text{вещ}} = (220e^{-j60^\circ} \cdot 38e^{j66^\circ 54'})_{\text{вещ}} = 220 \cdot 38 \cos 6^\circ 54' = 8,3 \text{ кВт},$$

$$P_B = (\dot{U}_{BC} I_B^*)_{\text{вещ}} = (220e^{-j120^\circ} \cdot 38e^{-j173^\circ})_{\text{вещ}} = 220 \cdot 38 \cdot \cos 66^\circ 54' = 3,26 \text{ кВт}.$$

Сумма показаний ваттметров

$$P_A + P_B = 11,56 \text{ кВт}.$$

Активная мощность трехфазного приемника

$$P_{\text{пр}} = 3R_\phi I_\phi^2 = 3 \cdot 8 \cdot 22^2 = 11,6 \text{ кВт}.$$

На рис. 15, б приведена векторная диаграмма цепи. Искомые углы равны $\alpha = \varphi^\circ - 30^\circ \approx 7^\circ$, $\beta = \varphi^\circ + 30^\circ \approx 67^\circ$.

35. Определить показания ваттметров в схеме цепи рис. 16, а, если $Z_\phi = (6 - j8) \text{ Ом}$, $U = 380 \text{ В}$. Сравнить с активной мощностью приемника. Построить векторную диаграмму и показать на ней углы между векторами напряжений и токов в ваттметрах (α и β).

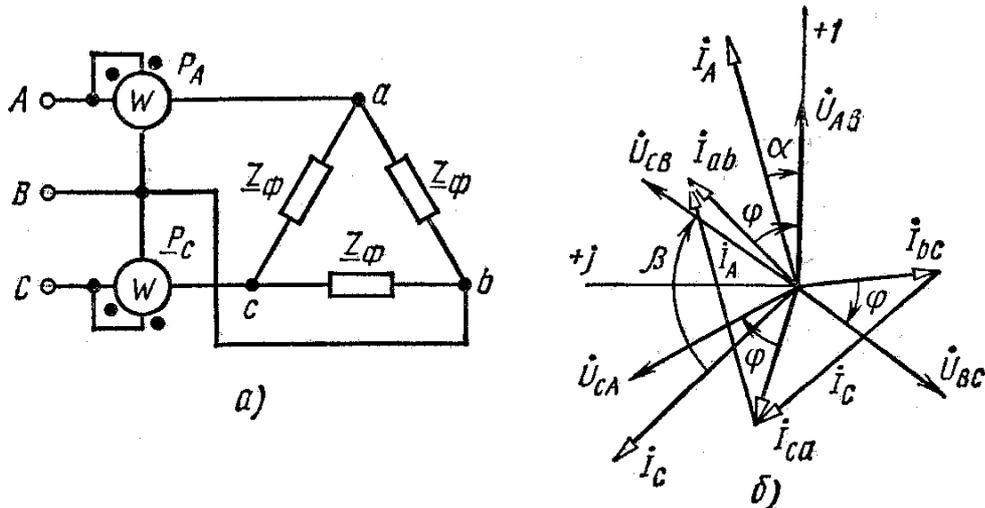


Рис. 16

Ответ: $P_A = 23,07 \text{ кВт}$; $P_C = 3,01 \text{ кВт}$; $P_W = P_A + P_C = 26,08 \text{ кВт}$; $P_{\text{пр}} = 26 \text{ кВт}$; $\alpha = 23^\circ$; $\beta = 83^\circ$. Векторная диаграмма приведена на рис. 16, б.

4.8. МОСТОВОЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЙ. ИЗМЕРЕНИЕ НЕ-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

36. Одинарный мост постоянного тока (рис. 17, а) приведен в состояние равновесия (ток в ветви нуль-индикатора НИ равен нулю: $I_{\text{ни}} = 0$). При этом сопротивления резисторов в трех

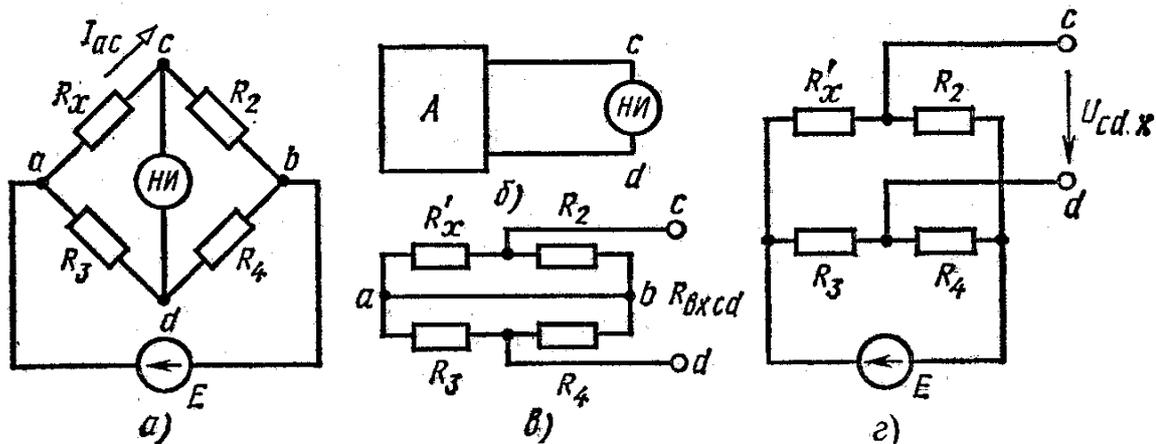


Рис. 17

плечах моста составили: $R_2 = 20 \text{ Ом}$, $R_3 = 75 \text{ Ом}$, $R_4 = 100 \text{ Ом}$. Определить: а) значение измеряемого сопротивления R_x ; б) ток в плече объекта измерения R_x , если $E = 7 \text{ В}$; в) внутреннее сопротивление НИ, при котором он будет работать в согласованном ре-

жиме, если при неуравновешенном режиме моста $R'_x = 11,13 \text{ Ом}$;
 г) значение и направление тока в $НИ$ в этом режиме.

Решение. а) Из условия равновесия моста $R_x R_4 = R_2 R_3$ находим

$$R_x = R_2 R_3 / R_4 = 15 \text{ Ом.}$$

б) При $I_{НИ} = 0$ резисторы с сопротивлениями R_x и R_2 оказываются включенными последовательно между узлами a и b , поэтому

$$I_{ac} = E / (R_x + R_2) = 0,2 \text{ А.}$$

в) С целью нахождения условий согласованного режима для $НИ$ заменяем мост активным двухполюсником (рис. 17, б) и определяем его внутреннее сопротивление (рис. 17, в), т. е. входное сопротивление моста относительно точек c и d :

$$R_{вх cd} = \frac{R'_x R_2}{R'_x + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 42,85 + 7,15 = 50 \text{ Ом.}$$

Следовательно, для обеспечения согласованного режима внутреннее сопротивление нуль-индикатора $R_{НИ} = 50 \text{ Ом}$.

г) Для нахождения тока $I_{НИ}$ в неуравновешенном режиме моста находим напряжение холостого хода активного двухполюсника (рис. 17, з):

$$U_{cdx} = -R_4 I_{4x} + R_2 I_{2x}, \text{ где } I_{4x} = E / (R_3 + R_4) = 0,04 \text{ А};$$

$$I_{2x} = E / (R'_x + R_2) = 0,225 \text{ А.}$$

Тогда

$$U_{cdx} = -100 \cdot 0,04 + 20 \cdot 0,225 = 0,5 \text{ В.}$$

Искомый ток

$$I_{НИ} = \frac{U_{cdx}}{R_{НИ} + R_{вх cd}} = 0,005 \text{ А,}$$

он направлен от узла c к узлу d .

37. Для измерения температуры используется одинарный неуравновешенный мост (рис. 18, а) с измерительным преобразователем R_T (термометром сопротивления МПТШ-48) в плече. В качестве выходного прибора включен милливольтметр mV с внутренним сопротивлением $R_{mV} = 100 \text{ Ом}$. Источник питания вырабатывает э. д. с. $E = 6 \text{ В}$, сопротивления резисторов в двух плечах моста равны $R_3 = 10 \text{ Ом}$, $R_4 = 100 \text{ Ом}$. На рис.

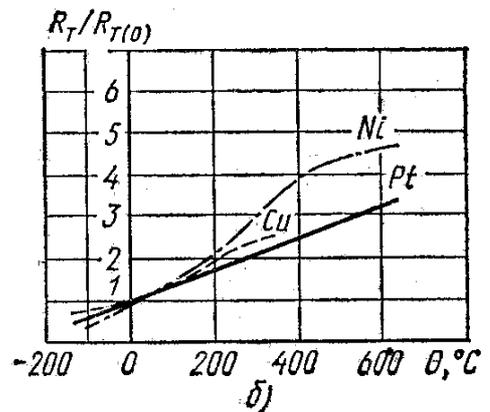
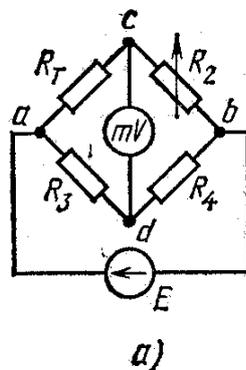


Рис. 18

18, б приведены характеристики термометров сопротивления с чувствительными элементами (терморезисторами) из различных металлов. Они выражают зависимость относительного изменения сопротивления элемента от

температуры: $R_T/R_{T(0)}(\Theta)$. В заданном случае используется платиновый элемент, у которого при $\Theta = 0^\circ\text{C}$ сопротивление $R_{T(0)} = 100 \text{ Ом}$.

Изменением сопротивления резистора R_2 мост уравнивается ($I_{mV} = 0$) при температуре $\Theta = 0^\circ\text{C}$. При изменении температуры мост выходит из равновесия и милливольтметр дает соответствующие показания напряжения небаланса моста U_{mV} . Определить значение сопротивления R_2 , при котором обеспечивается равновесие моста, а также ток I_T в терморезисторе для этого режима. Найти показания милливольтметра при температурах -100 ; $+100$; $+400^\circ\text{C}$.

Решение. На основании условия равновесия моста $R_{T(0)}R_4 = R_2R_3$ находим

$$R_2 = R_{T(0)}R_4/R_3 = 100 \cdot 10 = 10^3 \text{ Ом}.$$

Для определения показаний милливольтметра при разных значениях температуры воспользуемся методом эквивалентного генератора (см. рис. 17, б—г), заменив R_x на R_T :

а) при $\Theta = 0^\circ$ $R_{T(0)} = 100 \text{ Ом}$, $R_4 = 100 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$,
 $R_2 = 1000 \text{ Ом}$, $I_T = E/(R_{T(0)} + R_2) = 6/(100 + 1000) = 0,00545 \text{ А}$,
 $I_{mV} = 0$, $R_T/R_{T(0)} = 1$;

б) при $\Theta = -100^\circ$ $R_T = 0,7 R_{T(0)} = 70 \text{ Ом}$, $I_{2x} = E/(R_T + R_2) = 6/(70 + 1000) = 0,0056 \text{ А}$,
 $I_{4x} = E/(R_3 + R_4) = 6/110 = 0,0545 \text{ А}$,
 $U_{cdx} = -0,15 \text{ В}$, $R_{вх cd} = 64,49 \text{ Ом}$,
 $I_{mV} = U_{cdx}/(R_{вх cd} + R_{mV}) = -0,000912 \text{ А}$, $U_{mV} = R_{mV}I_{mV} = -91,2 \text{ мВ}$.

Аналогично рассчитываются и другие показания прибора. Результаты расчетов сведены в табл. 6

Таблица 6

$\Theta, ^\circ\text{C}$	0	-100	+100	+400
$R_T, \text{ Ом}$	100	70	140	250
$U_{cdx}, \text{ В}$	0	-0,15	0,19	0,65
$R_{вх cd}, \text{ Ом}$	—	64,5	131,9	209,1
$I_{mV}, \text{ мА}$	0	-0,912	0,819	2,1
$R_{mV}, \text{ мВ}$	0	-91,2	81,9	210

38. В схеме рис. 18 включен термометр сопротивления типа ТСМ с медным чувствительным элементом. Построить шкалу выходного прибора (милливольтметра mV), если температура изме-

ряемой среды изменяется от -50 до $+200^\circ\text{C}$, а $R_{T(0)} = 50 \text{ Ом}$. Параметры плеч моста: $R_2 = 500 \text{ Ом}$, $R_3 = 10 \text{ Ом}$, $R_4 = 100 \text{ Ом}$. Э. д. с. источника питания $E = 5 \text{ В}$, $R_{mv} = 100 \text{ Ом}$, $U_{NmV} = 300 \text{ мВ}$.
 Ответ: шкалу прибора можно построить на основании табл. 7.

Таблица 7.

$\theta, ^\circ\text{C}$	0	-50	+50	+100	+150	+200
$U_{mV}, \text{ мВ}$	0	-77,5	22,5	82,1	158	180

39. Для измерения параметров конденсатора была собрана схема рис. 19. После уравнивания моста было записано: $C_0 = 10 \text{ мкФ}$, $R_0 = 9,8 \text{ Ом}$, $R_2 = 1014 \text{ Ом}$, $R_4 = 9810 \text{ Ом}$. Определить параметры последовательной схемы замещения конденсатора.

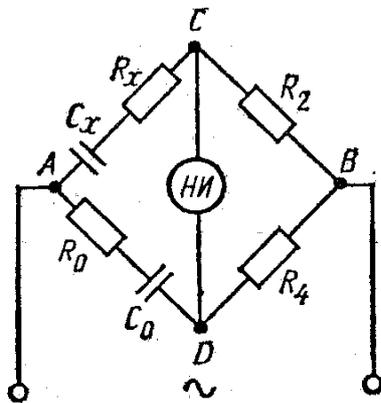


Рис. 19

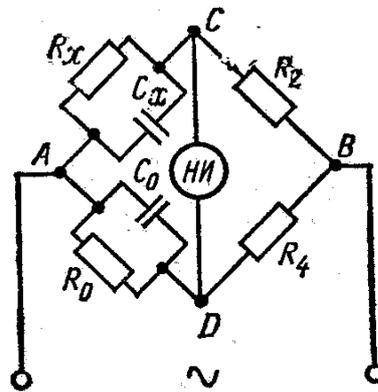


Рис. 20

Решение. Выводим формулу для определения R_x и C_x . При равновесии моста $\underline{Z}_x R_4 = \underline{Z}_0 R_2$, откуда

$$\left(R_x + \frac{1}{j\omega C_x} \right) R_4 = \left(R_0 + \frac{1}{j\omega C_0} \right) R_2.$$

Разбивая это комплексное равенство на два алгебраических, получаем

$$R_x R_4 = R_0 R_2, \text{ или } R_x = R_0 \frac{R_2}{R_4},$$

$$\frac{R_4}{j\omega C_x} = \frac{R_2}{j\omega C_0}, \text{ или } C_x = C_0 \frac{R_4}{R_2}.$$

После подстановки числовых значений имеем

$$R_x = \frac{9,8 \cdot 1014}{9810} = 1,01 \text{ Ом}, \quad C_x = \frac{10 \cdot 9810}{1014} = 96,8 \text{ мкФ}.$$

40. Для измерения уровня жидкости в сосуде применены мост переменного тока и емкостный измерительный преобразователь C_x . Определить параметры параллельной схемы замещения емкостного преобразователя R_x и C_x , если в цепи рис. 20 установлены

следующие значения параметров уравновешенного моста: $R_2 = 1000 \text{ Ом}$, $R_3 = 200 \text{ Ом}$, $R_0 = 100 \text{ Ом}$, $C_0 = 20 \text{ мкФ}$.

Ответ: $R_x = 500 \text{ Ом}$; $C_x = 100 \text{ мкФ}$.

Указание. Сопротивления ветвей с параллельным соединением элементов вычисляют через проводимость, например для плеча с образцовыми мерами C_0 и R_0 . Аналогично записывается выражение для плеча AC .

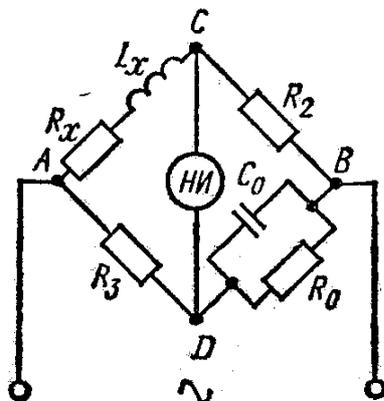


Рис. 21

41. Определить индуктивность катушки, включенной в мост, схема которого приведена на рис. 21, если после уравновешивания моста были записаны следующие значения образцовых сопротивлений и емкости: $R_2 = 1000 \text{ Ом}$, $R_3 = 100 \text{ Ом}$, $R_0 = 31\,890 \text{ Ом}$, $C_0 = 0,2597 \text{ мкФ}$.

Решение. Выводим формулу для определения индуктивности L_x . При равновесии моста

$$\underline{Z}_x \underline{Z}_0 = \underline{Z}_2 \underline{Z}_3, \quad \underline{Z}_x / \underline{Y}_0 = R_2 R_3, \quad \underline{Z}_x / (R_2 R_3) = \underline{Y}_0,$$

или

$$(R_x + j\omega L_x) / (R_2 R_3) = 1/R_0 + j\omega C_0.$$

Разбивая это комплексное выражение на равенства действительных и мнимых членов, получаем

$$R_x = R_2 R_3 / R_0 \quad \text{и} \quad L_x = C_0 R_2 R_3.$$

После подстановки числовых значений имеем

$$L_x = 0,2597 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 \cdot 100 = 25,97 \text{ мГн}.$$

42. Определить индуктивность и добротность катушки, включенной в мост, схема которого приведена на рис. 22, если в

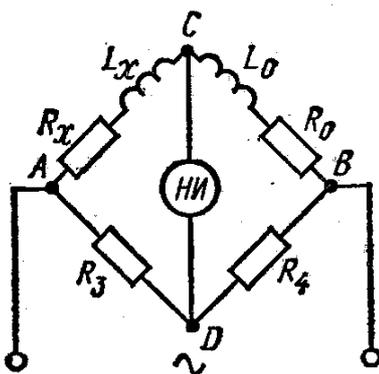


Рис. 22

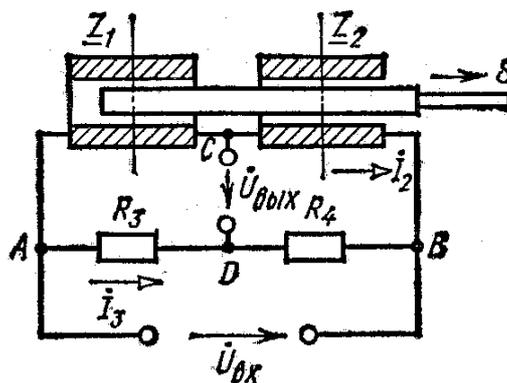


Рис. 23

режиме равновесия моста получены следующие значения сопротивлений резисторов и индуктивности: $R_0 = 80 \text{ Ом}$, $R_3 = R_4 = 100 \text{ Ом}$, $L_0 = 130 \text{ мГн}$. Частота источника питания моста $f = 400 \text{ Гц}$.

Ответ: $L_x = 130 \text{ мГн}$; $Q_x = X_L / R_x = 326,5 / 80 = 4,08$.

43. На рис. 23 представлена упрощенная схема цепи дифференциального мостового измерителя перемещений. В верхние два

плеча включены близко расположенные одинаковые индуктивные катушки с общим плунжером (якорем). При равновесии моста он занимает симметричное положение по отношению к среднему сечению катушек. Тогда их полные сопротивления составляют $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = 200$ Ом. При перемещении плунжера вправо на некоторую величину δ (рис. 23) сопротивления катушек изменились на $\pm \Delta Z = 5$ Ом. Активные сопротивления во всех плечах моста одинаковы, т. е. $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 20$ Ом. Напряжение питания моста $U_{\text{вх}} = 10$ В. Определить значение напряжения на выходе моста $U_{\text{вых}}(\delta)$.

Решение. Перемещение плунжера вызывает изменения индуктивных сопротивлений катушек.

Для катушки в плече AC комплексное сопротивление

$$\underline{Z}_1 = \underline{Z}_{1(0)} - \Delta Z = R + j\omega L_{1(0)} - \Delta jX_L = 20 + j193,97 \text{ Ом.}$$

Для катушки в плече CB комплексное сопротивление

$$\underline{Z}_2 = \underline{Z}_{2(0)} + \Delta Z = R + j\omega L_{2(0)} + \Delta jX_L = 20 + j204 \text{ Ом.}$$

Указание. Эти результаты получены на основании построения треугольников сопротивлений. Для первой катушки $Z_1^2 = (200 - 5)^2 = 20^2 + X_{L1}^2$, для второй катушки $Z_2^2 = (200 + 5)^2 = 20^2 + X_{L2}^2$.

Комплексное выходное напряжение (в режиме холостого хода)

$$\dot{U}_{\text{вых}} = \dot{U}_{CD} = \underline{Z}_2 \dot{I}_2 - R_3 \dot{I}_3.$$

При этом токи в плечах равны

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_{\text{вх}}}{\underline{Z}_1 + \underline{Z}_2} = \frac{\dot{U}_{\text{вх}}}{R_1 + R_2 + j(X_{L1} + X_{L2})} = \frac{10}{40 + j397,97} = (0,0025 - j0,00248) \text{ А,}$$

$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{U}_{\text{вх}}}{R_3 + R_4} = \frac{10}{40} = 0,25 \text{ А.}$$

Тогда

$$\dot{U}_{\text{вых}} = (20 + j204)(0,0025 - j0,00248) - 20 \cdot 0,25 = (-4,445 + j5,05) \text{ В}$$

и модуль выходного напряжения равен $U_{\text{вых}} = 6,73$ В.

4.9. ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫМИ ПРИБОРАМИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ЦЕПЯХ

44. На экране осциллографа при синхронизации «от сети» получена осциллограмма, показанная на рис. 24*. Масштабы $m_y = 2$ В/см и $m_x = 5$ мс/см. Приведенные относительные погрешности осциллографа при измерении напряжения γ_U и временных интервалов γ_t составляют 5%. Рабочая часть экрана $\max y \times \max x = 6,0 \times 8,0$ см. Записать выражение для мгновенного напряжения, определить относительные погрешности измерения амплитуды, частоты и начальной фазы.

* На реальной маске осциллографа нанесены деления с интервалом 1 мм.

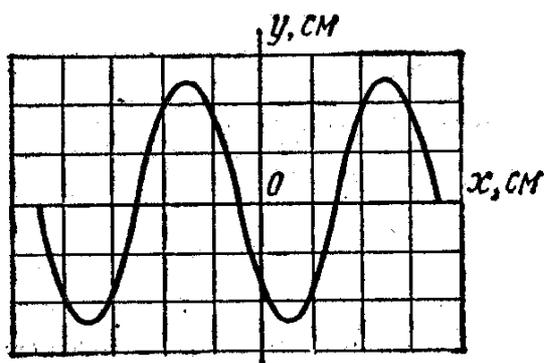


Рис. 24

Решение. 1. Амплитуда напряжения

$$U_m = m_y y_m = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ В.}$$

2. Относительная погрешность измерения амплитуды напряжения

$$\delta_U = \gamma_U \max y/y_m = 0,05 \cdot 6,0/2,5 = 0,12 = 12\%$$

3. Период напряжения

$$T = m_x x_T = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 4 = 20 \text{ мс.}$$

Частота

$$f = 1/T = (1/20) \cdot 10^{-3} = 50 \text{ Гц, } \omega = 2\pi f = 314 \text{ рад/с.}$$

4. Относительная погрешность измерения периода

$$\delta_T = \gamma_T \max (x/x_T) = 0,05 \cdot 8,0/4,0 = 0,1 = 10\%$$

относительная погрешность измерения частоты

$$|\delta_\omega| = \delta_T = 10\%$$

5. Начальная фаза напряжения

$$\psi_U = \frac{2\pi}{T} t_\psi = -\frac{6,28}{4,0} \cdot 1,5 = -2,36 \text{ рад.}$$

6. Относительная погрешность начальной фазы

$$\delta_{\psi_U} = \sqrt{\delta_T^2 + \delta_{t_\psi}^2} = \sqrt{0,1^2 + \left(\frac{0,05 \cdot 8,0}{1,5}\right)^2} \approx 0,28 = 28\%$$

7. Мгновенное напряжение

$$u = 5 \sin(314t - 2,36) \text{ В.}$$

45. Ручки управления генератора сигналов ГЗ-36А находятся в положении «Частота» — «X10», «Hz» — «150». Сигнал снимается с гнезд «Выходное напряжение» — «X0,1» и «⊥». Индикатор V показывает 3 В. Определить амплитуду и частоту сигнала и их относительные погрешности. Предельное значение напряжения индикатора 5 В, приведенная относительная погрешность генератора по напряжению: установки уровня $\gamma_y = \pm 6\%$, аттенюатора $\gamma_a = \pm 20\%$. Абсолютная погрешность установки частоты равна $(0,03f + 2)$ Гц.

Решение. 1. Действующее напряжение сигнала

$$U = U_V \cdot 0,1 = 0,3 \text{ В,}$$

амплитуда сигнала

$$U_m = \sqrt{2}U = 0,424 \text{ В.}$$

2. Относительная погрешность измерения напряжения

$$\delta_U = \frac{\sqrt{\gamma_y^2 + \gamma_a^2} U_{\max}}{U} = \frac{\sqrt{0,06^2 + 0,2^2} \cdot 5,0}{3,0} = 35\%$$

3. Частота сигнала

$$f = 10 \cdot 150 = 1,5 \text{ кГц.}$$

4. Абсолютная погрешность измерения частоты

$$\Delta f = \pm (0,03 \cdot 1,5 \cdot 10^3 + 2) = \pm 47 \text{ Гц,}$$

относительная погрешность измерения частоты

$$\delta_f = \Delta f / f = \pm 47 / (1,5 \cdot 10^3) = \pm 3,1\%$$

46. Найти приближенные значения постоянной составляющей и амплитуды первой гармоники напряжения на выходе вторичного источника питания с помощью двух осциллограмм: сплошные линии на рис. 1.46, а (при открытом входе, $m_Y = 2 \text{ В/см}$) и на рис. 10.46, б (при закрытом входе, $m_Y = 0,1 \text{ В/см}$).

Решение. 1. Из осциллограммы рис. 25, а находим постоянную составляющую напряжения:

$$U_0 = m_Y y_0 = 2 \cdot 2,8 = 5,6 \text{ В.}$$

2. Из осциллограммы рис. 25, б находим приближенно амплитуду первой гармоники напряжения:

$$U_{m(1)} \approx m_Y y_m = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ В.}$$

47. Определить коэффициент пульсации напряжения, осциллограммы которого заданы в задаче 46.

Решение. 1. Находим, как показано в решении задачи 46, U_0 и $U_{m(1)}$.

2. Коэффициент пульсации

$$p = U_{m(1)} / U_0 = 0,2 / 5,6 \approx 0,04.$$

48. Для определения полосы пропускания усилителя напряжения используют установку, схема которой приведена на рис. 26. Какие операции и в какой последовательности необходимо произвести?

Решение. 1. Включить, прогреть и настроить все измерительные приборы и исследуемый усилитель.

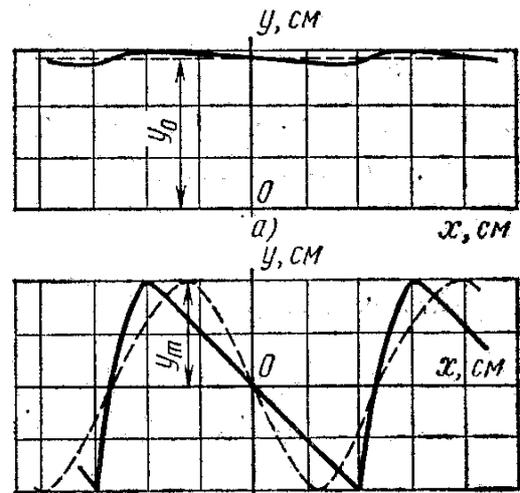


Рис. 25

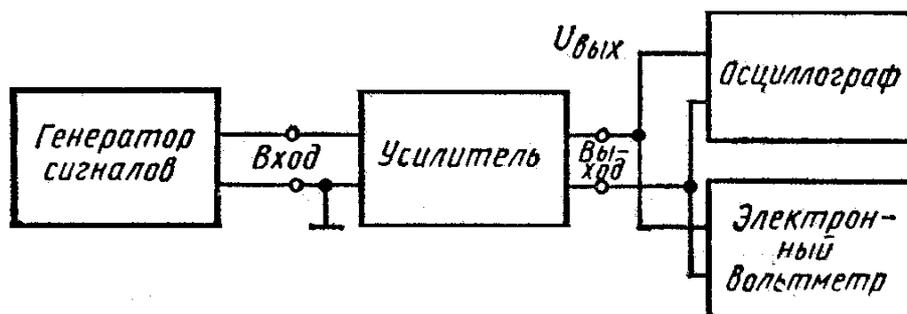


Рис. 26

2. Установить на выходе генератора сигналов синусоидальной формы напряжение, меньшее допустимого напряжения на входе усилителя.

3. Получить на экране осциллографа кривую зависимости $u_{\text{вых}}(t)$.

4. Изменяя частоту сигнала генератора при постоянной его амплитуде, получить наибольшую амплитуду напряжения на входе усилителя.

5. Изменяя амплитуду входного напряжения и контролируя форму выходного напряжения усилителя, получить режим, при котором становятся заметными нелинейные искажения.

6. Уменьшить амплитуду сигнала на входе усилителя в 10 раз и измерить выходное напряжение.

7. Уменьшить (или увеличить) частоту сигнала, пока выходное напряжение усилителя не уменьшится в $\sqrt{2}$ раз. Получаемые значения частот являются нижней (или верхней) границей полосы пропускания.

49. Оценить относительную погрешность метода измерения постоянного напряжения между коллектором и эмиттером транзистора вольтамперметром Ц4312, включенным по схеме рис. 27, а. В типовом режиме транзистора $h_{22} = 5 \cdot 10^{-6}$ См, $R_K = 5$ кОм. Сопротивление прибора составляет 20 кОм/В, предел измерения — 6 В.

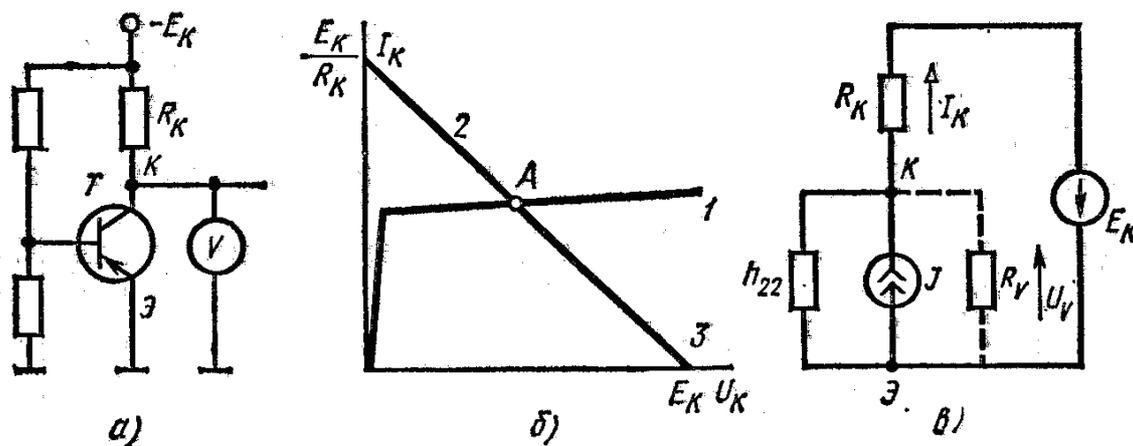


Рис. 27

Решение. 1. При отсутствии прибора рабочая точка A транзистора на рис. 27, б определяется пересечением прямой $U_K = E_K - R_K I_K$ и выходной характеристики транзистора $I_K(U_K)$.

2. На схеме замещения 27, в транзистор изображаем источником тока J и резистивным элементом с проводимостью h_{22} . Измерительному прибору соответствует элемент R_V , включенный между точками K (коллектор) и \mathcal{E} (эмиттер).

3. При отсутствии прибора согласно формуле междуузлового напряжения напряжение между коллектором и эмиттером транзистора

$$U_K = \frac{E_K/R_K - J}{1/R_K + h_{22}}.$$

4. Напряжение на вольтмере

$$U_V = \frac{E_K/R_K - J}{1/R_K + h_{22} + 1/R_V}$$

5. Относительная погрешность метода измерения

$$\begin{aligned} \delta_V &= \frac{U_K - U_V}{U_K} = 1 - \frac{1/R_K + h_{22}}{1/R_K + h_{22} + 1/R_V} = \frac{1}{R_V(1/R_K + h_{22}) + 1} = \\ &= \frac{1}{20 \cdot 10^3 \cdot 6[1/(5 \cdot 10^{-3}) + 5 \cdot 10^{-6}] + 1} \approx 0,04 = 4\% \end{aligned}$$

50. Как с помощью осциллографа можно измерить постоянную составляющую пульсирующего напряжения?

Решение. Первый способ рассмотрен в решении задачи 44. Второй способ состоит в следующем.

1. В режиме «открытого» входа получают осциллограмму на экране.

2. Переходят к режиму «закрытого» входа, когда исследуемый сигнал поступает на усилитель канала вертикального отклонения луча через конденсатор.

3. Измеряют смещение осциллограммы y_0 и рассчитывают постоянное напряжение:

$$U_0 = m_y y_0.$$

51. Действующее выходное напряжение усилителя, измеренное электронным вольтметром ($R_{V1} = 15 \text{ МОм}$), равно 50 В. Выходное сопротивление усилителя составляет 10 кОм. Определить показание электромагнитного вольтметра Э377, имеющего сопротивление 5 кОм, и относительную погрешность метода измерения этим вольтметром.

Решение. 1. Напряжение холостого хода усилителя можно принять равным 50 В, так как $R_{V1} \gg R_{\text{вых}}$.

2. Напряжение на электромагнитном вольтметре

$$U_{V2} = \frac{U_x}{R_{\text{вых}} + R_{V2}} R_{V2} = \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 10}{15 \cdot 10^3} = 33,3 \text{ В.}$$

3. Методическая относительная погрешность измерения

$$\delta_U = \frac{U_{V1} - U_{V2}}{U_{V1}} = \frac{50 - 33,3}{50} = 33\%$$

Вывод: электромагнитный вольтметр непригоден для таких измерений.

52. Напряжение на выходных полюсах выпрямителя с фильтром содержит постоянную и переменную составляющие, которые зависят от сопротивления нагрузки. Как по двум осциллограммам $u_{\text{вых}}(t)$, изображенным на рис. 28, а линиями 1 и 2, для сопротивлений нагрузки $R_1 = 700 \text{ Ом}$ и $R_2 = 100 \text{ Ом}$ построить внешнюю характеристику выпрямителя, если $m_y = 5 \text{ В/см}$.

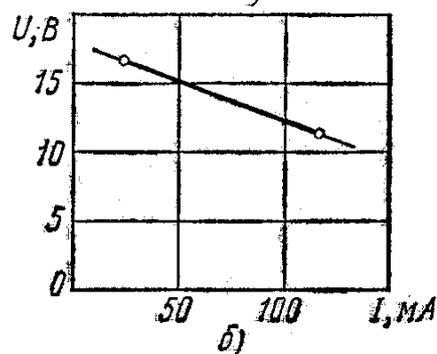
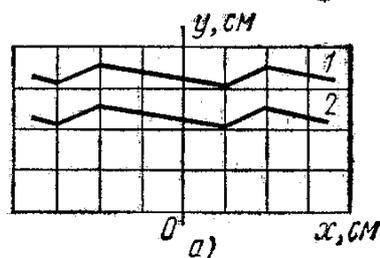


Рис. 28

Решение. 1. По осциллограммам находим постоянные составляющие напряжений (см. задачу 46):

$$U_0(R_1) = 5 \cdot 3,3 = 16,5 \text{ В}, \quad U_0(R_2) = 5 \cdot 2,3 = 11,5 \text{ В}.$$

2. Постоянные составляющие токов нагрузки равны

$$I_0(R_1) = 16,5/700 = 23,5 \text{ мА}, \quad I_0(R_2) = 11,5/100 = 115 \text{ мА}.$$

3. Искомая внешняя характеристика приведена на рис. 28, б.

53. На рис. 29 изображены осциллограммы 1 и 2 выходного напряжения усилителя ($m_y = 10 \text{ В/см}$) соответственно при сопротивлениях нагрузки 20 и 10 кОм. Определить выходное сопротивление усилительного каскада и амплитуду выходного напряжения при сопротивлении нагрузки 5 кОм.

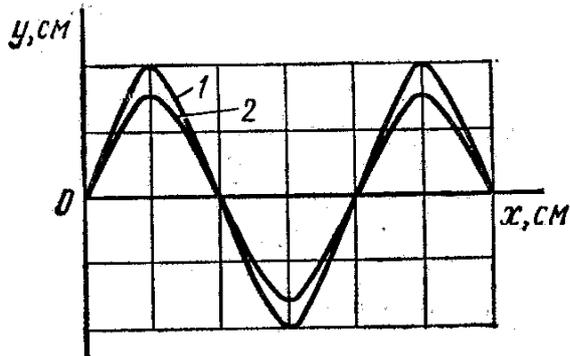


Рис. 29

усилительного каскада и амплитуду выходного напряжения при сопротивлении нагрузки 5 кОм.

Решение. 1. По осциллограммам определяем амплитуды выходного напряжения (соответственно сопротивлениям), которые равны 20 и 15 В.

2. Амплитуды тока нагрузки

$$I_{1m} = 20/(20 \cdot 10^3) = 1 \text{ мА},$$

$$I_{2m} = 15/10^4 = 1,5 \text{ мА}.$$

3. Из системы уравнений, соответствующих двум состояниям, следует, что $R_{\text{вых}}(I_{2m} - I_{1m}) = U_{1m} - U_{2m}$. Поэтому выходное сопротивление

$$R_{\text{вых}} = \frac{U_{1m} - U_{2m}}{I_{2m} - I_{1m}} = \frac{20 - 15}{(1,5 - 1) \cdot 10^{-3}} = 10 \text{ кОм}.$$

4. Амплитуда выходного напряжения в режиме холостого хода равна

$$U_{\text{вых. х м}} = (R_{\text{вых}} + R_{\text{вн}}) I_{1m} = (10^4 + 2 \cdot 10^4) \cdot 10^{-3} = 30 \text{ В}.$$

5. Амплитуда тока нагрузки при сопротивлении 5 кОм

$$I_{3m} = U_{\text{вых. х м}} / (R_{\text{вн}} + R_{\text{вых}}) = 30 / (10 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^3) = 2 \text{ мА}.$$

6. Амплитуда выходного напряжения при этой нагрузке

$$U_{3m} = R_{\text{вн}} I_{3m} = 5 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 10 \text{ В}.$$

54. Как можно определить входное сопротивление усилителя с помощью установки, схема которой представлена на рис. 30?

Решение. 1. При $R = 0$ на выходе генератора устанавливаем сигнал заданной частоты с амплитудой, при которой усилитель работает в линейном режиме. Контроль линейности ведем по отсутствию искажения сигнала на экране осциллографа. Вольтметром измеряем амплитуду выходного напряжения усилителя $U_{\text{вых м}}$. В этом случае

$$U_{\text{вых м}} = K U_{\text{вх м}} = K \frac{E_{\Gamma} R_{\text{вх}}}{R_{\Gamma} + R_{\text{вх}}},$$

где E_{Γ} и R_{Γ} — соответственно э. д. с. и внутреннее сопротивление генератора.

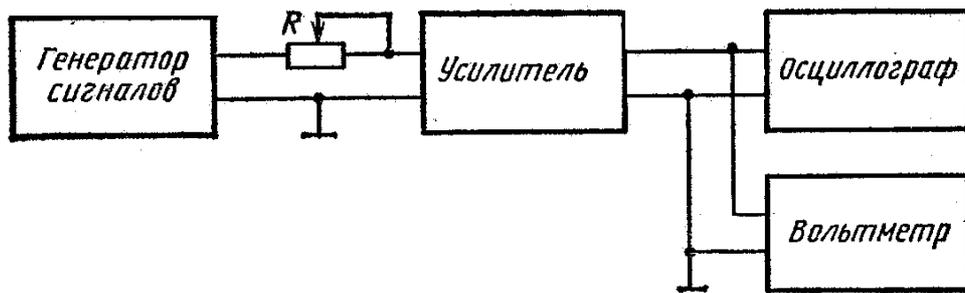


Рис. 30

2. Увеличиваем сопротивление резистора R , пока напряжение $U_{\text{вых } m}$ не уменьшится в два раза. При этом

$$U_{\text{вых } 2m} = KU_{\text{вх } 2m} = K \frac{E_{\Gamma} R_{\text{вх}}}{R_{\Gamma} + R + R_{\text{вх}}} = \frac{1}{2} U_{\text{вых } 1m}.$$

Поэтому

$$R_{\Gamma} + R + R_{\text{вх}} = 2(R_{\Gamma} + R_{\text{вх}}) \quad \text{и} \quad R = R_{\Gamma} + R_{\text{вх}}.$$

3. Вычисляем входное сопротивление усилителя:

$$R_{\text{вх}} = R - R_{\Gamma}.$$

55. Цифровой вольтметр В7-27А имеет пределы допускаемой основной погрешности (в процентах) измерения напряжений и сопротивлений, приведенные в табл. 8. Определить наибольшие погрешности измерения постоянного напряжения 115 В, переменного действующего напряжения 25 В и сопротивления 25 кОм.

Таблица 8

Пределы	100 мВ	1; 10; 100; 1000 В	
U_{-}	$\pm [0,35 + 0,15 (U_{\text{к}}/U - 1)]$	$\pm [0,25 + 0,15 (U_{\text{к}}/U - 1)]$	
Пределы	1 мВ	10 мВ	100 мВ; 1; 10; 100; 1000 В
U_{∞}	$\pm [2 + 1 (U_{\text{к}}/U - 1)]$	$\pm [1,5 + 0,5 (U_{\text{к}}/U - 1)]$	$\pm [1,0 + 0,5 (U_{\text{к}}/U - 1)]$
Пределы	1; 10 Ом; 10 МОм	100 Ом; 1; 10; 1000 кОм; 1 МОм	
R	$\pm [0,5 + 0,2 (R_{\text{к}}/R - 1)]$	$\pm [0,4 + 0,2 (R_{\text{к}}/R - 1)]$	

Примечание. Индексом «к» отмечено номинальное значение пределов.

Решение. 1. При измерении постоянного напряжения 115 В предел $U_{\text{к}} = 1000$ В. Относительная погрешность измерения

$$\gamma_U = \pm [0,25 + 0,15 (1000/115 - 1)] = \pm 1,4\%.$$

2. При измерении переменного напряжения 25 В предел $U_k = 100 В$.
Относительная погрешность измерения

$$\gamma_U = \pm [1,0 + 0,5(100/25 - 1)] = \pm 2,5\%$$

3. При измерении сопротивления 25 кОм предел $R_k = 100 кОм$ и

$$\gamma_R = \pm [0,4 + 0,2(100/25 - 1)] = \pm 1,0\%$$

56. Выбрать схемы измерения тока и напряжения на рис. 31, которые обеспечивают получение наиболее точной вольт-амперной характеристики диода в прямом и обратном направлениях. Дать обоснование выбору.

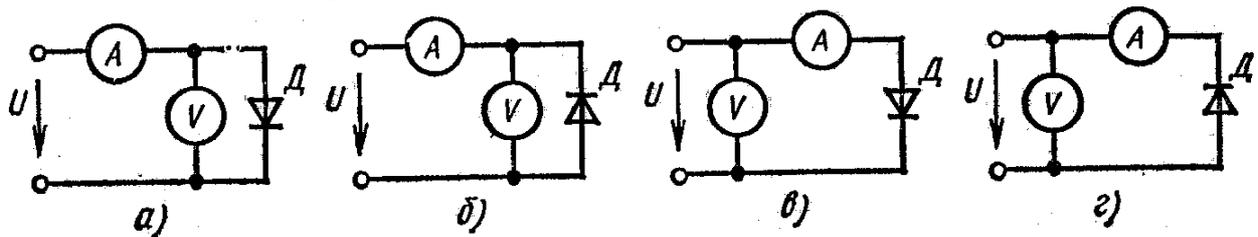


Рис. 31

Решение. 1. В схемах рис. 31, а, б относительная погрешность метода измерения напряжения $\delta_U = 0$, так как $U_{VD} = U_V$. Относительная погрешность метода измерения тока

$$\delta_I = \Delta I / I_{VD} = I_V / I_{VD} = R_{VD} / R_V.$$

2. В схемах рис. 31, в, г $\delta_I = 0$ и

$$\delta_V = \Delta U / U_{VD} = U_A / U_{VD} = R_A / R_{VD}.$$

3. При включении диода в прямом направлении (схемы рис. 31, а, в) $R_{VD} \approx R_A$ и $R_{VD} \ll R_V$. В схеме а $\delta_U = 0$, $\delta_I \ll 1$, а в схеме в $\delta_I = 0$, $\delta_U \approx 1$, поэтому такие измерения в цепи должны соответствовать схеме рис. 31, а.

4. При включении диода в обратном направлении (схемы рис. 31, б, г) $R_{VD} \gg R_A$ и $R_{VD} \approx R_V$. В схеме б $\delta_U = 0$, $\delta_I \approx 1$, а в схеме г $\delta_I = 0$, $\delta_U \ll 1$, поэтому снятие вольт-амперной характеристики диода в обратном направлении следует проводить по схеме рис. 31, г.

Литература

1. К. К. Ким Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника.- СПб.: Питер 2006.
2. Л. Г. Муханин Схемотехника измерительных устройств. - СПб.: Лань 2009
3. Фаддеев М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента. - СПб.: Лань 2008.
4. Г. Д. Крылова Основы стандартизации, сертификации, метрологии – 1999
5. А. И. Асташенко, А. С. Вишняков Международные и национальные организации по метрологии на рубеже 21 века – 2000.
6. В. А. Кузнецов, Г. В. Ялунина. Основы метрологии. – 2001.
7. Г. Д. Крылова Основы стандартизации, сертификации, метрологии – 1999.
8. А. Д. Никифоров Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – 2000.

Содержание

Введение.....	3
1. Метрология. Классификация измерений.....	4
2. Стандартизация. Общие понятия о стандартизации.....	35
3. Общие понятия о сертификации, объекты и цели сертификации.....	47
4. Решение задач.....	58
4.1 Цена деления шкалы прибора. Погрешности и классы точности приборов.....	58
4.2 Прямые измерения тока и напряжения с учётом погрешности измерения.....	60
4.3 Погрешности метода измерения тока и напряжения амперметром и вольтметром.....	62
4.4 Расчёт шунтов и добавочных резисторов.....	65
4.5. Косвенное измерение параметров пассивных двухполюсников.....	66
4.6. Измерение энергии.....	68
4.7. Измерение мощности.....	69
4.8. Мостовой метод измерения сопротивлений. Измерение неэлектрических величин.....	72
4.9. Измерение электронными приборами в электронных цепях.....	77
Литература	

Учебное издание

**Маркарянц Лариса Михайловна
Лавров Владимир Иванович
Никитин Антон Михайлович**

МЕТРОЛОГИЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Редактор Павлютина И.П.

Подписано к печати 2016 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага печатная. Усл. п. л. 5,05. Тираж 200 экз. Изд. №.

Издательство Брянского государственного аграрного университета.
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ