**Модуль III**

**ТЕМА** **2. Метрология**

**3.1 Понятие «Метрология». Правовые основы метрологии**

**Метрология** – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности [21].

К основным проблемам метрологии относятся:

1. общая теория измерений;
2. образование единиц физических величин и их систем;
3. методы и средства измерений;
4. методы определения точности измерений (теория погрешностей измерений);
5. основы обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений (законодательная Метрология);
6. создание эталонов и образцовых средств измерений;
7. методы передачи размеров единиц от эталонов образцовым и далее – рабочим средствам измерений.

**Объектами метрологии являются единицы величин, средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений.**

Метрологию подразделяют на теоретическую, законодательную и практическую (прикладную).

**Теоретическая метрология** – раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии.

К теоретической метрологии иногда применяют термин ***фундаментальная*** метрология [21].

Теоретическая метрология занимается вопросами фундаментальных исследований, созданием системы единиц измерений, физических постоянных, разработкой новых методик измерения.

**Законодательная метрология** – раздел метрологии, относящийся к деятельности, направленной на обеспечение единства и необходимой точности измерений, требующей регламентации и контроля со стороны государства [21].

**Практическая (прикладная) метрология** – раздел метрологии, предметом которого являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии [21].

**Обеспечение единства измерений** – деятельность метрологических служб, направленная на достижение и поддержание единства измерений в соответствии с законодательными актами, а также правилами и нормами, установленными государственными стандартами и другими нормативными документами по обеспечению единства измерений [21].

**Единство измерений** – состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражают в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы [21].

**Единица измерения физической величины**; *единица физической величины; единица измерения; единица величины; единица* – физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное 1, и применяемая для количественного выражения однородных с ней физических величин.

На практике широко применяется понятие ***узаконенные единицы***, которое раскрывается как «система единиц и (или) отдельные единицы, установленные для применения в стране в соответствии с законодательными актами» [21].

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

В простейшем случае, прикладывая линейку с делениями к какой-либо детали, по сути, сравнивают ее размер с единицей, хранимой линейкой, и, производя отчет, получают значение величины (длины, высоты, толщины и других параметров детали).

С помощью измерительного прибора сравнивают размер величины, преобразованной в перемещении указателя, с единицей, хранимой шкалой этого прибора, и проводя отчет.

В тех случаях, когда невозможно выполнить измерение (не выделена величина как физическая и не определена единица измерений этой величины) практикуется ***оценивание таких величин по условным шкалам*** [21].

Ряд положений теоретической и практической метрологии, направленных на обеспечение единства измерений и единообразие средств измерений, нуждается в регламентации и контроле со стороны государства.

К таким положениям относятся:

* выбор основных физических величин,
* установление размеров основных единиц и правила образования производных единиц,
* способ воспроизведения и передачи информации о размере единиц,
* выбор нормируемых метрологических характеристик средств измерения,
* установление норм точности средств измерения и ограничение точности измерений,
* выбор методик измерений,
* деятельность метрологических служб,
* организация государственного метрологического контроля.

В Республике Беларусь общие правила и требования в области метрологии отражены в **Законе «Об обеспечении единства измерений» в ред. от 20.07. 2006 г. № 163 – З.**

Основными принципами обеспечения единства измерений в Республике Беларусь являются:

1. приоритетное применение единиц измерений Международной системы единиц;
2. применение национальных эталонов единиц величин;
3. прослеживаемость результатов измерений до единиц измерений Международной системы единиц, воспроизводимых национальными эталонами единиц величин и (или) международными эталонами единиц величин;
4. открытость и доступность информации в области обеспечения единства измерений, за исключением информации, отнесенной в установленном порядке к категории информации с ограниченным доступом;
5. гармонизация национальных и международных требований об обеспечении единства измерений.

На территории Республики Беларусь применяются единицы измерений Международной системы единиц и внесистемные единицы измерений, допущенные к применению в Республике Беларусь следующими правовыми актами:

Постановление Правительства Республики Беларусь от 31 декабря 1996 г. № 856 «О единицах измерений, применяемых на территории Республики Беларусь».

Постановление Совета министров от 16.05.2007 № 611 «Об утверждении технического регламента Республики Беларусь «Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь» (рег. № 5/25195 от 18.05.2007).

Технический регламент ТР 2007/003/BY «Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь» введен в действие с 1.01.2010 г.

Нормативную базу метрологии можно представить в виде следующей иерархической блок-схемы (рис.3.1)

***ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА***

О единицах измерений, применяемых в Республике Беларусь

Об исчислении времени в Республике Беларусь

О межведомственной комиссии по времени и эталонным частотам

О лицензировании изготовления, ремонта, поверки, калибровки,

продажи и проката средств измерений

О государственном надзоре и пр.

# *ЗАКОНЫ*

# Закон «Об обеспечении единства измерений» в ред. от 20.07. 2006 г. № 163 – З

## НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

(основополагающие)

Нормативные документы по стандартизации и подтверждению соответствия

**ТНПА**

по обеспечению

единства измерений

**ТНПА**

по аккредитации

лабораторий

**СТБ 8000-2000**

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Основные положения

**СТБ П 8021-2003**

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Метрология. Основные термины и определения

и др.

**Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь.**

Установлена Законом Республики Беларусьот5 января 2004 г. № 262-З «О техническом нормировании и стандартизации»

**Национальная система подтверждения соответствия Республики Беларусь.**

Установлена Законом Республики Беларусьот5 января 2004 г. № 269-З «Об оценке соответствия требованиям ТНПА в области технического нормирования и стандартизации»

#### СТБ 50.01-2000

#### Система аккредитации Республики Беларусь. Основные положения

**СТБ 50.06-2006**

Система аккредитации Республики Беларусь. Знак соответствия Системы аккредитации Республики Беларусь. Основные положения

#### и др.

Рис. 3.1 – Правовые основы метрологии в Республике Беларусь

Метрологическая служба в Республике Беларусь создана  в 1925 году. Возглавляет её Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь.

Структурные подразделение Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь Белорусский государственный институт метрологии (**БелГИМ**) осуществляет руководство:

1. Государственной службой времени и частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ);
2. Государственной службой стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО);
3. Государственной службой стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД).

Сфера деятельности **БелГИМ** охватывает:

* разработку и изготовление эталонов и стандартных образцов;
* испытания,
* метрологическую аттестацию,
* поверку,
* калибровку средств измерений;
* создание и поддержание эталонной базы республики;
* проведение высокоточных измерений;
* разработку технических нормативных правовых актов;
* испытания и сертификацию продукции, услуг, персонала и систем качества;
* исследования в области метрологии;
* аккредитацию лабораторий;
* стажировку специалистов и обучение метрологов;
* госнадзор за стандартами и средствами измерений.

Госстандартом Республики Беларусь БелГИМ поручено ведение Государственных Реестров:

1. национальных и исходных эталонов Республики Беларусь;
2. средств измерений и стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов;
3. аккредитованных поверочных, калибровочных и испытательных лабораторий.

С 1994 г. Республика Беларусь является членом Международной организации законодательной метрологии **(МОЗМ**).

Государственный метрологический контроль включает в себя:

**1. Метрологическую аттестацию средств измерений**; метрологическая аттестация – исследование средства измерений, выполняемое в установленном порядке органом государственной метрологической службы либо юридическим лицом, индивидуальным предпринимателем для установления метрологических свойств этого средства измерений и выдача документа с указанием полученных данных [21].

**2. Поверку средств измерений**; поверка – установление органомгосударственной метрологической службы (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям.

Поверке подвергаются средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору [21].

**3 Калибровку средств измерений**; калибровка – совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученной с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений [21].

**4. Методику выполнения измерений**; методика измерений – установленная совокупность операций и правил при измерении, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с гарантированной точностью в соответствии с принятым методом.

Обычно методика измерений регламентируется каким-либо нормативно-техническим документом [21].

**5. Метрологическое подтверждение пригодности методик выполнения измерений.**

Метрологическое подтверждение пригодности методик выполнения измерений, включает в себя выполнение работ, в ходе которых определяется соответствие методик выполнения измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений, а также их соответствие своему назначению [21].

**3.2 Системы единиц физических величин**

Система единиц – совокупность основных и производных единиц физической величины, образованная в соответствии с принципами для заданной системы физических величин.

Пример – Международная система единиц (СИ), принятая в 1960 г. XI ГКМВ и уточненная на последующих ГКМВ [21].

Для построения системы единиц следует, выбрав несколько основных единиц, установить с помощью определенных уравнений производные единицы.

В зависимости от выбора основных единиц были созданы и широко использовались такие системы, как:

* система СГС или «гауссовская» система (создана К.Ф.Гауссом в 1832 г.) в качестве основных единиц использует сантиметр, грамм и секунду. Система СГС разделяется на электростатическую (СГСЭ) и электромагнитную (СГСЭ) системы;
* техническая система МКГСС в качестве основных единиц использует метр, килограмм-силу и секунду.

После введения в 1960 г. международной системы единиц (СИ или SI) эти системы были ликвидированы. Однако они ещё находят применение, наряду с некоторыми внесистемными единицами.

Названия, обозначения и определения основных единиц величин международной системы СИ представлены в табл. 3.1.

*Табл. 3.1*

**Основные единицы международной системы единиц СИ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Величина** | **Единица** |
| **Наименование** | **Обозначение** | **Определение** |
| **русское** | **международное** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Длина | метр | м | m | Метр равен длине 1 650 763,73 длин волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями 2p10 и 5d5 атома криптона-86. |
| Масса | кило-грамм | кг | kg | Килограмм равен массе международного прототипа килограмма |
| Время | секунда | с | s | Секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133. |
| Продолжение *табл. 3.1* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Сила электрического тока | ампер | А | A | Ампер равен силе неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 метр один от другого, вызывал бы на участке проводника длиной 1 метр силу взаимодействия, равную 2⋅10-7Н. |
| Термодинамическая температура | кельвин | К | K | Кельвин равен 1/273,15 части термодинамической температуры тройной точки воды. |
| Сила света | кандела | кд | cd | Кандела равна силе света, испускаемого с поверхности площадью 1/600000м2 полного излучателя в перпендикулярном направлении, при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при давлении 101325Па. |
| Количество вещества | моль | моль | mol | Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг. |

Наряду с термодинамической температурой (обозначение **Т**), выраженной в кельвинах, также применяется температура Цельсия (обозначение **t**), определяемая из выражения **t = T – T0** , где T0 = 273,15 К. Чтобы выразить температуру Цельсия, используется единица «**градус Цельсия**», равная единице «кельвин» (слово пишется с маленькой буквы). В этом случае «градус Цельсия» является специальным наименованием, используемым вместо «кельвин».

Некоторые производные единицы величин, используемых в физической химии и молекулярной физике, приведены в табл. 3.2.

*Табл. 3.2*

**Некоторые производные единицы величин физической химии и**

**молекулярной физики**

| **Величина** | **Единица** |
| --- | --- |
| **наименование** | **обозначение** |
| **русское** | **между-народное** |
| Молярная масса, М(X) | килограмм на моль | кг/моль | kg/mol |
| Относительная молекулярная масса Мr | отношение массы молекулы этого вещества к 1/12 массы атома углерода |
| Молярный объём, Vm | кубический метр на моль | м3/моль | m3/mol |
| Тепловой эффект химичской реакции, Qp | Джоуль | Дж | J |
| Энергия активации, Ea | Джоуль на моль | Дж/моль | J/mol |
| Молярная теплоёмкость, Cm | Джоуль на моль-кельвин | Дж/(моль⋅К) | J/(mol⋅K) |
| Концентрация молекул | метр в минус третьей степени | м-3 | m-3 |
| Массовая концентрация, m(X) | килограмм на кубический метр | кг/м3 | kg/m3 |
| Молярная концентрация, C(X) | моль на кубический метр | моль/м3 | mol/ m3 |
| Моляльность, b(X) | моль на килограмм | моль/кг | mol/ kg |
| Скорость химической реакции, up | моль на кубический метр в секунду | моль/(м3⋅с) | mol/( m3⋅s) |
| Удельная площадь поверхности | квадратный метр на килограмм | м2/кг | m2/kg |

Взаимосвязь некоторых единиц измерения, применяемые в США и Великобритании с единицами системы СИ, приведена в табл. 3.4.

*Табл. 3.4*

**Единицы измерения, применяемые в США и Великобритании**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Величина** | **Единица** | **Значение в единицах СИ** |
| **наименование** | **обозначение** |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Длина | миля морская (США) | n. mile (US)/ миля | 1852 м (точно) |
| миля | ml | 1609,34 м |
| мил | mil | 2.54 ⋅ 10-5 м |
| кабельтов (межд.) | cab (Int.) | 185,2 м |
| ярд | yd | 0,9144 м |
| фут | ft (фут) | 0,3048 м |
| дюйм | in | 0,0254 м |
| Площадь | квадратная миля (США) | mi2 (US) | 2,58988 ⋅ 106 м2 |
| акр | ac | 4046,86 м2 |
| квадратный фут | ft2 | 0,092903 м2 |
| квадратный дюйм | in2 | 0,0642 м2 |
| Объём, вместимость | тонна регистровая | ton reg | 2,832 м2 |
| баррель нефтяной (США) | bbl (US) | 0,158987 м3 |
| галлон (США) | gal (US) | 0,00378541 м3 |
| галлон (Великобритания) | gal (UK) | 0,004546 м3 |
| кубический фут | ft3 | 0,0283169 м3 |
| акр-фут | ac⋅ft | 1233,48 м3 |
| Продолжение табл. 3.4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Масса | тонна длинная (Великобритания) | ton (UK) | 1016 кг |
| тонна короткая (США) | ton (US) | 907,18 кг |
| фунт (торговый) | lb | 0,45359 кг |
| унция | Oz | 0.0283 кг |
| Скорость линейная | фут в час | ft/h | 0,84557 ⋅ 10-6м/с |
| узел | kn (уз) | 0.514(4) м/с |
| миля в час | ml/h | 0,44704 м/с |
| Ускорение | фут на секунду в квадрате | ft/s2 | 0,3048 м/с2 |
| Плотность | фунт на кубический фут | lb/ft3 | 16,0185 кг/м3 |
| фунт на галлон (США) | lb/ gal (US) | 119,829 кг/м3 |
| Сила | фунт-сила | lbf | 4,44822 Н |
| Работа, энергия | фунт-сила-фут | lbf⋅ ft | 1,35582 Дж |
| Мощность | фунт-сила-фут в секунду | lbf⋅ ft/s | 1,35582 Вт |
| британская лошадиная сила | hp | 745,7 Вт |
| британская единица теплоты в секунду | Btu/s | 1055,06 Вт |
| Количество теплоты | британская единица теплоты | Btu | 1055,06 Вт |
| Удельная теплоёмкость | британская единица теплоты на фунт- градус Фаренгейта | Btu/(lb⋅°F) | 4186,8 Дж/(кг⋅К) |
| Теплопро-водность | британская единица теплоты в час на фут - градус Фаренгейта | Btu/(h⋅ft⋅°F) | 1,73074 Вт/(м⋅К) |
| Давление | фунт-сила на квадратный дюйм | psi (lbf/in2 ) | 6,89476 кПа |
| фунт-сила на квадратный фут | lbf/ft2 | 47,8803 Па |
| дюйм водяного столба | in H2O | 249,1 Па |
| дюйм ртутного столба | in Hg | 3,386 кПа |

**3.3 Задачи метрологического обеспечения предприятия**

Установленное стандартами качество продукции достигается метрологическим обеспечением производства, предшествующим научно-исследовательским, конструкторским и проектным работам при разработке технологических процессов, обеспечением единства измерений методов испытаний и средств контроля параметров продукции. Основное назначение метрологического обеспечения методов испытаний и средств контроля горючих газов, нефти и нефтепродуктов – создание условий обеспечения единства и точности измерений.

К основным задачам метрологического обеспечения на предприятиях

относятся:

1. анализ состояния измерений;
2. разработка и осуществление мероприятий по совершенствованию метрологического обеспечения;
3. участие в разработке и выполнение заданий программ метрологического обеспечения отрасли;
4. установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров;
5. установление оптимальных норм точности измерений;
6. проведение работ по созданию и внедрению современных методик выполнения измерений и средств измерений, испытаний и контроля;
7. установление рациональной номенклатуры применяемых на предприятии средств измерений и поверки;
8. внедрение международных, межгосударственных и национальных стандартов;
9. разработка и внедрение стандартов предприятия;
10. проведение метрологической экспертизы проектов, нормативно-технической, конструкторской и технологической документации;
11. поверка и метрологическая аттестация средств измерений;
12. аттестация методик выполнения измерений;
13. контроль за производством, применением и ремонтом средств измерений и соблюдением метрологических правил, требований и норм.

**3.4 Классификация измерений**

Основой метрологии является измерение экспериментально определяемых физических величин с использованием специальных технических средств.

Существует несколько видов измерений. При их классификации обычно исходят из характера зависимости измеряемой величины от времени, вида уравнения измерений, условий, определяющих точность результата измерений и способов выражения этих результатов.

По характеру зависимости измеряемой величины от времени измерения разделяются на:

* **статические**, при которых измеряемая величина остается постоянной во времени;
* **динамические**, в процессе которых измеряемая величина изменяется и является непостоянной во времени.

Статическими измерениями являются, например, измерения размеров тела, постоянного давления, динамическими - измерения пульсирующих давлений, вибраций.

По способу получения результатов измерений их разделяют на:

* **измерения прямые,**
* **измерения косвенные,**
* **измерения совокупные**
* **измерения совместные.**

**Прямое измерение** – это измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно.

Термин «прямое измерение» возник как противоположный термину «косвенное измерение». Строго говоря, измерение всегда прямое и рассматривается как сравнение величины с ее единицей. В этом случае лучше применять термин *прямой метод измерений* – измерение длины детали микрометром, измерение силы тока амперметром, измерение массы на весах [21].

Прямым измерениям подвергают измеряемую величину, которую сравнивают с мерой непосредственно или же с помощью измерительных приборов, градуированных в требуемых единицах. Примерами прямых измерений служат измерения длины тела линейкой, массы при помощи весов и др. Прямые измерения широко применяются в машиностроении, торговле, а также при контроле технологических процессов (измерение давления, температуры и др.).

**Косвенное измерение** – определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной.

Пример – Определение плотности **D** тела цилиндрической формы по результатам прямых измерений массы **m**, высоты **h** и диаметра цилиндра **d**, связанных с плотностью уравнением (3.1):

 (3.1)

Во многих случаях вместо термина «косвенное измерение» применяют термин «косвенный метод измерений» [21].

Косвенные измерения широко распространены в тех случаях, когда искомую величину невозможно или слишком сложно измерить непосредственно или когда прямое измерение дает менее точный результат.

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

Для определения значений искомых величин число уравнений должно быть не меньше числа величин.

Пример – Значение массы отдельных гирь набора определяют по известному значению массы одной из гирь и по результатам измерений (сравнений) масс различных сочетаний гирь [21].

**Совместные измерения** – это производимые одновременно измерения двух или нескольких неодноименных величин для определения зависимости между ними [21].

В качестве примера можно назвать измерение электрического сопротивления при заданной температуре и температурных коэффициентов измерительного резистора по данным прямых измерений его сопротивления при различных температурах.

По условиям, определяющим точность результата, измерения делятся на три класса:

**1.** **Измерения максимально возможной точности**, достижимой при существующем уровне техники.

К ним относятся в первую очередь эталонные измерения, связанные с максимально возможной точностью воспроизведения установленных единиц физических величин, и, кроме того, измерения физических констант, прежде всего универсальных (например, абсолютного значения ускорения свободного падения, гиромагнитного отношения протона и др.).

**2.** **Контрольно-поверочные измерения**, погрешность которых с определенной вероятностью не должна превышать некоторого заданного значения.

К ним относятся измерения, выполняемые лабораториями государственного надзора за внедрением и соблюдением стандартов и состоянием измерительной техники и заводскими измерительными лабораториями, которые гарантируют погрешность результата с определенной вероятностью, не превышающей некоторого, заранее заданного значения.

**3.** **Технические измерения**, в которых погрешность результата определяется характеристиками средств измерений [12].

По способу выражения результатов измерений различают **абсолютные** и **относительные** измерения.

1. **Абсолютное измерение –** измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант.

Пример – измерение силы ***F = mg*** основано на измерении основной величины – массы ***m*** и использовании физической постоянной ***g*** (в точке измерения массы) [21].

Примером абсолютных измерений может так же служить определение длины в метрах, силы электрического тока в амперах, ускорения свободного падения в метрах на секунду в квадрате.

1. **Относительное измерение –** измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение изменения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную.

Пример – Измерение активности радионуклида в источнике по отношению к активности радионуклида в однотипном источнике, аттестованном в качестве эталонной меры активности [21].

В качестве примера относительных измерений можно так же привести измерение относительной влажности воздуха, определяемой как отношение количества водяных паров в 1 м3 воздуха к количеству водяных паров, которое насыщает 1 м3 воздуха при данной температуре.

**3.5 Виды погрешностей измерений**

Следует помнить, что **никакое измерение не может быть выполнено абсолютно точно**. При многократном измерении одной и той же величины постоянного размера результат будет получаться всё время разным. Это положение, установленное практикой, формулируется в виде аксиомы, являющейся основным постулатом метрологии: **«отсчёт является случайным числом»**. При подготовке и проведении измерений в метрологической практике учитывают влияние объекта измерения, субъекта (эксперта или экспериментатора), условий и методики выполнения измерения.

**Недостоверность измерения** – оценка диапазона, в котором должно находиться истинное значение измеряемой величины с заданной степенью вероятности. Недостоверность измерения обычно включает несколько составляющих. Некоторые из них могут быть оценены на основе статистической обработки результатов серии измерений. Оценка других составляющих может быть сделана теоретически, на основе опыта или другой информации [12].

**Погрешность результата измерения**; *погрешность измерения* – отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

**Истинное значение величины неизвестно, его применяют только в теоретических исследованиях.** Поэтому в задачу измерений входит не только нахождение самой величины, но и оценка допущенной при измерении погрешности. **На практике используют действительное значение величины** **ХД**, в результате чего погрешность измерения **ΔХизм** определяют по формуле (3.2):

**ΔХизм = Хизм – ХД,** (3.2)

где **Хизм** – измеренное значение величины.

**ΔХизм** – носит также наименование **абсолютная погрешность измерения**; *абсолютная погрешность* – погрешность измерения, выраженная в единицах измеряемой величины.

Синонимом термина «погрешность измерения» является термин «ошибка измерения», применять который не рекомендуется как менее удачный [21].

**Абсолютное значение погрешности** – значение погрешности без учета ее знака (модуль погрешности).

Так, если **хи**– точное (истинное) значение некоторой величины (оно никогда не известно, но предполагается его существование), а ***х*** – измеренное или вычисленное её значение, то разность

, (3.3)

называют **абсолютным значением погрешности** величины **х**.

 – среднее значение измеренной величины.

**Необходимо различать термины «абсолютная погрешность» и «абсолютное значение погрешности».**

Кроме абсолютной погрешности часто используется **относительная погрешность**.

**Относительная погрешность** **измерения**; *относительная погрешность* – погрешность измерения, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к действительному или измеренному значению измеряемой величины.

Она должна бы была определяться как частное от деления абсолютной погрешности на истинное значение. Так, как истинное значение никогда не известно, то его заменяют измеренным или вычисленным.

Относительную погрешность в долях или процентах находят из отношений:

**,** или·100%, (3.4)

где  – абсолютная погрешность измерений;

  – действительное или среднее значение измеренной величины. [21]

**Погрешность результата однократного измерения**; *погрешность измерения* – это погрешность одного измерения «не входящего в ряд измерений», оцениваемая на основании известных погрешностей средства и метода измерений в данных условиях (измерений).

Пример – При однократном измерении микрометром какого-либо размера детали получено значение величины, равное 12,55 мм. При этом еще до измерения известно, что погрешность микрометра в данном диапазоне составляет ± 0,01 мм, и погрешность метода (непосредственной оценки) в данном случае принята равной нулю. Следовательно, погрешность полученного результата будет равна ± 0,01 мм в данных условиях измерений. [21]

**Сходимость результатов измерений,** с*ходимость измерений* – характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполненных повторно одними и теми же средствами, одним и тем же методом, в одинаковых условиях и с одинаковой тщательностью.

Сходимость измерений двух групп многократных измерений может характеризоваться размахом, средней квадратической или средней арифметической погрешностью.

**Воспроизводимость результатов измерений**, *воспроизводимость измерений* – близость результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами, разными средствами, разными операторами в разное время, но приведенных к одним и тем же условиям измерений (температуре, давлению, влажности и др.).

Воспроизводимость измерений может характеризоваться средними квадратическими погрешностями сравнимых рядов измерений.

**Ряд результатов измерений,** *ряд результатов* – значения одной и той же величины, последовательно полученные из следующих друг за другом измерений [21].

Погрешности измерений можно разделить на три группы: **систематические (влияющая величина), грубые (помехи) и случайные**.

**Систематические погрешности измерения**, *систематическая погрешность* – составляющая погрешности результата измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины [21].

Эти погрешности могут быть вызваны неправильной установкой прибора, неполной разработкой метода измерений и т.д. Систематические погрешности всегда односторонне влияют на результаты измерений (только увеличивая или уменьшая их). Например, если для измерения электропроводности материала взять кусок проволоки, имеющий утолщение, то его сопротивление меньше расчётного и неверно характеризует электропроводность материала, завышая её значение. Аналогичная ситуация будет иметь место, если после измерения обнаружена неправильная регулировка прибора, которая привела к смещению начала отсчёта. Например, стрелка электроизмерительного прибора не стоит на нуле при выключенном приборе. В этом случае все снятые показания будут смещены на постоянную величину. Систематические погрешности могут быть уменьшены путём введения соответствующих поправок в результаты измерения. Однако в ряде случаев их невозможно полностью устранить. Неисключенная систематическая погрешность результата измерения рассматривается как случайная. Она образуется из составляющих, которыми могут быть погрешность от пренебрежения сопротивлением соединённых проводов и контактов при измерении физических величин с помощью электрических цепей, погрешность, связанная с индивидуальными особенностями экспериментатора и др. Таким образом, систематические ошибки либо выявляются и устраняются, либо переводятся в разряд случайных.

В зависимости от характера измерения систематические погрешности подразделяют на *постоянные, прогрессивные, периодические и погрешности, изменяющиеся по сложному закону*.

**Постоянные погрешности** – погрешности, которые длительное время сохраняют свое значение, например, в течение времени выполнения всего ряда измерений. Они встречаются наиболее часто.

**Прогрессивные погрешности** – непрерывно возрастающие или убывающие погрешности. К ним относятся, например, погрешности вследствие износа измерительных наконечников, контактирующих с деталью при контроле ее прибором активного контроля.

**Периодические погрешности** – погрешности, значение которых является периодической функции времени или перемещения указателя измерительного прибора.

**Погрешности, изменяющиеся по сложному закону** – происходят вследствие совместного действия нескольких систематических погрешностей [21].

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

Иногда вместо термина «промах» применяют термин *грубая погрешность измерения* [21].

Промахи возникают в следствие нарушения основных условий измерений. Например, при плохом освещении рабочего места, регистрируя показания прибора, вместо цифры 3 записывают 8. Внешним признаком результата, содержащего грубую погрешность, является его резкое отличие по величине от остальных измерений. Такой результат необходимо отбросить, а измерение по возможности повторить.

**Случайная погрешность** **измерения,** *случайная погрешность* – это составляющая погрешности результата измерении, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, проведенных с одинаковой тщательностью, одной и той же физической величины [21].

Случайные погрешности измерения возникают вследствие самых различных причин, результаты действия которых столь малы, что их нельзя выделить и учесть (изменение температуры в процессе измерения, незначительное движение воздуха, несовершенство наших органов чувств и т.д.) по отдельности, поэтому случайную погрешность рассматривают как суммарный эффект действия многих факторов. Исключить случайные погрешности нельзя, но с помощью методов теории вероятностей и математической статистики можно учесть их влияние на истинное значение измеряемой величины.

**3.6 Понятие «Средство измерения». Классификация средств измерения**

К средствам измерения относятся:

**Измерительное оборудование** - технические средства, используемые при поверке, испытаниях и измерениях.

Этот термин включает в себя средства измерений, эталоны, стандартные образцы, вспомогательные средства измерений, необходимые для измерений (СТБ 941.3).

**Испытательное оборудование** - средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний или оказания нормированного воздействия на продукцию (образец) с целью последующей оценки ее характеристик (СТБ 8015).

**Контрольное оборудование**-технические средства, предназначенные для установления соответствия контролируемых параметров объектов заданным без определения их численных значений (калибры, шаблоны, контрольные приспособления и т. п.).

**Средство измерений** - техническое устройство, предназначенное для измерений воспроизводящее и (или) хранящее единицу измерения, а также кратные либо дольные значения единицы измерения, имеющее метрологические характеристики, значения которых принимаются неизменными в течение определенного времени [21].

Средства измерения, как правило, классифицируются по двум признакам – **конструктивное исполнение** и **метрологическое назначение**.

**По конструктивному исполнению** средства измерения подразделяются на:

* **измерительные приборы**, *приборы*  **–** средство измерения, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне.

1. По способу индикации значений измеряемой величины измерительные приборы разделяют на *показывающие* и *регистрирующие*.

2. По действию измерительные приборы разделяют на *интегрирующие* и *суммирующие*.

3. Различают так же *приборы прямого действия* и *приборы сравнения*, *аналоговые* и *цифровые приборы*, *самопишущие* и *печатающие приборы*.

Прибор, как правило, содержит устройство для преобразования измеряемой величины и её индикации в форме, наиболее доступной для восприятия;

* **меры физической величины;** *мера величины; мера* – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью.

1. Различают следующие разновидности мер:

*однозначная мера* – мера, воспроизводящая физическую величину одного размера (например, гиря 1 кг);

*многозначная мера* – мера, воспроизводящая физическую величину разных размеров (например, штриховая мера длины);

*набор мер* – набор мер разного размера одной и той же физической величины, предназначенных для применения на практике как в отдельности, так и в различных сочетаниях (например, набор концевых мер длины);

*магазин мер* – набор мер, конструктивно объединенных в единое устройство, в котором имеются приспособления для их соединения в различных комбинациях (например, магазин электрических сопротивлений) [21].

* **измерительные установки**, *установка* **–** совокупность функционально объединённых мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенных для измерений одной или нескольких физических величин и расположенных в одном месте;

1. Измерительную установку, применяемую для поверки, называют *поверочной установкой*. Измерительную установку, входящую в состав эталона, называют *эталонной установкой*.

2. Некоторые большие измерительные установки называют *измерительными машинами* [21].

* **измерительные системы**, ИС (измерительная информационная система, измерительная контролирующая система, измерительная управляющая система, измерительная диагностическая система, измерительно-вычислительный комплекс) **–** совокупность функционально объединённых мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещённых в разных точках контролируемого объекта и т.п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в целях [21].
* **измерительные преобразователи**,ИП (первичный, промежуточный, аналоговый, аналого-цифровой, цифроаналоговый, масштабный преобразователь, датчик)**–** техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

1. ИП или входит в состав какого-либо измерительного прибора (измерительной установки, измерительной системы и др.) или применяется вместе с каким-либо средством измерений.

2. По характеру преобразования различают *аналоговые*, *цифро-аналоговые*, *аналого-цифровые* преобразователи. По месту измерительной цепи различают *первичные* и *промежуточные* преобразователи. Выделяют так же *масштабные* и *передающие* преобразователи [21].

Все **метрологические свойства** средств измерения можно разделить на две группы:

1. свойства, определяющие **область применения** средства измерения,
2. свойства, определяющие **качество измерения**.

К основным метрологическим характеристикам, определяющим **область применения** средства измерения, относятся:

* **Диапазон измерений средства измерений**, диапазон измерений – область значений величины, в пределах которых нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерений.

Значения величины, ограничивающие диапазон измерений снизу и сверху (слева и справа), называют соответственно *нижним пределом измерений* или *верхним пределом измерений* [21].

* **Порог чувствительности средства измерений**; порог чувствительности – характеристика средства измерений в виде наименьшего значения изменения физической величины, начиная с которого может осуществляться ее измерения данным средством.

Если самое незначительное изменения массы, которое вызывает перемещение стрелки весов, составляет 10 мг, то порог чувствительности весов равен 10 мг [21].

К метрологическим свойствам второй группы относятся три основных свойства, **определяющих качество измерений**:

* **Точность результата измерений**; *точность измерений*– одна из характеристик качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения.

Считают, что чем меньше погрешность измерения, тем больше его точность.

* **Сходимость результатов измерений**; сходимость измерений – близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполненных повторно одними и теми же средствами, одним и тем же методом в одинаковых условиях и с одинаковой тщательностью.

Сходимость измерений двух групп многократных измерений может характеризоваться *размахом*, *средней квадратической* или *средней арифметической погрешностью*.

* **Воспроизводимость результатов измерений**; воспроизводимость измерений – близость результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами, разными средствами, разными операторами, в разное время, но приведенных к одним и тем же условиям измерений (температуре, давлению, влажности и др.)

Воспроизводимость измерений может характеризоваться средними квадратическими погрешностями сравниваемых рядов измерений.

**Погрешность средств измерений** – разность между показаниями средства измерения и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины.

1. Для меры показанием является ее номинальное значение.

2. Поскольку истинное значение физической величины неизвестно, то на практике пользуются ее действительным значением.

**Погрешности** **средств измерения** могут быть классифицированы по ряду признаков, в частности:

1. по способу выражения – **абсолютные, относительные**;
2. по характеру проявления – **систематические, случайные**;
3. по отношению к условиям применения – **основные, дополнительные** [21].

Номенклатура нормируемых метрологических характеристик средств измерений определяется их назначением, условиями эксплуатации и многими другими факторами. В повседневной производственной практике широко пользуются **классом точности** средства измерения.

**Класс точности средства измерения;** *класс точности* – обобщённая характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей, также другими характеристиками, влияющими на точность.

Класс точности позволяет судить о том, в каких пределах находится погрешность средства измерений одного типа, но не является непосредственным показателем точности измерений, выполняемых с помощью каждого из этих средств. Это важно при выборе средства измерения в зависимости от заданной точности измерений.

Классы точности средств измерения конкретного типа устанавливаются в стандартах технических требований (условий) или других нормативных документах [21]. Присваиваются классы точности средствам измерения при их разработке по результатам приёмочных испытаний.

В связи с тем, что при эксплуатации их метрологические характеристики обычно ухудшаются, допускается понижать класс точности по результатам поверки (калибровки).

Классы точности не устанавливаются на средства измерений, для которых существенное значение имеет динамическая погрешность.

Обозначение классов точности средств измерений проводится по **ГОСТ 8.401-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования».**

Классы точности обозначаются римскими цифрами или буквами латинского алфавита. Чем меньше пределы допускаемой погрешности, тем ближе к началу алфавита должна быть буква и тем меньше цифра. Недостатком такого обозначения класса точности является его чисто условный характер.

**По метрологическому назначению** все средства измерения подразделяются на два вида – **рабочие средства измерения** и **эталоны единицы величины**.

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

По условиям применения они могут быть лабораторными, производственными и полевыми.

**Эталон единицы физической величины**; *эталон* – средство измерений, (или комплекс средств измерений) предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке.

Конструкция эталона, его свойства и способ воспроизведения единицы определяются природой данной физической величины и уровнем развития измерительной техники в данной области измерений.

Эталон должен обладать, по крайней мере, тремя тесно связанными друг с другом существенными признаками (по М.Ф. Маликову) – неизменностью, воспроизводимостью и сличаемостью.

Различают эталоны:

* **первичный эталон** – обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью;
* **вторичный эталон** – получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы;
* **эталон сравнения**, применяемый для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом [21].

Эталоны являются высокоточными средствами измерения, и поэтому используются для проведения метрологических измерений в качестве средств передачи информации о размере единицы.

**Размер единицы передаётся «сверху вниз», от более точных средств измерения к менее точным «по цепочке»: первичный эталон – вторичный эталон – рабочий эталон 0-го разряда – рабочий эталон 1-го разряда… – рабочее средство измерения.**

Передача размера осуществляется в процессе поверки и калибровки средства измерения.

Для поверки, калибровки и градуировки средств измерений, а также контроля метрологических характеристик при проведении испытаний используют **стандартные образцы** состава или свойств вещества и материалов. Под стандартными образцами принято понимать образцы веществ или материалов, химический состав или физические свойства которых типичны для данной группы веществ (материалов), определены с необходимой точностью, отличаются высоким постоянством и удостоверены сертификатом.

**Стандартные образцы** представляют собой средство измерения, предназначенное для воспроизведения и хранения размеров величин, характеризующих состав или свойства вещества, значения которых установлены в результате метрологической аттестации.

Информация о типах средств измерений (**СИ**) и государственных стандартных образцов (**ГСО**), допущенных к применению на территории Республики Беларусь содержится в Государственный реестре средств измерений Республики Беларусь (**Госреестр**), который ведется с 1993 г.

Госреестр состоит из трех разделов:

1. средства измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь;
2. стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов;
3. средства измерений, применяемые в составе технологического оборудования для производства алкогольной, непищевой спиртосодержащей продукции и этилового спирта.

Сведения о типах средств измерений и ГСО, включенных в Госреестр либо исключенных из него, а также о внесенных в Госреестр изменениях хранятся в электронном виде в информационно-поисковой базе данных «Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь». Хранение документов Госреестра осуществляется БелГИМ в отдельном хранилище архива Госреестра. Информация об утвержденных типах средств измерения и стандартных образцов публикуется в журнале «Метрология и приборостроение», а также издается в виде каталогов на бумажных носителях.

В нефтеперерабатывающей отрасли используются следующие стандартные образцы: вязкости жидкостей, давления насыщенных паров, зольности нефтепродуктов, кислотного числа, кислотности, коксуемости нефтепродуктов, коэффициента фильтруемости, массовой доли ароматических углеводородов, массовой доли воды, массовой доли механических примесей, массовой доли меркаптановой серы, массовой доли серы, октанового и цетанового чисел, пенетрации битумов, температуры хрупкости нефтяных битумов, температуры размягчения битумов, температуры начала кристаллизации моторных топлив, температуры каплепадения, температуры застывания, плотности жидкостей, температуры вспышки в закрытом и открытом тигле и пр.

**3.7 Метрологическое обеспечение контрольным, измерительным и испытательным оборудованием**

**3.7.1 Выбор контрольного, измерительного и испытательного**

**оборудования (КИ и ИО)**

Выбор контрольно-измерительного и испытательного оборудований производится в соответствии с **ТК РБ 4.2-Р-02-2001 «**Рекомендации по организации и порядку проведения работ по выбору контрольного, измерительного и испытательного оборудования».

Настоящие рекомендации определяют организацию и порядок проведение работ по выбору контрольного, измерительного и испытательного оборудования (далее – **КИ и ИО**) на предприятиях и являются основой для разработки организационно-методических документов по выбору КИ и ИО применительно к конкретным видам изделий или процессов [22].

Выбор КИ и ИО является частью комплекса работ по метрологическому обеспечению производства и направлен на достижение единства и требуемой точности измерений. Выбор КИ и ИО является элементом системы качества любого производства, требования к которому установлены в СТБ ISO 9001. Работы по выбору КИ и ИО выполняются службами предприятия (конструкторскими, технологическими, метрологическими и другими), разрабатывающими техническую документацию на этапе проектирования, при разработке и модернизации технологических процессов, замене старого оборудования и т. п. [22]

При выборе КИ и ИО в первую очередь рассматриваются:

* объекты измерений, контроля, испытаний;
* измеряемые (контролируемые) параметры;
* единицы измерений;
* методы измерений, контроля, испытаний;
* условия измерений, испытаний;
* ожидаемый результат измерений и его погрешность.

Кроме того, при выборе КИ и ИО рассматриваются показатели функциональной, технической и другой эффективности КИ и ИО, к которым относятся:

* быстродействие;
* производительность;
* уровень автоматизации в процессе измерений, контроля и испытаний;
* максимальная продолжительность времени непрерывной работы;
* сервисные возможности;
* неинформативные параметры;
* вес и габариты;
* показатели безопасности;
* экологические показатели и др.

Методические основы проведения работ по выбору КИ и ИО установлены в нормативных и методических документах, действующих на территории Республики Беларусь [22].

**3.7.2 Порядок выбора контрольного, измерительного и испытательного оборудования**

Выбор КИ и ИО в общем случае состоит из следующих этапов:

* изучения требований к параметрам и допускам, показателям точности и условиям измерений, контроля и испытаний, установленным в НД;
* постановки измерительной задачи и построения модели измерения;
* планирования измерений, контроля, испытаний, включающих выбор и размещение КИ и ИО, анализ существующих КИ и ИО и определение необходимости приобретения и/или разработки КИ и ИО специального назначения;
* технико-экономическое обоснование выбора КИ и ИО;
* опробование КИ и ИО;
* выполнение измерений, контроля, испытаний, получение экспериментальных данных;
* разработка или корректировка и при необходимости аттестация методики выполнения измерений.

На основе установленных требований к измеряемым параметрам, показателям их точности анализируются и уточняются требования к измеряемым величинам, правильности постановки измерительной задачи (объект измерений, единицы измерений, метод измерений, условия измерений, ожидаемый результат измерений и его погрешность).

Для большинства технических измерений почти вся процедура сводится к выбору надлежащего КИ и ИО, обеспечивающего метод непосредственной оценки, экспериментальному опробованию, минимальной обработке результатов измерений, а измерения выполняются в соответствии с методикой, изложенной в эксплуатационной документации на КИ и ИО.

При планировании измерений проводятся:

* определение конкретной величины и метода, на основе которого находятся значения измеряемой
* величины (например, метод непосредственной оценки, метод сравнения с мерой и др.);
* установление зависимости между измеряемыми величинами;
* выбор параметров измерений (диапазон, погрешность, выборка количества наблюдений, внешние условия, учет влияющих величин);
* оценивание погрешности измерений;
* формулирование требований к погрешности КИ и ИО;
* выбор КИ и ИО в соответствии с указанными требованиями;
* размещение КИ и ИО для выполнения эксперимента.

Выбранное КИ и ИО должны удовлетворять следующим требованиям:

* обеспечивать необходимую точность измерений в заданном диапазоне значений измеряемой величины в данных условиях измерений;
* обеспечивать воспроизведение режимов и условий испытаний;
* обладать требуемым уровнем безотказности, необходимым техническим ресурсом и гарантийным сроком службы;
* обеспечивать простоту, удобство и безопасность применения, технического обслуживания и ремонта;
* иметь необходимые габариты, массу и оптимальную стоимость.

При выборе средств и методов измерений для контроля следует учитывать влияние погрешности измерений на брак при контроле.

Порядок выбора контрольного оборудования аналогичен выбору средств измерений. Порядок приобретения и (или) изготовления средств измерений устанавливается в документах предприятия, которые включают процедуры выбора поставщиков, размещения заказа, получения и приемки заказанного КИ и ИО.

При изготовлении КИ и ИО сторонними организациями особое внимание уделяется выбору поставщика (специализация в выпуске данных КИ и ИО, информация о качестве выпускаемой продукции, наличие системы качества и др.). Предпочтительно, если поставщик имеет сертифицированную систему качества.

При заключении контракта на поставку КИ и ИО учитываются требования законодательства Республики Беларусь и допускаются к применению только средства измерений (отечественного или импортного производства), внесенные в Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь или прошедшие метрологическую аттестацию (Закон Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений»).

В Государственный реестр средств измерений Республики Беларусь вносятся средства измерений, прошедшие государственные испытания по СТБ 8001. Метрологическая аттестация средств измерений проводится согласно СТБ 8004, аттестация испытательного оборудования – СТБ 8015.

При технико-экономических расчетах следует учитывать следующие возможные результаты от повышения точности измерений:

* повышение точности измерений позволяет соответственно точнее регулировать производственный процесс. Технико-экономический эффект при этом определяется дополнительно выпускаемой продукцией и экономией сырья;
* более точные измерения позволяют сократить допуск на изготовление, а следовательно, повысить качество изделий. Тот же результат достигается при более точной разбраковке без изменения допуска на изготовление. Технико-экономический эффект в этом случае определяется повышением эксплуатационных свойств изделий (например, износостойкости), что эквивалентно выпуску дополни тельной продукции;
* - повышение точности измерений приводит к уменьшению количества неправильно принимаемых и неправильно бракуемых деталей.

При анализе условий выполнения измерений, контроля, испытаний определяются следующие внешние воздействующие факторы:

* уровни механических нагрузок (вибраций, ударов, линейных ускорений);
* климатические условия (температура, влажность, атмосферное давление);
* наличие или отсутствие активно разрушающей среды, в которой будут эксплуатироваться КИ и ИО или их элементы (агрессивные газы и жидкости, высокая температура, высокое напряжение и т. д.);
* наличие электрических и магнитных помех (полей) и др.

**Погрешность средств измерений, применяемых для контроля влияющих величин, должна составлять не более 25 % от изменения влияющей величины.**

**Влияющая физическая величина**; влияющая величина – физическая величина, оказывающая влияние на размер измеряемой величины и (или) результат измерения [21].

**Влияющая величина** - величина, которая не является объектом измерения, но оказывает влияние на значение измеряемой величины или на показания измерительного прибора [22].

При необходимости сопоставления полученных результатов измерений они должны выполняться в одинаковых условиях или их результаты должны приводиться к одинаковым условиям и чаще всего к нормальным.

Требования к разработке и аттестации методик выполнения измерений определены ГОСТ 8.010.

В зависимости от сложности и области распространения, методики выполнения измерений оформляются следующим образом:

* отдельным документом (например, стандартом, инструкцией, рекомендацией и т. п.);
* разделом, содержащим описание методики выполнения измерений, более общего документа (например, стандарта, конструкторского, технологического или эксплуатационного документа на продукцию или документа на методику испытаний (контроля) продукции);
* указанием в конструкторском, технологическом или эксплуатационном документе на продукцию или документе на методику испытаний (контроля) продукции, типа средства измерений.

Выбор метода и средств измерений для разрабатываемой методики выполнения измерений осуществляется в соответствии с нормативными документами, регламентирующими этот выбор для данного вида измерений [22].

**3.8 Калибровка измерений СТБ 8014 – 2000**

Общие требования к организации, порядку проведения и оформления результатов калибровки средств измерений установлены в стандарте **СТБ 8014 – 2000 «**Калибровка измерений».

В стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**Аккредитация калибровочной лаборатории** – официальное признание того, что лаборатория компетентна осуществлять калибровку средств измерений.

**Калибровочная лаборатория** – лаборатория, осуществляющая калибровку средств измерений.

**Калибровочное клеймо** – знак, наносимый на средство измерений, удостоверяющий проведение калибровки средства измерений с удовлетворительным результатом.

**Калибровка средств измерений** – совокупность операций, которые служат для установления при определенных условиях соотношения между показаниями измерительных приборов или измерительных систем или значениями величин, воспроизводимых материальной мерой или стандартным образцом, и соответствующими значениями величин, воспроизводимых эталоном.

**Межкалибровочный интервал** – промежуток времени между двумя последовательными калибровками.

**Средства калибровки** – эталоны и вспомогательные средства, применяемые при проведении калибровки [24 а].

**3.8.1 Общие требования к организации калибровки средств измерений**

Калибровка проводится для определения **действительных** значений метрологических характеристик средств измерений и принятия владельцем решения об их применении.

Калибровка проводится для средств измерений, допущенных к применению на территории Республики Беларусь в соответствии с требованиями **СТБ 8001 -93** «Государственные испытания средств измерений. Основные положения. Организация и порядок проведения» и **СТБ 8004** «Метрологическая аттестация средств измерений», в том числе:

* специального назначения – средства измерений, предназначенные для специальной измерительной задачи в конкретных отраслях;
* применяемых в ограниченном диапазоне измерений или функциональные возможности которых используются не в полном объеме;
* требующих определения метрологических характеристик в реальных условиях применения средств измерений. Примеры из нефтехимии

Калибровка средств измерений проводится лицами, прошедшими обучение и аттестованными в порядке, установленном Государственным комитетом по стандартизации, метрологии и сертификации Республики Беларусь (Госстандарт).

Периодичность калибровки средств измерений устанавливается владельцем с учетом рекомендаций аккредитованной лаборатории.

**Межкалибровочный интервал** устанавливается в графиках калибровки средств измерений.

Научно-методическое руководство работами по калибровке средств измерений, а также регистрацию типовых методик калибровки осуществляет Белорусский государственный институт метрологии.

Расходы, связанные с проведением калибровки средств измерений для сторонних организаций, а также сроки проведения калибровки устанавливаются на договорной основе.

Контроль за применением средств измерений, прошедших калибровку, осуществляет метрологическая служба субъекта хозяйствования в соответствии с действующим законодательством.

Надзор за деятельностью калибровочной лаборатории осуществляет орган по аккредитации калибровочных лабораторий.

Надзор за правильностью отнесения средств измерений к подлежащим калибровке осуществляют органы государственного метрологического надзора.

Эталоны и вспомогательные средства измерений, применяемые при калибровке, подлежат государственному метрологическому надзору [24 а].

**3.8.2 Порядок проведения калибровки средств измерения**

Калибровку средств измерений осуществляют аккредитованные калибровочные лаборатории в порядке, установленном Госстандартом (см. подраздел 3.11).

Средство измерений представляется на калибровку с эксплуатационными документами и/или документом, в котором установлены его метрологические характеристики (свидетельство о поверке в соответствии с **СТБ 8003**, свидетельство о метрологической аттестации в соответствии с **СТБ 8004**, свидетельство о калибровке) или письменно изложенные владельцем требования к метрологическим характеристикам средства измерений, подлежащего калибровке.

Калибровка средств измерений проводится по типовым методикам калибровки Белорусского государственного института метрологии, либо по методикам, утвержденным руководителем аккредитованной калибровочной лаборатории.

**Порядок проведения калибровки включает**:

* рассмотрение заявки с целью определения технических возможностей проведения калибровки в соответствии с требованиями заказчика;
* разработку и согласование (при необходимости) методики калибровки с заказчиком;
* проведение калибровки;
* оформление результатов калибровки [24 а].

**3.8.2 Оформление результатов калибровки**

Результаты калибровки регистрируются в протоколах по форме, установленной в методике калибровки [24 а].

Результаты калибровки должны быть представлены в свидетельстве о калибровке [24 а].

Положительные результаты калибровки должны оформляться нанесением калибровочной этикетки или описка калибровочного клейма на средство измерений и (или) эксплуатационные документы с выдачей свидетельства о калибровке. Форма калибровочного клейма приведена в [24 а].

По отрицательным результатам калибровки (при несоответствии полученных результатов калибровки заявленным владельцем требованиям), выдается протокол или выписка из протокола, в котором указываются причины несоответствия [24 а].

**3.9 Поверка средств измерений**

Поверка средств измерений осуществляется в соответствии с требованиями **СТБ 8003 – 93.**

Настоящий стандарт устанавливает организацию и порядок представления средств измерений на поверку, проведения и оформления поверки средств измерений. Положения стандарта обязательны для применения на территории Республики Беларусь субъектами хозяйствования, в том числе с иностранными инвестициями, учреждениями, организациями, независимо от форм собственности и подчиненности и гражданами, занимающимися предпринимательской деятельностью без образования юридического лица (далее - субъекты хозяйствования).

В **СТБ 8003 – 93** применяют следующие термины:

**Поверка средств измерений** – совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы и субъектами хозяйствования с целью определения соответствия средства измерений установленным требованиям.

**Средство измерений** – техническое устройство, предназначенное для измерений.

**Индикатор** – устройство или вещество, которое указывает на наличие определенной физической величины, при этом оно не обязательно указывает ее значение.

**Межповерочный интервал** – интервал времени, указанный в документе по поверке, в течение которого средство измерений должно удовлетворять установленным требованиям.

**Калибровка средств измерений** – совокупность операций, выполняемых с целью определения действительных значений метрологических характеристик.

Поверку средств измерений проводят с целью установления их соответствия метрологическим и техническим требованиям, установленным в нормативной документации (НД), и признания средств измерений пригодными к применению.

Поверка средств измерений проводится по методикам поверки, разработанным в соответствии с требованиями **РД РБ 50.8103-93** «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Методики». Методики поверки утверждены в результате проведенных государственных испытаний по **СТБ 8001-93** «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Государственные испытания средств измерений. Основные положения. Организация и порядок проведения» или в результате метрологической аттестации по **СТБ 8004-93** «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Метрологическая аттестация средств измерений», приведенным в эксплуатационной документации средств измерений, включенных в Государственный реестр Республики Беларусь, а также по другим НД, признанным Госстандартом действующими на территории Республики Беларусь.

Поверку средств измерений проводят лица, аттестованные в качестве поверителей в порядке, установленном Госстандартом. Периодичность переподготовки поверителей – 5 лет.

**3.9.1 Виды поверок средств измерений**

Различают следующие виды поверок средств измерений: **первичная, периодическая, внеочередная, инспекционная и экспертная**.

**Первичная поверка** проводится при выпуске их из производства или ремонта, а также ввозимых по импорту средств измерений, прошедших государственные приемочные испытания по **СТБ 8001**.

**Периодическая поверка** проводится через межповерочные интервалы, установленные с учетом обеспечения пригодности к применению средств измерений на период между поверками.

**Внеочередная поверка** проводится до окончания срока действия периодической поверки в случаях:

* необходимости подтверждения годности средств измерений к применению;
* ввода средств измерений в эксплуатацию (при необходимости);
* повреждения поверительного клейма, пломбы или утери документа, подтверждающего прохождение средствами измерений первичной или периодической поверки;
* применения средств измерений в качестве комплектующих, или передачи средств измерений на длительное хранение, или отправки потребителю средств измерений по истечении половины межповерочного интервала на них.

**Инспекционная поверка** проводится при осуществлении государственного метрологического надзора и метрологического контроля за состоянием и применением средств измерений для выявления пригодности к применению средств измерений.

**Экспертная поверка** проводится при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.

**3.9.2 Средства измерений, подлежащие поверке**

Обязательной поверке подлежат средства измерений, применяемые в торговле, здравоохранении, защите и безопасности государства, промышленности, строительстве, транспорте, сельском хозяйстве, гидрометеорологии, связи, коммунальном хозяйстве:

* при проведении торгово-коммерческих, таможенных, почтовых и налоговых операций;
* при диагностике и лечении заболеваний человека;
* при контроле медикаментов;
* при контроле состояния окружающей среды;
* при хранении, перевозке, утилизации, захоронении и уничтожении токсичных, легковоспламеняющихся, взрывчатых или радиоактивных веществ;
* при контроле безопасности и условий труда;
* при определении безопасности и качества производимой продукции и соответствия ее реальных характеристик предписанным;
* при контроле всех видов сырья и продуктов питания;
* при проведении испытаний, поверке и метрологической аттестации средств измерений;
* при измерениях, результаты которых служат основанием для регистрации национальных и международных спортивных рекордов.

Перечень средств измерений, подлежащих обязательной поверке в органах государственной метрологической службы, приведен в приложении **СТБ 8001**. Кроме того обязательной поверке в органах государственной метрологической службы подлежат средства измерений, применяемые при проведении испытаний, метрологической аттестации и поверке средств измерений. Средства измерений, не вошедшие в перечень, могут подвергаться поверке или калибровке.

Средства измерений, применяемые в качестве **индикаторов**, подлежат метрологическому контролю в порядке, установленном владельцем средства измерений. Перечень средств измерений, переведенных в индикаторы, утверждается руководителем субъекта хозяйствования. На индикаторы или в их эксплуатационные документы должно быть нанесено обозначение «**И**».

**3.9.3 Порядок проведения поверки**

Организацию и проведение поверки обеспечивают органы государственной метрологической службы, аккредитованные поверочные лаборатории и метрологические службы субъектов хозяйствования.

Метрологические службы субъектов хозяйствования, осуществляющие поверку собственных средств измерений, должны быть зарегистрированы в органах Госстандарта.

Метрологические службы субъектов хозяйствования, осуществляющие поверку средств измерений для других организаций, должны быть аккредитованы в системе аккредитации поверочных и испытательных лабораторий на проведение данных работ по **СТБ 941.2**.

Средства измерений, поверка которых не может быть обеспечена метрологическими службами субъектов хозяйствования, представляются на поверку в органы государственной метрологической службы или аккредитованные поверочные лаборатории.

Средства измерений представляются на поверку в соответствии с графиком, утвержденным руководителем организации владельца и согласованным с органом, проводящим поверку.

Средства измерений представляются на поверку в соответствии с установленными межповерочными интервалами.

Межповерочный интервал, установленный при утверждении типа или проведении метрологической аттестации, указанный в НД но поверке, может быть изменен в сторону увеличения на основании исследований стабильности метрологических характеристик средств измерений.

Периодическую поверку средств измерений предназначенных для измерений (воспроизведения) нескольких физических величин или имеющих несколько диапазонов измерений, но используемых постоянно дня измерений (воспроизведения) меньшего числа физических величин или на меньшем числе диапазонов измерений, допускается на основании решения руководи геля метрологической службы субъекта хозяйствования проводить только по тем требованиям НД по поверке, которые определяют пригодность средств измерений для применяемого числа физических величин и применяемых диапазонов измерений.

В этих случаях на средствах измерений должны быть нанесены отчетливая надпись или условные обозначения, определяющие область их применения. Соответствующая запись должна быть сделана в документах о поверке средств измерений.

Поверку средств измерений, проводимую органами государственной метрологической службы, оплачивает владелец средств измерений но тарифам, утвержденными в установленном порядке.

При проведении поверки средств измерений аккредитованными поверочными лабораториями субъектов хозяйствования плата за поверку взимается на договорной основе.

Все расходы, связанные с вызовом поверителей, оплачивает владелец средств измерений.

Результаты поверки оформляются протоколом по форме, установленной в ИД по поверке.

Положительные результаты поверки средств измерений удостоверяются нанесением оттиска поверительного клейма и (или) свидетельством по утвержденной форме.

На эталоны (образцовые средства измерений) выдается свидетельство о государственной поверке установленной формы и наносится оттиск поверительного клейма.

Поверительные клейма должны соответствовать требованиям **РД РБ 50.8104**.

**3.10 Статистическая оценка метрологических характеристик эталонных средств измерений и адаптивное определение их межповерочных интервалов**

Порядок определения текущей статистической оценки метрологических характеристик эталонов (эталонных средств измерений) и адаптивного определения их межповерочных интервалов устанавливается **СТБ 8017 – 2004** [25]. Стандарт распространяется на эталоны государственной метрологической службы и эталоны метрологических служб юридических лиц, которым государственной метрологической службой в установленном порядке предоставлено право поверки средств измерений (далее - эталоны).

Первоначальные межповерочные интервалы эталонов назначают при их государственных испытаниях по СТБ 8001 или метрологической аттестации по СТБ 8004. Первоначальные межповерочные интервалы эталонов устанавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 8.565.

В процессе эксплуатации эталонов и образцовых средств измерений межповерочный интервал может быть пересмотрен как в сторону увеличения, так и уменьшения. Корректировку межповерочных интервалов производят с целью оптимизации критериев вероятности выхода погрешности средства измерения за допустимые значения и годовых затрат на поверку.

Межповерочный интервал эталонов может определяться адаптивно, в зависимости от реального состояния эталона в текущее время. В этом случае дату обязательной очередной поверки эталона не назначают.

В процессе эксплуатации эталона производят статистическую оценку его метрологических характеристик на основе анализа результатов поверок, выполненных с его помощью. Очередную поверку проводят в том случае, если оценка одной из метрологических характеристик эталона, полученная в соответствии с **п. 3.10.1**, превысит требуемую.

Если невозможно получить достоверные статистические оценки метрологических характеристик эталона, то поверку производят по истечении межповерочного интервала.

**3.10.1 Статистическая оценка метрологических характеристик эталонов**

Статистическую оценку метрологических характеристик эталона производят путем статистической обработки результатов поверок (калибровок), выполненных с их использованием. Методику применяют в случае,когда результаты поверок могут рассматриваться как независимые случайные величины.

Исходные данные для статистической оценки метрологических характеристик эталонов получают в процессе производственной деятельности поверочных (калибровочных) лабораторий. Поверку (калибровку) производят в строгом соответствии с СТБ 8003 [24], РД РБ 50.8103 и методиками поверки (калибровки) на данные средства измерений.

При проведении поверки (калибровки) фиксируют:

* а) значения погрешности (действительное значение меры) в каждой точке диапазона и на каждом пределе измерения, полученное в результате поверки (калибровки);
* б) время поверки (калибровки);
* в) данные поверяемого (калибруемого) средства измерения;
* г) действительные значения влияющих величин.

Методика статистической оценки метрологических характеристик эталонов в реальном времени включает:

* а) проверку гипотезы о независимости исходных данных;
* б) проверку однородности исходных данных по математическому ожиданию и дисперсии;
* в) проверку гипотезы о симметричности закона распределения исходных данных;
* г) оценку реальных значений метрологических характеристик эталона и погрешностей (неопределенностей) полученных оценок.

Если полученные оценки с учетом их погрешностей (неопределенностей) не превосходят допустимых значений метрологических характеристик эталона, то данный эталон может использоваться далее.

Если полученная оценка одной из метрологических характеристик эталона с учетом ее погрешности (неопределенности) превосходит допустимую, то данный эталон должен быть поверен в соответствии методикой на его поверку.

Используемые критерии, порядок проверки гипотез и расчетные соотношения для применения методики статистической оценки метрологических характеристик эталонов в реальном времени приведены в РД РБ 04100.58-2002.

Методика статистической оценки метрологических характеристик эталонов может быть реализована в виде программы для электронно-вычислительных машин.

Лаборатория, использующая **методику** должна иметь:

* а) документированное программное обеспечение, которое должно быть защищено от возможной корректировки без соответствующего разрешения;
* б) инструкцию (руководство) пользователя.

Разработанная **методика** статистической оценки метрологических характеристик эталонов и адаптивного определения межповерочного интервала проходит экспертизу в метрологических органах. **Ответственность за обоснованность применения разработанной методики несет лицо, утвердившее методику.**

Методику статистической оценки метрологических характеристик эталонов и адаптивного определения межповерочного интервала приводят в **руководстве по качеству** поверочной или калибровочной лаборатории, в которой используется данный эталон. Методику включают в руководство по качеству при его разработке или актуализации в соответствии с СТБ 941.3 [28].

6.3 Обоснованность применяемой методики контролируют при проверке деятельности лаборатории органом по аккредитации поверочных и испытательных лабораторий или другими организациями, уполномоченными им, в соответствии с СТБ 941.2 [27].

**3.11 Аккредитация испытательных и поверочных лабораторий**

Аккредитация испытательных и поверочных лабораторий в Республике Беларусь проводится в соответствии с требованиями технических нормативных правовых актов (ТНПА):

* СТБ 50.01-2000 Система аккредитации Республики Беларусь. Основные положения.
* СТБ 941.1-93 Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь. Общие требования к органу по аккредитации поверочных и испытательных лабораторий.
* СТБ 941.2-93 Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь. Общие требования к поверочным и испытательным лабораториям с целью их аккредитации.
* СТБ 941.3-93 «Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь. Общие требования к оценке технической компетентности поверочных и испытательных лабораторий».
* СТБ 941.4-94 Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь. Реестр. Основные положения
* СТБ 941.5-96 Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь. Эксперты по аттестации поверочных и испытательных лабораторий. Общие требования.

Ниже приведены термины и определения, которые установлены в **СТБ 50.01-2000** «Основные положения» и используются в этом подразделе.

**Аккредитация** – процедура, посредством которой авторитетный орган официально признает, что указанная организация является компетентной выполнять конкретные работы в области своей деятельности.

**Аккредитация лаборатории** – процедура, посредством которой Национальный орган по аккредитации дает официальное признание того, что поверочная, калибровочная или испытательная лаборатория (далее - лаборатория) компетентна выполнять поверку, калибровку средств измерений, проводить конкретные испытания и/или конкретные типы испытаний и измерений.

**Аккредитация органа по сертификации** – процедура, посредством которой Национальный орган по аккредитации официально признает правомочность органа по сертификации продукции, работ, услуг, систем качества или персонала, включая экологическую сертификацию, сертификацию систем лесоуправления и лесопользования и другие, выполнять работы по сертификации в области деятельности.

Требования к **органу по аккредитации** определены и установлены в **СТБ 941.1-93** и в настоящем электронном учебнике не рассматриваются.

**Испытательная лаборатория** – лаборатория, которая проводит испытания.

**Примечание** – В случае, когда испытательная лаборатория является подразделением организации, которая занимается также другой деятельностью, кроме испытаний, термин «**испытательная лаборатория**» относится только к подразделению этой организации, которое занято процессом испытаний.

**Инспекционный контроль** – по СТБ ЕН 45004.

**Инспекционный орган** – по СТБ ЕН 45004.

**Калибровочная лаборатория** – лаборатория, которая осуществляет калибровку средств измерений.

**Примечание** – В случае, когда лаборатория является подразделением организации, которая занимается также другой деятельностью, кроме калибровки, термин «**калибровочная лаборатория**» относится только к подразделению этой организации, которое занято процессами калибровки.

**Критерии аккредитации** – совокупность требований, объявляемых и используемых органом по аккредитации, которым должен удовлетворять объект аккредитации.

**Национальный орган по аккредитации** – орган, который утверждает правила и процедуры Системы аккредитации, управляет Системой аккредитации и проводит аккредитацию.

**Орган по сертификации** – по СТБ 5.1.05.

**Орган по сертификации систем качества** – по СТБ 50.12.

**Орган по сертификации однородной продукции** – по СТБ 50.11.

**Поверочная лаборатория** – лаборатория, которая осуществляет поверку средств измерений.

**Примечание** - В случае, когда лаборатория является подразделением организации, которая занимается также другой деятельностью, кроме поверки, термин «**поверочная лаборатория**» относится только к подразделению этой организации, которое занято процессами поверки.

**Система аккредитации** – система, располагающая собственными правилами процедуры и управления для осуществления аккредитации.

**Эксперт по аккредитации** – лицо, которое осуществляет все или некоторые функции, относящиеся к аккредитации органов по сертификации и лабораторий при их аккредитации.

**Примечания**

**1 Эксперт-аудитор по аккредитации** – специалист, имеющий квалификацию для проведения проверки качества.

**2 Эксперт по аттестации** – лицо, независимое от объекта аккредитации, аттестованное Госстандартом на проведение работ по аккредитации.

Требования к **экспертам по аттестации** поверочных и испытательных лабораторий определены и установлены в **СТБ 941.5-96** и в настоящем электронном учебнике не рассматриваются.

**3.11.1 Общие положения**

Основные положения организации и проведения работ по аккредитации органов по сертификации, испытательных, поверочных и калибровочных лабораторий установлены в **СТБ 50.01–2000** «Система аккредитации Республики Беларусь», который является основополагающим стандартом Системы аккредитации Республики Беларусь (далее – Система аккредитации).

Стандарт обязателен для всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, участвующих в деятельности Система аккредитации Республики Беларусь.

Основными целями Системы аккредитации являются:

* установление единой политики, принципов и правил аккредитации лабораторий, органов по сертификации систем качества, персонала, продукции и услуг, инспекционных органов;
* обеспечение единства измерений (см. п. 3.1);
* гармонизация правил и процедур Системы аккредитации с рекомендациями международных организаций и национальными системами других государств;
* создание условий для взаимного признания результатов сертификации, поверки, калибровки, испытаний, аккредитации.

В Системе аккредитации решаются задачи:

* разработки правил и процедур Системы аккредитации;
* приемки уполномоченных органов по аккредитации;
* аккредитации органов по сертификации, лабораторий;
* установления общих требований и критериев к оценке технической компетентности органов по сертификации, лабораторий;
* проведения инспекционного надзора и контроля за деятельностью аккредитованных органов по сертификации, лабораторий;
* создания информационной базы данных об аккредитованных органах по сертификации и лабораториях, их сферах деятельности и технических возможностях;
* создания и ведения Реестра аккредитованных органов по сертификации и лабораторий;
* аттестации экспертов по аккредитации и ведения Реестра;
* признания аккредитации органов по сертификации и лабораторий, выполненных органами по аккредитации других государств.

Деятельность по аккредитации в Республике Беларусь осуществляется в соответствии с действующим законодательством (см. п. 3.1).

Общее руководство Системой аккредитации, организацию и координацию работ по реализации целей и задач Системы аккредитации осуществляет Госстандарт.

Система аккредитации предусматривает обеспечение конфиденциальности на всех стадиях процесса аккредитации, кроме случаев, когда несоответствующая требованиям Системы аккредитации деятельность может представлять опасность для жизни и здоровья людей, их имущества и окружающей среды.

В Системе аккредитации могут быть аккредитованы лаборатории, являющиеся юридическими лицами любой формы собственности или входящие в состав организаций, предприятий, объединений и т. д.

Органами по сертификации в Системе аккредитации могут быть организации:

* имеющие статус юридического лица;
* независимые от заявителя, потребителя и других сторон, заинтересованных в объекте сертификации;
* имеющие в своем составе экспертов-аудиторов по качеству (не менее трех) и персонал, обладающий опытом работы в заявленной области аккредитации;
* располагающие техническими средствами и материалами для обеспечения проведения работ по сертификации.

Обязательными условиями обеспечения независимости является отсутствие у органа по сертификации общей хозяйственной деятельности и коммерческих интересов с заявителем, соответствующих области аккредитации.

По результатам аккредитации лабораториям и органам по сертификации выдается аттестат аккредитации с указанием области аккредитации в соответствии с **СТБ 50.11**, **СТБ 941.2**.

Официальными языками Системы аккредитации является русский и белорусский.

Работы по аккредитации проводятся на договорной основе.

Система аккредитации является открытой и доступной (в качестве объекта аккредитации) для любой организации, признающей ее правила и процедуры и ставящей своей целью получить официальное признание в области аккредитации и соответствующей требованиям настоящего стандарта.

Система аккредитации имеет знак (логотип), наносимый на документах системы.

**3.11.2 Организационная структура Системы аккредитации и функции ее органов**

Организационную структуру Системы аккредитации образуют:

1. Национальный орган по аккредитации;
2. аккредитованные органы по сертификации;
3. аккредитованные лаборатории;

Организационная структура Системы аккредитации приведена в рис. 3.2. .



Рис. 3.2 **Организационная структура Системы аккредитации**

Национальным органом по аккредитации является Госстандарт.

Руководителем Национального органа по аккредитации является Председатель Госстандарта.

В состав Национального органа по аккредитации, который организует и возглавляет Госстандарт, входят:

1. Совет по аккредитации;
2. научно-техническая комиссия по аккредитации;
3. комиссия по апелляциям;
4. комиссия по аттестации экспертов по аккредитации;
5. инспекционный орган;
6. научно-технический центр Национального органа по аккредитации;
7. уполномоченные органы по аккредитации;
8. эксперты по аккредитации.

Национальный орган по аккредитации образует Совет по аккредитации, в состав которого входят полномочные представители органов государственного управления, руководители аккредитованных лабораторий, органов по сертификации, инспекционных органов и общественных организаций.

Совет по аккредитации вырабатывает рекомендации по вопросам деятельности Системы аккредитации [26].

**3.11.3 Организация и проведение работ по аккредитации**

**испытательных, поверочных и калибровочных лабораторий**

Общие требования к аккредитованным лабораториям, порядок и процедуры проведения аккредитации лабораторий органами по аккредитации устанавливаетстандарт **СТБ 941.2-93** [27].

Аккредитацией лаборатории является официальное признание органом по аккредитации технической компетентности лаборатории и с одновременным предоставлением права осуществлять поверку средств измерений и (или) испытания продукции и других объектов.

Аккредитацию лаборатории осуществляет орган по аккредитации поверочных и испытательных лабораторий, признанный Госстандартом в соответствии с **СТБ 941.1**.

Аккредитация лаборатории является добровольной и ее получение возможно для любых лабораторий, центров, предприятий и организаций.

Аккредитации в Системе аккредитации подлежат лаборатории:

а) осуществляющие поверку или испытания для других предприятий и организаций, а также выдачу официальных протоколов и свидетельств, в том числе используемых в целях государственного контроля и(или) надзора;

б) которым передается право проведении испытаний, метрологической аттестации и поверки, являющихся функцией государственной метрологической службы;

в) претендующие на право проведения испытаний для целей сертификации в соответствии с **СТБ 5.1.04**;

г) осуществляющие испытания и измерения, результаты которых используются для оценки:

1. безопасности продукции, работ и услуг;
2. концентрации вредных и опасных веществ в продукции или объектах окружающей среды;
3. условий безопасности труда и состояния производственной санитарии;
4. количественных и качественных показателей природных ресурсов;
5. технического состояния особо опасных объектов и транспортных средств;
6. состояния здоровья человека;
7. ценообразующих параметров (таких, как, например, содержание в веществе основных компонентов, по которым определяется сортность, марка и т. п.).

Аккредитация лаборатории проводится при наличии опыта работ в данной области деятельности на основании документа, подтверждающего ее техническую компетентность (аттестат, регистрационное удостоверение и т.п.) либо на основе проверки на качество проведения испытаний, поверки, организуемой органом по аккредитации, подтверждающей необходимую компетентность лаборатории в заявляемой области деятельности.

Аккредитуемая лаборатория должна соответствовать требованиям **СТБ 941.3**.

Аккредитация не дает лаборатории права давать заключение о годности конкретного вида продукции: Аккредитация может служить вспомогательным фактором, позволяющим органам по сертификации и другим санкционирующим органам принимать решение о правомерности использования данных, полученных от лаборатории.

**3.11.3.1 Область деятельности аккредитации**

Область деятельности, на которую предоставляется аккредитация, определяется:

1. **для поверочной лаборатории** – видом измерений, номенклатурой поверяемых средств измерений, при необходимости, диапазоном и погрешностью измерений;
2. **для испытательной лаборатории** – видом испытаний или продукцией.

Методы, используемые для проведения поверки и испытаний, на которые предоставляется аккредитация, определяются требованиями стандартов, методик или другими нормативными документами, действующими на территории Республики Беларусь. В остальных случаях, по желанию аккредитуемой лаборатории, могут быть использованы методы, установленные в международных, межгосударственных и других нормативных документах,

Аккредитация предоставляется только определенной лаборатории для реально существующих средств измерений и объектов испытаний.

**3.11.3.2 Заявка на аккредитацию**

Руководитель аккредитуемой лаборатории направляет в орган по аккредитации официальную заявку, в которой:

* указывает область аккредитации;
* заявляет о своей осведомленности в вопросах функционирования Системы аккредитации;
* дает свое согласие на выполнение процедуры аккредитации, прием аттестующей группы специалистов, оплату расходов, связанных с аккредитацией независимо от результатов аттестации, а также принятия на себя расходов, связанных с последующим контролем над аккредитованной лабораторией;
* сообщает о согласии выполнять требования, касающиеся аккредитации.

К заявке прилагаются следующие документы:

* копия устава (или положения) лаборатории;
* паспорт лаборатории;
* руководство по качеству поверочной или испытательной лаборатории.

**3.11.3.3 Порядок проведения аккредитации**

Проведение аккредитации включает:

1. подготовку к аккредитации;
2. назначение экспертной комиссии (далее - комиссия) и подготовка рабочих документов органа по аккредитации;
3. аттестацию (оценку) аккредитуемой лаборатории;
4. анализ документов, относящихся к аттестации;
5. принятие решения о предоставлении аккредитации, определение области деятельности аккредитации или отказе в аккредитации.

**3.11.3.4 Подготовка к аккредитации**

Подготовка к аккредитации включает:

а) сбор информации, необходимой для оценки аккредитуемой лаборатории: рассмотрение деятельности лаборатории в предшествующий период до подачи ею заявки на аккредитацию; анализ качества проводимых ею работ по результатам государственного надзора или иных проверок;

б) экспертизу материалов, представленных аккредитуемой лабораторией, при которой определяется правильность и полнота оформления документов на соответствие действующим требованиям (при необходимости орган по аккредитации может запрашивать дополнительные сведения о лаборатории);

в) составление по результатам экспертизы экспертного заключения о степени соответствия представленных документов требованиям настоящего стандарта, в котором указываются вопросы, которые необходимо доработать (отразить дополнительно) в случае их несоответствия (недостаточно полного отражения), либо обоснованные причины отказа в дальнейшем рассмотрении заявки на аккредитацию;

г) оплату лабораторией затрат органа по аккредитации на работы по подготовке к аккредитации.

Работы по подготовке к аккредитации проводятся в срок не более 30 календарных дней со дня регистрации заявки на аккредитацию [27].

**3.11.3.5 Назначение комиссии и подготовка рабочих документов органа по аккредитации**

Назначение комиссии и подготовка рабочих документов органа по аккредитации включает следующие этапы:

1. разработку программы аттестации лаборатории, в которой определяется метод аттестации (оценки) и перечень контрольных вопроса. В программу, при необходимости, могут быть включены проверки на качество проведения испытаний, поверки;
2. согласование программы с лабораторией и утверждение ее руководителем органа по аккредитации;
3. назначение комиссии для проведения аттестации аккредитуемой лаборатории, согласование с лабораторией-заявителем состава комиссии и утверждение ее руководителем органа по аккредитации;

В состав комиссии для проведения аттестации лаборатории включают экспертов, аттестованных в соответствии с **СТБ 941.5**, с привлечением, при необходимости, квалифицированных экспертов по оценке конкретных видов поверки и испытаний из отраслей, в ведении которых находятся заявленные на аккредитацию методы испытаний.

Допускается привлекать к работе комиссии для оценки качества выполнения конкретных видов испытаний, поверки консультантов из числа квалифицированных специалистов отраслей науки и промышленности.

1. подготовку и заключение договора между органом по аккредитации и лабораторией-заявителем, в котором оговариваются сроки и объемы проводимых работ и условия их финансирования.

**3.11.3.6** **Аттестация (оценка) аккредитуемой лаборатории**

Аттестация лаборатории проводится комиссией непосредственно в лаборатории в соответствии с ре заявкой.

Каждый эксперт по аттестации должен иметь перечень контрольных вопросов для подготовки отчета об аттестации и другие документы, необходимые для всесторонней и правильной оценки деятельности лаборатории.

Проверки на качество проведения испытаний, поверки при аттестации лаборатории должны осуществляться самим органом по аккредитации или каким-либо другим органом, компетентным, по его мнению, в этом вопросе. Если результаты проверок оказываются неудовлетворительными, следует пересмотреть вопрос о предоставлении аккредитации.

**3.11.3.7** **Анализ документов, относящихся к аттестации лаборатории**

Экспертная комиссия представляет органу по аккредитации отчет об аттестации, включающий всю необходимую информацию, подтверждающую способность аккредитуемой лаборатории выполнять требования аккредитации, а также информацию о проведенных проверках на качество проведения испытаний или поверки и предложения об аккредитации лаборатории или отказе в аккредитации.

Отчет об аттестации доводится до сведения руководства аккредитуемой лаборатории. Аккредитуемая лаборатория, если необходимо, разрабатывает мероприятия по устранению несоответствия требованиям аккредитации. Сроки выполнения мероприятий согласовываются с органом по аккредитации.

**3.11.3.8 Принятие решения о предоставлении аккредитации, определение области деятельности аккредитации или отказе в аккредитации**

Решение об аккредитации лаборатории принимается в установленном органом по аккредитации порядке на основании результатов аттестации.

Примечания:

1 Аккредитация предоставляется лаборатории на срок, определяемый органом по аккредитации, и может быть связана с определенными условиями. Максимальный срок предоставления аккредитации - 5 лет

2 Решение, связанное с отказом в аккредитации или с ограничением области ее действия орган по аккредитации принимает, как правило, на основе анализа отчета об аттестации, материалов проверок на качество выполнения испытаний, поверок и информации представителей соответствующей лаборатории на одном из заседаний органа по аккредитации.

Лаборатории-заявителю орган по аккредитации выдает аттестат аккредитации с областью аккредитации или письменное уведомление об отказе с указанием причин.

Аттестат аккредитации регистрируется в Реестре Системы аккредитации в соответствии с **СТБ 941.4**, который устанавливает основные требования к структуре, содержанию и порядку ведения Реестра Системы аккредитации Республики Беларусь.

**3.11.3.9 Обязанности аккредитованных лабораторий**

Аккредитованная лаборатория берет на себя следующие обязательства:

* отвечать требованиям настоящего документа и критериям, установленным органом по аккредитации;
* проводить работы и заявлять о своей деятельности только в отношении работ, на которые распространяется область аккредитации;
* нести финансовые расходы, связанные с подачей заявки, проведением аттестации, надзором;
* не использовать свою аккредитацию для подрыва авторитета органа по аккредитации;
* в случае приостановления или отмены аккредитации прекратить немедленно свою деятельность по поверке или испытаниям в области аккредитации и вернуть аттестат аккредитации органу по аккредитации;
* обеспечивать оперативное рассмотрение претензий и жалоб со стороны заказчиков;
* уведомлять о любых прошедших и предполагаемых изменениях, связанных с аккредитацией, в порядке, установленном органом по аккредитации.

**3.11.3.10 Апелляции**

Заинтересованная лаборатория может в течение 15 дней, опротестовать решение по результатам аккредитации. Апелляция направляется в Госстандарт [27].

СТБ 941.3-93 «Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь. Общие требования к оценке технической компетентности поверочных и испытательных лабораторий» [28]

Литература

* 1. [21] СТБ 8021-2003 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Метрология. Основные термины и определения». Утвержден и введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 12 июня 2003 г. № 30.
	2. [22] ТК РБ 4.2-Р-02-2001 **«**Рекомендации по организации и порядку проведения работ по выбору контрольного, измерительного и испытательного оборудования».
	3. [23] СТБ 941.3-93 «Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь. Общие требования к оценке технической компетентности поверочных и испытательных лабораторий».
	4. [24 а] СТБ 8014-2000 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Калибровка средств измерений. Организация и порядок проведения».
	5. [24] СТБ 8003-93 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения.
	6. [25]
	7. [26] СТБ 50.01-2000 Система аккредитации Республики Беларусь. Основные положения Утвержден и введен в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 27 декабря 2000 г. № 32.
	8. [27] СТБ 941.2-93 Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь Общие требования к аккредитации поверочных и испытательных лабораторий. Утвержден и введен в действие постановлением Белстандарта от 30 декабря 1993г. № 9.
	9. [28] СТБ 941.3-93 «Система аккредитации поверочных и испытательных лабораторий Республики Беларусь. Общие требования к оценке технической компетентности поверочных и испытательных лабораторий»
	10. [29] СТБ 941.4-94 Система аккредитации Республики Беларусь. Реестр.

ГОСТ 8.401-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Классы точности средств измерений. Общие требования».

Общие требования к аккредитации поверочных и испытательных лабораторий