

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Амурский государственный университет»

Кафедра Информационных и управляющих систем

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Метрология, стандартизация и сертификация

Основной образовательной программы по специальности

230201 – Информационные системы и технологии

Благовещенск, 2012 г.

УМКД разработан кандидатом физико-математических наук, доцентом Ереминым Ильей Евгеньевичем

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры

Протокол заседания кафедры от «12» января 2012 г. № 6

Зав. кафедрой _____ / _____ /

УТВЕРЖДЕН

Протокол заседания УМСС 230201.65 – Информационные системы и технологии

от «09» января 2012 г. № 3

Председатель УМСС _____ / _____ /

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: формирование у студентов знаний, умений и навыков в областях деятельности стандартизация, метрология и сертификация.

Задачи дисциплины:

- сообщить теоретические основы метрологии, методы и алгоритмы обработки результатов измерений, принципы построения средств измерения и их метрологические характеристики;
- дать представление о методах измерений, испытаний и контроля качества продукции, методах и средствах формирования методического и технического обеспечения процессов измерений, испытаний и контроля с требуемым качеством, а также с учётом экономических, правовых и иных требований.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина относится к циклу ОПД (Ф.2) государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования специальности 230201.65 «Информационные системы и технологии» (квалификация (степень) «инженер»).

Для успешного освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения дисциплин естественнонаучного цикла - математический анализ и теория вероятностей, математическая статистика и случайные процессы.

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения данной дисциплины необходимы для успешного освоения базовых и вариативных дисциплин математического и естественнонаучного, а также обще-профессионального циклов государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования специальности 230201.65 «Информационные системы и технологии» (квалификация (степень) «инженер»). Знание основ данной дисциплины необходимо для дипломного проектирования и прохождения всех видов практик.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать: теоретические основы метрологии, методы и алгоритмы обработки результатов измерений и контроля качества продукции, принципы построения средств измерения и их метрологические характеристики, методы планирования измерений, нормативно-правовые основы метрологии; методы измерений, испытаний и контроля качества продукции, методы и средства формирования методического и технического обеспечения процессов измерений, испытаний и контроля с требуемым качеством, а также с учётом экономических, правовых и иных требований.

2) Уметь: выбирать структуры метрологического обеспечения производственных процессов; разрабатывать алгоритмы обработки результатов измерений и контроля качества продукции, оценки качества измерений; рассчитывать погрешности результатов измерений; учитывать нормативно-правовые требования в метрологической деятельности.

3) Владеть: системой знаний, дающей возможность результативно использовать ЭВМ для расчета прикладных задач.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 68 часов.

В рамках данной дисциплины рассматриваются следующие дидактические единицы: Теоретические основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира. Основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ). Закономерности формирования результата измерения, понятие погрешности, источники погрешностей. Понятие многократного измерения. Алгоритмы обработки многократных измерений. Понятие метрологического обеспечения. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения. Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений. Структура и функции метрологических служб предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами.

Точность деталей, узлов и механизмов; ряды значений геометрических параметров; виды сопряжений в технике; отклонения, допуски и посадки; расчет и выбор посадок; единая система нормирования и стандартизации показателей точности; размерные цепи и методы их расчета; расчет точности кинематических цепей; нормирование микронеровностей деталей; контроль геометрической и кинематической точности деталей, узлов и механизмов.

Исторические основы развития стандартизации и сертификации. Сертификация, ее роль в повышении качества продукции и развитие на международном, региональном и национальном уровнях. Правовые основы стандартизации. Международная организация по стандартизации (ИСО). Основные положения государственной системы стандартизации ГСС. Научная база стандартизации. Определение оптимального уровня унификации и стандартизации. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Основные цели и объекты сертификации. Термины и определения в области сертификации Качество продукции и защита потребителя. Схемы и системы сертификации. Условия осуществления сертификации. Обязательная и добровольная сертификация. Правила и порядок проведения сертификации. Органы по сертификации и испытательные лаборатории. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий. Сертификация услуг. Сертификация систем качества. Взаимозаменяемость.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах				Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
				Лек	Пр	Лаб	Сам	
1	Теоретические основы метрологии	5	1	2	2	0	2	Отчет по практической работе
2	Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений	5	2-3	2	2	0	2	Отчет по практической работе
3	Понятие многократного измерения и метрологического обеспечения	5	4-6	2	2	0	2	Отчет по практической работе
4	Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений	5	7-8	2	2	0	2	Отчет по лабораторной работе
5	Структура и функции метрологической службы организаций, являющихся юридическими лицами	5	9-10	2	2	0	2	Отчет по практической работе

6	Правовые основы и научная база стандартизации	5	11-12	2	2	0	2	Отчет по практической работе
7	Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов	5	13	1	2	0	2	Отчет по практической работе
8	Основные цели, объекты, схемы и системы сертификации	5	14	1	0	0	2	Отчет
9	Обязательная и добровольная сертификация	5	15-16	2	2	0	2	Отчет по практической работе
10	Правила и порядок проведения сертификации	5	17-18	2	2	0	2	Отчет по практической работе
	Промежуточная аттестация	5	17-18	0	0	0	12	Зачет
	Всего по разделам			18	18	0	32	

5 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Лекции

5.1.1 Раздел 1. Теоретические основы метрологии

Теоретические основы метрологии. Основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира..

5.1.2 Раздел 2. Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений

Основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ). Закономерности формирования результата измерения, понятие погрешности, источники погрешностей...

5.1.3 Раздел 3. Понятие многократного измерения и метрологического обеспечения

Понятие многократного измерения. Алгоритмы обработки многократных измерений.

Точность деталей, узлов и механизмов; ряды значений геометрических параметров; виды сопряжений в технике; отклонения, допуски и посадки; расчет и выбор посадок; единая система нормирования и стандартизации показателей точности; размерные цепи и методы их расчета; расчет точности кинематических цепей; нормирование микронеровностей деталей; контроль геометрической и кинематической точности деталей, узлов и механизмов

5.1.4 Раздел 4. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений

Правовые основы обеспечения единства измерений. Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений. Структура и функции метрологических служб предприятия, организации, учреждения, являющихся юридическими лицами.

5.1.5 Раздел 5. Структура и функции метрологической службы организаций, являющихся юридическими лицами

Понятие метрологического обеспечения. Организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения.

5.1.6 Раздел 6. Правовые основы и научная база стандартизации

Исторические основы развития стандартизации и сертификации. Сертификация, ее роль в повышении качества продукции и развитие на международном, региональном и национальном уровнях. Правовые основы стандартизации. Международная организация по стандартизации (ИСО). Основные положения государственной системы стандарти-

зации ГСС. Научная база стандартизации. Определение оптимального уровня унификации и стандартизации.

5.1.7 Раздел 7. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов

Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов. Основные цели и объекты сертификации.

5.1.8 Раздел 8. Основные цели, объекты, схемы и системы сертификации

Термины и определения в области сертификации Качество продукции и защита потребителя. Схемы и системы сертификации. Условия осуществления сертификации.

5.1.9 Раздел 9. Обязательная и добровольная сертификация

5.1.10 Раздел 10. Правила и порядок проведения сертификации

Органы по сертификации и испытательные лаборатории. Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий. Сертификация услуг. Сертификация систем качества. Взаимозаменяемость.

5.2 Практические занятия

5.2.1 Практическая работа 1. Ознакомление с измерительными приборами и методами измерения – 4 ч

5.2.2 Практическая работа 2. Исследование элемента электронной схемы – 6 ч

5.2.3 Практическая работа 3. Исследование и определение вероятностных параметров устройства, собранного по заданию преподавателя – 4 ч

5.2.4 Практическая работа 4. Исследование датчика неэлектрических величин – 4 ч

6 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Теоретические основы метрологии	Выполнение практической работы, оформление отчета	2
2	Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений	Выполнение практической работы, оформление отчета	2
3	Понятие многократного измерения и метрологического обеспечения	Выполнение практической работы, оформление отчета	2
4	Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений	Выполнение практической работы, оформление отчета	2
5	Структура и функции метрологической службы организаций, являющихся юридическими лицами	Выполнение практической работы, оформление отчета	2
6	Правовые основы и научная база стандартизации	Выполнение практической работы, оформление отчета	2
7	Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов	Выполнение практической работы, оформление отчета	2

8	Основные цели, объекты, схемы и системы сертификации	Выполнение практической работы, оформление отчета	2
9	Обязательная и добровольная сертификация	Выполнение практической работы, оформление отчета	2
10	Правила и порядок проведения сертификации	Выполнение практической работы, оформление отчета	2
	Промежуточная аттестация	Подготовка к зачету	12

7 МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ

Для дисциплин государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования специальности 230201.65 «Информационные системы и технологии» (квалификация (степень) «инженер») компетенции отсутствуют.

8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- лабораторные (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, решение задач);
- тренинговые (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка презентаций по темам домашних работ);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме согласно требованиям государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 230201.65 «Информационные системы и технологии» (квалификация «инженер») должен составлять не менее 15 часов аудиторных занятий:

№ п/п	Раздел дисциплины	Форма (вид) образовательных технологий	Количество часов
-------	-------------------	--	------------------

1	Теоретические основы метрологии	Мультимедиа лекции	2
2	Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений	Мультимедиа лекции	2
3	Понятие многократного измерения и метрологического обеспечения	Мультимедиа лекции	2
4	Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений	Мультимедиа лекции	2
5	Структура и функции метрологической службы организаций, являющихся юридическими лицами	Мультимедиа лекции	2
6	Правовые основы и научная база стандартизации	Мультимедиа лекции	2
7	Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов	Мультимедиа лекции	1
8	Основные цели, объекты, схемы и системы сертификации	Мультимедиа лекции	1
9	Обязательная и добровольная сертификация	Мультимедиа лекции	2
10	Правила и порядок проведения сертификации	Мультимедиа лекции	2
	Всего по разделам		18

9 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

9.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

9.1.1 Индивидуальные задания для выполнения лабораторных работ

9.1.2 Индивидуальные задания для выполнения отчетов

9.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации

9.2.1 Вопросы к зачету

- 1 Метрология как деятельность
2. Исходные положения и аксиомы метрологии.
3. Виды и методы измерений.
4. Средства измерений, классификация и метрологические характеристики.
5. Погрешности измерений и оценивание их характеристик.
6. Электрические измерения.
7. Электронно-лучевой осциллограф.
8. Измерительные приборы.

9. Измерение мощности.
 10. Государственная система обеспечения единства измерений.
 11. Государственный метрологический контроль за средствами измерений, методиками выполнения измерений испытательным оборудованием.
 12. Стандартизация. Нормативные документы по стандартизации и виды стандартов.
 13. Сертификация. Законодательная база сертификации. Правила по проведению сертификации
- 9.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
 9.3.1 Карточки с заданиями и методическими указаниями по выполнению лабораторных работ

10 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

- 10.1 Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. : рек. Мин. обр. РФ/ Ю. В. Димов. -3-е изд.. -СПб.: Питер, 2010. -464 с.
 10.2 Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. : рек. Мин. обр. РФ/ А. И. Аристов [и др.]. -4-е изд., стер.. -М.: Академия, 2008. -384 с.:а-рис.
 10.3 Пронкин Н.С. Основы метрологии: практикум по метрологии и измерениям : учеб. пособие : рек. УМО/ Н. С. Пронкин. -М.: Логос, 2007. -392 с

б) дополнительная литература:

- 10.4 Теория измерений : учеб. пособие : рек. Мин. обр. РФ/ Т. И. Мурашкина [и др.]. - М.: Высш. шк., 2007. -152 с.:а-рис
 10.5 Российская метрологическая энциклопедия : энциклопедия/ Гл. ред. Ю.В. Тарбеев. -СПб.: Лики России, 2001. -840 с.:z-табл.
 10.6 Никифоров А.Д. Метрология, стандартизация и сертификация : Учеб. пособие: Рек. Мин. обр. РФ/ А.Д. Никифоров, Т.А. Бакиев. -2-е изд., испр. . -М.: Высш. шк., 2003. -423 с.
 10.7 Метрология, стандартизация и сертификация : учеб.: рек. Мин. обр. РФ/ А. И. Аристов [и др.]. -М.: Академия, 2006. -380 с.:а-рис
 10.8 Зайдель А.Н. Ошибки измерений физических величин : учеб. пособие/ А. Н. Зайдель. -2-е изд., стер.. -СПб.: Лань, 2005. -109 с.:а-табл

в) периодические издания:

- 10.9 Стандарты и качество

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Свободно распространяемое программное обеспечение

№ п/п	Наименование ресурса	Характеристика
1	pee http://www.iqlib.ru	Интернет библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний.
2	http://www.intuit.ru	Интернет-университет информационных технологий, в котором вобраны электрон-

		ные и видео-курсы по отраслям знаний
3	http://amursu.ru	Сайт АмГУ, Библиотека – электронная библиотека АмГУ
4	http://www.biblioclub.ru	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека – online»: специализируется на учебных материалах для ВУЗов по научно-гуманитарной тематике, а так же содержит материалы по точным и естественным наукам

11 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Лекционная аудитория (331, 321 А), оборудованная мультимедийными средствами

12 РЕЙТИНГОВАЯ ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Семестровый модуль дисциплины						
№ п/п	Раздел дисциплины	Виды контроля	Сроки выполнения (недели)	Максимальное кол-во баллов	Максимальное кол-во баллов за посещение, активность на занятиях	Максимальное кол-во баллов за участие в олимпиадах, конкурсах, конференциях, семинарах, выставках, творческих конкурсах
1	Теоретические основы метрологии	ПР № 1	1 - 3	8	2	10
2	Основные понятия, связанные с объектами и средствами измерений					
3	Понятие многократного измерения и метрологического обеспечения	ПР № 2	4 - 6	8	2	10
4	Основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений	ПР № 3	7 - 9	8	2	10
5	Структура и функции метрологической службы организаций, являющихся юридическими лицами	ПР № 4	10 - 11	8	2	10
6	Правовые основы и научная база стандартизации					
7	Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов		12 - 13	4	1	5
8	Основные цели, объекты, схемы и системы сертификации		14 - 15	8	2	10
9	Обязательная и добровольная сертификация					
10	Правила и порядок проведения сертификации		16 - 18	4	1	5
	Промежуточная аттестация	зачет	18	5	0	40
Итого						100

Лекционные занятия

Введение

Весь накопленный опыт в области обеспечения качества был суммирован в международных стандартах ИСО серии 9000 на системы управления качеством, которые стали широко внедряться по всему миру с конца 1980-х годов. Главной целевой установкой стандартов является построение систем качества, обеспечивающих изготовление продукции, соответствующей требованиям заказчиков и соответственно ориентированной на предоставление доказательств способности предприятия стабильно выпускать продукцию определенного уровня качества.

Управление качеством во многом основывается на контроле и учете многочисленных результатов измерений параметров технологических процессов при производстве изделия. Все отрасли техники не могли бы существовать без развернутой системы измерений, определяющих как все технологические процессы, контроль и управление ими, так и свойства и качество выпускаемой продукции. Измерения, методы и средства обеспечения их единства, а также способы достижения необходимой точности измерений изучает метрология.

Проблема сертификации услуг в России приобрела особую актуальность в связи с введением в действие Закона Российской Федерации «О защите прав потребителей», который предусматривает обязательную сертификацию товаров и услуг на соответствие требованиям безопасности для жизни и здоровья людей, имущества, охраны окружающей среды.

Тема № 1. Теоретические основы метрологии

На практике человечество постоянно сталкивается с измерениями. Измеряют такие величины, как время, вес, длину, объем и т.д. Особенно возросла роль измерений в век широкого внедрения новой техники, развития электроники, автоматизации, атомной энергетики, космических полетов. Высокая точность управления полетами космических аппаратов достигнута благодаря современным совершенным средствам измерений, устанавливаемым как на самих космических аппаратах, так и в измерительно-управляющих центрах.

Большое разнообразие явлений, с которыми приходится сталкиваться, определяет широкий круг величин, подлежащих измерению. Во всех случаях проведения измерений независимо от измеряемой величины, метода и средства измерений есть общее, что составляет основу измерений – это сравнение опытным путем данной величины с другой подобной ей, принятой за единицу. При всяком измерении мы с помощью эксперимента оцениваем физическую величину в виде некоторого числа принятых для нее единиц, т. е. находим ее значение.

Измерение – это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств

Метрология – отрасль науки, изучающая измерения.

Слово «метрология» образовано двумя греческими словами: *метрон* мера и *логос* – учение. Метрология в ее современном понимании – наука об измерениях, методах, средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Единство измерений – это такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений известны с заданной вероятностью. Единство измерений необходимо для того, чтобы можно было сопоставлять результаты измерений, выполненных в разных местах, в разное время, с использованием разных методов и средств измерений.

Измерение тем точнее, чем ближе его результат к истинному значению измеряемой величины.

Выделяют следующие задачи метрологии:

- усовершенствование эталонов;
- разработка новых методов точных измерений;
- обеспечение единства и необходимой точности измерений.

Физические величины

Физическая величина – одно из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

В «Международном словаре основных и общих терминов метрологии» (VIM–93) применено понятие *величина (измеримая)*, раскрываемое как «характерный признак (атрибут) явления, тела или вещества, которое может выделяться качественно и определяться количественно».

Измеряемая физическая величина – физическая величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи.

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

Значение физической величины – выражение размера физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц.

Числовое значение физической величины – отвлеченное число, входящее в значение величины.

Истинное значение физической величины – значение физической величины, которое идеальным образом характеризует в качественном и количественном отношении соответствующую физическую величину.

Истинное значение физической величины может быть соотнесено с понятием абсолютной истины. Оно может быть получено только в результате бесконечного процесса измерений с бесконечным совершенствованием методов и средств измерений.

Действительное значение физической величины – значение физической величины, полученное экспериментальным путем и настолько близкое к истинному значению, что в поставленной измерительной задаче может быть использовано вместо него.

Физический параметр – физическая величина, рассматриваемая при измерении данной физической величины как вспомогательная. При оценивании качества продукции нередко применяют выражение *измеряемые параметры*. Здесь под параметрами, как правило, подразумевают физические величины, обычно наилучшим образом отражающие качество изделий или процессов.

Влияющая физическая величина – физическая величина, оказывающая влияние на размер измеряемой величины и (или) результат измерений.

Система физических величин – совокупность физических величин, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины принимают за независимые, а другие определяют как функции независимых величин. В названии системы величин применяют символы величин, принятых за основные. Так система величин механики, в которой в качестве основных приняты длина L , масса M и время T , должна называться системой LMT. Система основных величин, соответствующая Международной системе единиц (СИ), должна обозначаться символами LMTI Θ NJ, обозначающими соответственно символы основных величин – длины L , массы M , времени T , силы электрического тока I , температуры Θ , количества вещества N и силы света J .

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

Производная физическая величина – физическая величина, входящая в систему и определяемая через основные величины этой системы. Примеры производных величин механики системы LMT: скорость v поступательного движения; сила F , приложенная к материальной точке.

Размерность физической величины – выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных физических величин в различных степенях и отражающее связь данной физической величины с физическими величинами, принятыми в данной системе величин за основные с коэффициентом пропорциональности, равным 1. Степени символов основных величин, входящих в одночлен, в зависимости от связи рассматриваемой физической величины с основными, могут быть целыми, дробными, положительными и отрицательными. Понятие размерность распространяется и на основные величины. Размерность основной величины в отношении самой себя равна единице, то есть формула размерности основной величины совпадает с ее символом.

В соответствии с международным стандартом ИСО 31/0, размерность величин следует обозначать знаком dim . Чтобы найти размерность производной физической величины в некоторой системе величин, надо в правую часть определяющего уравнения этой величины вместо обозначений величин подставить их размерности. Так, например, поставив в определяющее уравнение скорости равномерного движения

$$v = ds/dt$$

вместо ds размерность длины L и вместо dt размерность времени T , получим

$$dim v = L/T = LT^{-1}.$$

Подставив в определяющее уравнение ускорения

$$a = dv/dt$$

вместо dt размерность времени T и вместо dv найденную выше размерность скорости LT^{-1} , получим

$$dim a = LT^{-2}.$$

Зная размерность ускорения по определяющему уравнению силы

$$F = ma, \text{ получим:}$$

$$dim F = M \cdot LT^{-2} = LMT^{-2}.$$

Зная размерность силы, можно найти размерность работы, затем размерность мощности и т.д.

Следовательно, размерность любой производной механической величины в системе величин LMT может быть выражена степенным рядом:

$$dim x = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma}.$$

Показатель размерности физической величины – показатель степени, в которую возведена размерность основной физической величины, входящая в размерность производной физической величины.

Показатели степени l , m , t называют показателями размерности производной физической величины X . Показатель размерности основной физической величины в отношении самой себя равен единице.

Размерная физическая величина – физическая величина, в размерности которой хотя бы одна из основных физических величин возведена в степень, не равную нулю. Сила F в системе LMT является размерной величиной.

Безразмерная физическая величина – физическая величина, в размерность которой основные физические величины входят в степени, равной нулю. Безразмерная величина в одной системе величин может быть размерной в другой системе.

Уравнение связи между величинами – уравнение, отражающее связь между величинами, обусловленную законами природы, в котором под буквенными символами понимают физические величины. Уравнение связи между величинами в конкретной измерительной задаче часто называют *уравнением измерений*.

Род физической величины – качественная определенность физической величины. Длина и диаметр детали – однородные величины. Длина и масса детали – неоднородные величины.

Аддитивная физическая величина – физическая величина, разные значения которой могут быть суммированы, умножены на числовой коэффициент, разделены друг на друга. К аддитивным величинам относятся длина, масса, сила, давление, время, скорость и др.

Неаддитивная физическая величина – физическая величина, для которой суммирование, умножение на числовой коэффициент или деление друг на друга ее значений не имеет физического смысла. Термодинамическая температура.

Единицы физических величин

Единица измерения физической величины – 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».

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

Основная единица физической величины – единица основной физической величины в данной системе единиц.

Основные единицы Международной системы единиц (СИ): метр (м), килограмм (кг), секунда (с), ампер (А), кельвин (К), моль (моль) и кандела (кд).

Дополнительная единица системы физических величин. Термин «дополнительная единица» был введен в 1960 г. Дополнительными единицами являлись «радиан» и «стерадиан». В 1995 г. XIX Генеральной конвенцией по мерам и весам (ГКМВ) класс дополнительных единиц исключен.

Производная единица системы единиц физических величин – единица производной физической величины системы единиц, образованная в соответствии с уравнением, связывающим ее с основными единицами или с основными и уже определенными производными. 1 м/с – единица скорости, образованная из основных единиц СИ – метра и секунды. 1 Н – единица силы, образованная из основных единиц СИ – килограмма, метра и секунды.

Системная единица физической величины – единица физической величины, входящая в принятую систему единиц. Основные, производные, кратные и дольные единицы СИ являются системными. Например: 1 м; 1 м/с; 1 км; 1 нм.

Внесистемная единица физической величины – единица физической величины, не входящая в принятую систему единиц.

Внесистемные единицы (по отношению к единицам СИ) разделяются на четыре группы:

- 1 – допускаемые наравне с единицами СИ;
- 2 – допускаемые к применению в специальных областях;
- 3 – временно допускаемые;
- 4 – устаревшие (недопускаемые).

В настоящее время широко применяются две системы единиц: СИ и СГС (симметричная, или гауссова). Система СГС существует более 100 лет и до сих пор используется в точных науках – физике, астрономии. Однако ее все более теснит СИ – единственная система единиц физических величин, которая принята и используется в большинстве стран мира. Это обусловлено ее достоинствами и преимуществами перед другими системами единиц, к которым относятся:

- универсальность, то есть охват всех областей науки и техники;
- унификация всех областей и видов измерений;
- когерентность величин;
- возможность воспроизведения единиц с высокой точностью в соответствии с их определением;

- упрощение записи формул в физике, химии, а также в технических науках в связи с отсутствием переводных коэффициентов;
- уменьшение числа допускаемых единиц;
- единая система образования кратных и дольных единиц, имеющих собственные наименования;
- облегчение педагогического процесса в средней и высшей школах, так как отпадает необходимость в изучении множества систем единиц и внесистемных единиц;
- лучшее взаимопонимание при развитии научно-технических и экономических связей между различными странами.

Когерентная производная единица физической величины – производная единица физической величины, связанная с другими единицами системы единиц уравнением, в котором числовой коэффициент принят равным 1.

Когерентная система единиц физических величин – система единиц физических величин, состоящая из основных единиц и когерентных производных единиц. Кратные и дольные единицы от системных единиц не входят в когерентную систему.

Кратная единица физической величины – единица физической величины, в целое число раз большая системной или внесистемной единицы.

Единица длины 1 км = 10^3 м, то есть кратная метру; единица частоты 1 МГц (мегагерц) = 10^6 Гц, кратная герцу; единица активности радионуклидов 1 МБк (мегабеккерель) = 10^6 Бк, кратная беккерелю.

Дольная единица физической величины – единица физической величины, в целое число раз меньшая системной или внесистемной единицы.

Единица длины 1 нм (нанометр) = 10^{-9} м и единица времени 1 мкс = 10^{-6} с являются дольными соответственно от метра и секунды.

Шкала физической величины – упорядоченная совокупность значений физической величины, служащая исходной основой для измерений данной величины. Международная температурная шкала, состоящая из ряда реперных точек, значения которых приняты по соглашению между странами Метрической Конвенции и установлены на основании точных измерений, предназначена служить исходной основой для измерений температуры.

Условная шкала физической величины – шкала физической величины, исходные значения которой выражены в условных. Нередко условные шкалы называют неметрическими шкалами. Шкала твердости минералов Мооса, шкалы твердости металлов (Бринелля, Виккерса, Роквелла и др.).

На практике необходимо проводить измерения различных физических величин, характеризующих свойства веществ, тел, явлений и процессов. Некоторые свойства проявляются только количественно, другие – качественно. Количественные или качественные проявления любого свойства отражаются множествами, которые образуют шкалы измерения этих свойств. Шкала измерений количественного свойства является шкалой физической величины. Шкала физической величины – это упорядоченная последовательность значений физической величины, принятая на основании результатов точных измерений.

В соответствии с логической структурой проявления свойств шкалы измерений делятся на пять основных типов: наименований, порядка, интервалов, отношений и абсолютные шкалы.

Шкала наименований (шкала классификации) основана на приписывании объекту цифр (знаков), играющих роль простых имен: это приписывание служит для нумерации предметов только с целью их идентификации или для нумерации классов, причем, такой нумерации, что каждому из элементов соответствующего класса приписывается одна и та же цифра. Такое приписывание цифр выполняет на практике ту же функцию, что и наименование. Поэтому с цифрами, используемыми только как специфические имена, нельзя производить никаких арифметических действий. Поскольку данные шкалы характеризуются только отношениями эквивалентности, то в них отсутствует понятие нуля, «больше» или «меньше»

и единицы измерения. Примером шкал наименований являются атласы цветов, предназначенные для идентификации цвета.

Шкала порядка (шкала рангов) предполагает упорядочение объектов относительно какого-то определенного свойства, то есть расположение их в порядке убывания или возрастания данного свойства. Полученный при этом упорядоченный ряд называют ранжированным рядом, а саму процедуру ранжированием. По шкале порядка сравниваются между собой однородные объекты, у которых значения интересующих свойств неизвестны. Поэтому ранжированный ряд может дать ответ на вопросы типа – «что больше (меньше)» или, «что лучше (хуже)». Более подробную информацию – на сколько больше или меньше, во сколько раз лучше или хуже, шкала порядка дать не может. Очевидно, что назвать процедуру оценивания свойств объекта по шкале порядка измерением можно только с большой натяжкой. Результаты оценивания по шкале порядка также не могут подвергаться никаким арифметическим действиям.

Однако небольшое, казалось бы, усовершенствование шкалы порядка позволило применить ее для числового оценивания величин в тех случаях, когда отсутствует единица величины. Для этого, расположив объекты в порядке возрастания (убывания) того или иного свойства, некоторые точки ранжированного ряда фиксируют в качестве отправных (реперных). Совокупность реперных точек образует некую «лестницу» – шкалу возможных проявлений соответствующего свойства. Реперным точкам могут быть поставлены в соответствие цифры, называемые баллами и, таким образом, появляется возможность оценивания, «измерения» данного свойства в баллах, по *натуральной шкале*. Основным недостатком натуральных шкал является полное отсутствие уверенности в том, что интервалы между выбранными реперными точками являются равновеликими. Введенные числовые обозначения не могут быть использованы для выполнения математических операций. Определение значения величин при помощи шкал порядка относится к операции оценивания, а не измерения, ввиду отсутствия единицы измерения. Оценивание по шкалам порядка является неоднозначным и весьма условным.

Шкала интервалов (шкала разностей). Эти шкалы являются дальнейшим развитием шкал порядка. Для их построения вначале устанавливают единицу физической величины. На шкале интервалов откладывается разность значений физической величины, сами же значения остаются неизвестными. Данная шкала состоит из одинаковых интервалов и произвольно выбрано начало – нулевая точка. Примерами шкал интервалов являются шкалы температур: Цельсия, Фаренгейта, Реомюра. На температурной шкале Цельсия за начало отсчета разности температур принята температура таяния льда. С ней сравниваются все другие температуры. Для удобства пользования шкалой интервал между температурой таяния льда и температурой кипения воды разделен на 100 равных интервалов – градусов. Шкала Цельсия распространяется как в сторону положительных, так и отрицательных интервалов. Когда говорят, что температура воздуха равна 25°C, это означает, что она на 25 градусов выше температуры, принятой за нулевую отметку шкалы (выше нуля). На температурной шкале Фаренгейта тот же интервал разбит на 180 градусов. Следовательно, градус Фаренгейта по размеру меньше, чем градус Цельсия. Кроме того, начало отсчета интервалов на шкале сдвинуто на 32 градуса в сторону низких температур. Деление шкалы интервалов на равные части – градации – устанавливает единицу физической величины, что позволяет не только выразить результат измерения в числовой мере, но и оценить погрешность измерения. Результаты измерений по шкале интервалов можно складывать друг с другом и вычитать друг из друга, то есть определять, на сколько одно значение физической величины больше или меньше другого. Определить по шкале интервалов, во сколько раз одно значение величины больше или меньше другого, невозможно, поскольку на шкале не определено начало отсчета физической величины. Но в то же время это может быть сделано в отношении интервалов (разностей). Так, разность температур 25 градусов в 5 раз больше разности температур 5 градусов.

Шкала отношений описывает свойства эмпирических объектов. Она представляет собой интервальную шкалу с естественным началом. Если, например, за начало температурной шкалы принять абсолютный нуль (более низкой температуры в природе быть не может), то по такой шкале уже можно отсчитывать абсолютное значение температуры и определять не только, на сколько температура T_1 одного тела больше температуры T_2 другого, но и во сколько раз больше или меньше.

Абсолютные шкалы. Под абсолютными шкалами понимают шкалы, обладающие всеми признаками шкал отношений, но дополнительно имеющие естественные однозначно определенные единицы измерения и не зависящие от принятой системы единиц измерений. Такие шкалы соответствуют относительным величинам: коэффициенту усиления, ослабления и т.д.

Тема № 2. Средства и методы измерений

Принципы и методы измерения физических величин

Измерение физической величины – 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.

Равноточные измерения – ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений в одних и тех же условиях с одинаковой тщательностью. Прежде чем обрабатывать ряд измерений, необходимо убедиться в том, что все измерения этого ряда являются равноточными.

Неравноточные измерения – ряд измерений какой-либо величины, выполненных различающимися по точности средствами измерений и (или) в разных условиях. Ряд неравноточных измерений обрабатывают с учетом веса отдельных измерений, входящих в ряд.

Однократное измерение – измерение, выполненное один раз. Во многих случаях на практике выполняются именно однократные измерения. Например, измерение конкретного момента времени по часам обычно производится один раз.

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

Статическое измерение – измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения. Измерение длины детали при нормальной температуре. Измерение размеров земельного участка.

Динамическое измерение – измерение изменяющейся по размеру физической величины.

Абсолютное измерение – измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант. Понятие *абсолютное измерение* применяется как противоположное понятию *относительное измерение* и рассматривается как измерение величины в ее единицах.

В таком понимании это понятие находит все большее и большее применение. Измерение силы $F = mg$ основано на измерении основной величины – массы m и использовании физической постоянной g (в точке измерения массы).

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

Измерение активности радионуклида в источнике по отношению к активности радионуклида в однотипном источнике, аттестованном в качестве эталонной меры активности.

Прямое измерение – измерение, при котором искомое значение 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.

Косвенное измерение – определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной. Во многих случаях вместо термина *косвенное измерение* применяют термин *косвенный метод измерений*.

Совокупные измерения – 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.

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

Совместные измерения – производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними.

Наблюдение при измерении – операции, проводимые при измерении и имеющие целью своевременно и правильно произвести отсчет.

Не следует заменять термин *измерение* термином *наблюдение*.

Измерительный сигнал – сигнал, содержащий количественную информацию об измеряемой физической величине.

Измерительная информация – информация о значениях физических величин.

Измерительная задача – задача, заключающаяся в определении значения физической величины путем ее измерения с требуемой точностью в данных условиях измерений.

Объект измерения – тело (физическая система, процесс, явление и т.д.), которое характеризуется одной или несколькими измеряемыми физическими величинами.

Область измерений – совокупность измерений физических величин, свойственных какой-либо области науки или техники и выделяющихся своей спецификой. Выделяют ряд областей измерений: механические, магнитные, акустические, измерения ионизирующих излучений и др.

Вид измерений – часть области измерений, имеющая свои особенности и отличающаяся однородностью измеряемых величин.

В области электрических и магнитных измерений могут быть выделены как виды измерений: измерения электрического сопротивления, электродвижущей силы, электрического напряжения, магнитной индукции и др.

Подвид измерений – часть вида измерений, выделяющаяся особенностями измерений однородной величины (по диапазону, по размеру величины и др.).

Принцип измерений – физическое явление или эффект, положенное в основу измерений.

- Применение эффекта Джозефсона для измерения электрического напряжения
- Применение эффекта Пельтье для измерения поглощенной энергии ионизирующих излучений.
- Применение эффекта Доплера для измерения скорости.
- Использование силы тяжести при измерении массы взвешиванием.

Метод измерений – прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.

Метод измерений обычно обусловлен устройством средств измерений.

Метод непосредственной оценки – метод измерений, в котором значение величины определяют непосредственно по показывающему средству измерений.

Метод сравнения с мерой – метод измерений, в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.

Нулевой метод – метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры на прибор сравнения доводят до нуля.

Метод измерений замещением – метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают мерой с известным значением величины.

Дифференциальный метод – метод измерений, при котором измеряемая величина сравнивается с однородной величиной, имеющей известное значение, незначительно отличающееся от значения измеряемой величины, и при котором измеряется разность между этими двумя величинами.

Контактный метод измерений – метод измерений, основанный на том, что чувствительный элемент прибора приводится в контакт с объектом измерения.

Бесконтактный метод измерений – метод измерений, основанный на том, что чувствительный элемент средства измерений не приводится в контакт с объектом измерения.

Метод совпадений – метод сравнения с мерой, в котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, измеряют, используя совпадения отметок шкал или периодических сигналов.

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

Результат измерения физической величины – значение величины, полученное путем ее измерения.

Неисправленный результат измерения – значение величины, полученное при измерении до введения в него поправок, учитывающих систематические погрешности.

Исправленный результат измерения – полученное при измерении значение величины и уточненное путем введения в него необходимых поправок на действие систематических погрешностей.

Ряд результатов измерений – значения одной и той же величины, последовательно полученные из следующих друг за другом измерений.

Среднее взвешенное значение величины – среднее значение величины из ряда неравноточных измерений, определенное с учетом веса каждого единичного измерения.

Вес результата измерений – положительное число (p), служащее оценкой доверия к тому или иному отдельному результату измерения, входящему в ряд неравноточных измерений.

Нормальные условия измерений – условия измерения, характеризующие совокупностью значений или областей значений влияющих величин, при которых изменением результата измерений пренебрегают вследствие малости.

Нормальные условия измерений устанавливаются в нормативных документах на средства измерений конкретного типа или по их поверке (калибровке).

Нормальное значение влияющей величины – значение влияющей величины, установленное в качестве номинального.

Нормальная область значений влияющей величины – область значений влияющей величины, в пределах которой изменением результата измерений под ее воздействием можно пренебречь в соответствии с установленными нормами точности.

Рабочая область значений влияющей величины – область значений влияющей величины, в пределах которой нормируют дополнительную погрешность или изменение показаний средства измерений.

Рабочие условия измерений – условия измерений, при которых значения влияющих величин находятся в пределах рабочих областей.

- Для измерительного конденсатора нормируют дополнительную погрешность на отклонение температуры окружающего воздуха от нормальной.
- Для амперметра нормируют изменение показаний, вызванное отклонением частоты переменного тока от 50 Гц (50 Гц в данном случае принимают за нормальное значение частоты).

Рабочее пространство – часть пространства (окружающего средство измерений и объект измерений), в котором нормальная область значений влияющих величин находится в установленных пределах.

Предельные условия измерений – условия измерений, характеризующиеся экстремальными значениями измеряемой и влияющих величин, которые средство измерений может выдержать без разрушений его метрологических характеристик.

Погрешности измерений и обработка результатов

Сходимость результатов 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.

Воспроизводимость результатов 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, влажности и др.).

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

Истинное значение величины неизвестно, его применяют только в теоретических исследованиях. На практике используют действительное значение – измеренное значение величины. Синонимом термина *погрешность измерения* является термин *ошибка измерения*, применять который не рекомендуется как менее удачный.

Абсолютная погрешность измерения – погрешность измерения, выраженная в единицах измеряемой величины.

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

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

Систематическая погрешность измерения – составляющая погрешности результата измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины.

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.

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

Погрешности, изменяющиеся по сложному закону, происходят вследствие совместного действия нескольких систематических погрешностей.

Инструментальная погрешность измерения – составляющая погрешности измерения, обусловленная погрешностью применяемого средства измерений.

Погрешность метода измерений – составляющая систематической погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений.

Вследствие упрощений, принятых в уравнениях для измерений, нередко возникают существенные погрешности, для компенсации действия которых следует вводить поправки. Погрешность метода иногда называют *теоретической погрешностью*.

Погрешность (измерения) из-за изменений условий измерения – составляющая систематической погрешности измерения, являющаяся следствием неучтенного влияния отклонения в одну сторону какого-либо из параметров, характеризующих условия измерений, от установленного значения.

Субъективная погрешность измерения – составляющая систематической погрешности измерений, обусловленная индивидуальными особенностями оператора.

Не исключенная систематическая погрешность – составляющая погрешности результата измерений, обусловленная погрешностями вычисления и введения поправок на влияние систематических погрешностей или систематической погрешностью, поправка на действие которой не введена вследствие ее малости.

Иногда этот вид погрешности называют *не исключенный остаток (остатки) систематической погрешности*. Не исключенная систематическая погрешность характеризуется ее границами.

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

Рассеяние результатов в ряду измерений – несовпадение результатов измерений одной и той же величины в ряду равноточных измерений, как правило, обусловленное действием случайных погрешностей.

Средняя квадратическая погрешность результатов единичных измерений в ряду измерений – оценка рассеяния единичных результатов измерений в ряду равноточных измерений одной и той же физической величины около среднего их значения.

Доверительные границы погрешности результата измерения – наибольшее и наименьшее значения погрешности измерений, ограничивающие интервал, внутри которого с заданной вероятностью находится искомое (истинное) значение погрешности результата измерений.

Поправка – значение величины, вводимое в неисправленный результат измерения с целью исключения составляющих систематической погрешности. Знак поправки противоположен знаку погрешности.

Поправочный множитель – числовой коэффициент, на который умножают неисправленный результат измерения с целью исключения влияния систематической погрешности.

Точность результата измерений – одна из характеристик качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения. Считают, что чем меньше погрешность измерения, тем больше его точность.

Неопределенность измерений – параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые можно приписать измеряемой величине.

Погрешность метода поверки – погрешность применяемого метода передачи размера единицы при поверке.

Погрешность градуировки средства измерений – погрешность действительного значения величины, приписанного той или иной отметке шкалы средства измерений в результате градуировки.

Погрешность воспроизведения единицы физической величины – погрешность результата измерений, выполняемых при воспроизведении единицы физической величины.

Погрешность передачи размера единицы физической величины – погрешность результата измерений, выполняемых при передаче размера единицы.

Статическая погрешность измерений – погрешность результата измерений, свойственная условиям статического измерения.

Динамическая погрешность измерений – погрешность результата измерений, свойственная условиям динамического измерения.

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

Предельная погрешность измерения в ряду измерений – максимальная погрешность измерения (плюс, минус), допускаемая для данной измерительной задачи.

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

Суммарная средняя квадратическая погрешность результата измерений – погрешность результата измерений (состоящая из суммы случайных и неисключенных систематических погрешностей, принимаемых за случайные).

Погрешность средства измерений – разность между показанием средства измерений и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины.

Систематическая погрешность средства измерений – составляющая погрешности средства измерений, принимаемая за постоянную или закономерно изменяющуюся.

Случайная погрешность средства измерений – составляющая погрешности средства измерений, изменяющаяся случайным образом.

Абсолютная погрешность средства измерений – абсолютная погрешность средства измерений, выраженная в единицах измеряемой физической величины.

Относительная погрешность средства измерений – погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений или к действительному значению измеренной физической величины.

Приведенная погрешность средства измерений – относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины, постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона.

Основная погрешность средства измерений – погрешность средства измерений, используемого в нормальных условиях.

Дополнительная погрешность средства измерений – составляющая погрешности средства измерений, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.

Статическая погрешность средства измерений – погрешность средства измерений, применяемого при измерении физической величины, принимаемой за неизменную.

Динамическая погрешность средства измерений – погрешность средства измерений, возникающая при измерении изменяющейся (в процессе измерений) физической величины.

Погрешность меры – разность между номинальным значением меры и истинным значением воспроизводимой ею величины.

Абсолютная погрешность измерительного прибора – разность между номинальным значением меры и действительным значением воспроизводимой ею величины.

Стабильность средства измерений – качественная характеристика средства измерений, отражающая неизменность во времени его метрологических характеристик. В качестве количественной оценки стабильности служит *нестабильность средства измерений*.

Нестабильность средства измерений – изменение метрологических характеристик средства измерений за установленный интервал времени.

Точность средства измерений – характеристика качества средства измерений, отражающая близость его погрешности к нулю. Считается, что чем меньше погрешность, тем точнее средство измерений.

Предел допускаемой погрешности средства измерений – наибольшее значение погрешности средств измерений, устанавливаемое нормативным документом для данного типа средств измерений, при котором оно еще признается годным к применению.

При превышении установленного предела погрешности средство измерений признается негодным для применения (в данном классе точности). Обычно устанавливают *пределы допускаемой погрешности*, то есть границы зоны, за которую не должна выходить погрешность.

Пример: для 100-миллиметровой концевой меры длины 1-го класса точности пределы допускаемой погрешности ± 50 мкм.

Тема № 3. Метрологическая служба

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ) – комплекс нормативных документов межрегионального и межотраслевого уровней, устанавливающих правила, нормы, требования, направленные на достижение и поддержание единства измерений в стране (при требуемой точности), утверждаемых Госстандартом страны.

В ГСИ выделяются основополагающие стандарты, устанавливающие общие требования, правила и нормы, а также стандарты, охватывающие какую-либо область или вид измерений.

Метрологическая служба – служба, создаваемая в соответствии с законодательством для выполнения работ по обеспечению единства Глава 9. Метрологическая служба измерений и для осуществления метрологического контроля и надзора.

1. Различают *государственную метрологическую службу, метрологические службы государственных органов управления, метрологические службы юридических лиц.*

2. Имеются также иные *государственные службы обеспечения единства измерений*, которые осуществляют межрегиональную и межотраслевую координацию работ по ОЕИ в закрепленных видах деятельности. Руководство этими службами осуществляет Госстандарт страны. К ним относятся: *Государственная служба времени и частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ); Государственная служба стандартных образцов (ГССО); Государственная служба стандартных справочных данных (ГСССД).*

Государственная метрологическая служба – метрологическая служба, выполняющая работы по обеспечению единства измерений в стране на межрегиональном и межотраслевом уровне и осуществляющая государственный метрологический контроль и надзор.

Государственная метрологическая служба находится в ведении Госстандарта страны и включает: государственные научные метрологические центры; органы государственной метрологической службы на территориях субъектов страны.

Государственный метрологический контроль – деятельность, осуществляемая государственной метрологической службой по утверждению типа средств измерений, проверке средств измерений (включая рабочие эталоны), по лицензированию деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений.

Лицензия на изготовление (ремонт, продажу, прокат) средств измерений представляет собой документ, удостоверяющий право заниматься указанными видами деятельности и выдаваемый органом государственной метрологической службы.

Государственный метрологический надзор – деятельность, осуществляемая органами государственной метрологической службы по надзору за выпуском, состоянием и применением средств измерений (включая рабочие эталоны), за аттестованными методиками измерений, соблюдением метрологических правил и норм, за количеством товаров при продаже, а также за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже.

Испытания средств измерений – обязательные испытания образцов средств измерений в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора с целью утверждения типа средств измерений.

1. Испытания средств измерений проводят государственные научные метрологические центры, аккредитованные Госстандартом страны в качестве *государственных центров испытаний средств измерений*.

2. Решением Госстандарта страны в качестве государственных центров испытаний средств измерений могут быть аккредитованы и другие специализированные организации.

3. Ранее применялся термин *государственные испытания средств измерений* и производные от него термины: *государственные приемочные испытания* и *государственные контрольные испытания*.

Поверка средств измерений – установление органом государственной 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.

1. Поверку исходных эталонов органов государственной метрологической службы и уникальных средств измерений (которые не могут быть поверены этими органами) осуществляет ГНМЦ (по специализации).

2. Поверке подвергают средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору.

3. При поверке используют эталон. Поверку проводят в соответствии с обязательными требованиями, установленными нормативными документами по поверке. Поверку проводят специально обученные специалисты, аттестованные в качестве поверителей органами Государственной метрологической службы.

4. Результаты поверки средств измерений, признанных годными к применению, оформляют выдачей *свидетельства о поверке*, нанесением *поверительного клейма* или иными способами, установленными нормативными документами по поверке.

5. Другими официально уполномоченными органами, которым может быть предоставлено право проведения поверки, являются аккредитованные метрологические службы юридических лиц. *Аккредитация на право поверки средств измерений* проводится уполномоченным на то государственным органом управления.

Первичная поверка средств измерений – поверка, выполняемая при выпуске средства измерений из производства или после ремонта, а также при ввозе средства измерений из-за границы партиями, при продаже.

Периодическая поверка средств измерений – поверка средств измерений, находящихся в эксплуатации или на хранении, выполняемая через установленные межповерочные интервалы времени.

Межповерочные интервалы для периодической поверки устанавливаются нормативными документами по поверке в зависимости от стабильности того или иного средства измерений и могут устанавливаться от нескольких месяцев до нескольких лет.

Внеочередная поверка средств измерений – поверка средства измерений, проводимая до наступления срока его очередной периодической поверки.

Необходимость внеочередной поверки может возникнуть вследствие разных причин: ухудшение метрологических свойств средства измерений или подозрение в этом, нарушение условий эксплуатации, нарушение поверительного клейма и др.

Калибровка средств измерений – совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений.

1. Калибровке могут подвергаться средства измерений, не подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору.

2. Результаты калибровки позволяют определить действительные значения измеряемой величины, показываемые средством измерений, или поправки к его показаниям, или

оценить погрешность этих средств. При калибровке могут быть *определены и другие метрологические характеристики*.

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

Метрологическая аттестация средств измерений – признание метрологической службой узаконенным для применения средства измерений единичного производства (или ввозимого единичными экземплярами из-за границы) на основании тщательных исследований его свойств.

Метрологической аттестации могут подлежать средства измерений, не подпадающие под сферы распространения государственного метрологического контроля или надзора.

Нормативные документы по обеспечению единства измерений – государственные стандарты, международные (региональные) стандарты, правила, положения инструкции и рекомендации, содержащие норм и требования по обеспечению единства измерений.

Тема № 4. Основы стандартизации

Сущность и содержание стандартизации

В 1993г. принята новая редакция комплекса государственных основополагающих стандартов – Государственная система стандартизации Российской Федерации (ГСС). Изменения и дополнения к ней в большей степени приближают организацию стандартизации РФ к международным правилам и учитывают реалии рыночной экономики.

Стандартизация – это деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил и характеристик, как обязательных для выполнения, так и рекомендуемых, обеспечивающая право потребителя на приобретение товаров надлежащего качества за приемлемую цену, а также право на безопасность и комфортность труда.

Цель стандартизации – достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области, реализуемое посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований и норм, применяемых для решения планируемых или потенциальных задач.

Цели стандартизации определены Законом РФ «О стандартизации», принятым в 1993г.:

- безопасность продукции, работ, услуг для жизни и здоровья людей, окружающей среды и имущества;
- совместимость и взаимозаменяемость изделий;
- качество продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития научно-технического прогресса;
- единство измерений;
- экономию всех видов ресурсов;
- безопасность хозяйственных объектов, связанную с возможностью возникновения различных катастроф и чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособность и мобилизационную готовность страны.

Объектом (предметом) стандартизации обычно называют продукцию, процесс или услугу, для которых разрабатывают те или иные требования, характеристики, параметры, правила и т.п.

Областью стандартизации называют совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации.

Стандартизация осуществляется на разных уровнях. Уровень стандартизации различается в зависимости от того, участники какого географического, экономического, политиче-

ского региона мира принимают стандарт. Различают международную, национальную, государственную, региональную и административно-территориальную стандартизацию.

Международная стандартизация – стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов всех стран. Международная стандартизация проводится специальными организациями или группой государств с целью облегчения взаимной торговли, научных, технических и культурных связей.

Национальная стандартизация – стандартизация, которая проводится на уровне одной страны. Национальная стандартизация проводится в масштабе государства без государственной формы руководства.

Государственная стандартизация – форма развития и проведения стандартизации, осуществляемая под руководством государственных органов по единым планам стандартизации.

Региональная стандартизация – стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов стран только одного географического или экономического региона мира.

Административно-территориальная стандартизация – стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов определенных субъектов конкретного государства.

Виды стандартов

Стандарт – это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утвержденный признанным органом, направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области. В стандарте устанавливаются для всеобщего и многократного использования общие принципы, правила, характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов. Стандарт должен быть основан на обобщенных результатах научных исследований, технических достижений и практического опыта, тогда его использование принесет оптимальную выгоду для общества.

Государственный стандарт Российской Федерации (ГОСТ Р) – стандарт, принятый Государственным комитетом Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт России) или Государственным комитетом Российской Федерации по вопросам архитектуры и строительства (Госстрой России).

Стандарт отрасли – стандарт, принятый государственным органом управления в пределах его компетенции.

Стандарт предприятия – стандарт, утвержденный предприятием.

Международный стандарт – стандарт, принятый международной организацией по стандартизации.

Региональный стандарт – стандарт, принятый региональной организацией по стандартизации.

Межгосударственный стандарт – стандарт, принятый Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации или Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве.

Национальный стандарт – стандарт, принятый национальным органом по стандартизации.

Комплекс стандартов – совокупность взаимосвязанных стандартов, объединенных общей целевой направленностью и устанавливающих согласованные требования к взаимосвязанным объектам стандартизации.

Применение стандарта – использование стандарта его пользователями с выполнением требований, установленных в соответствии с областью его распространения и сферой действия.

Применение международного стандарта, регионального или национального стандарта другой страны – использование международного, регионального или национального стандарта другой страны путем включения его полного содержания в отечественный нормативный документ по стандартизации.

Государственная система стандартизации включает в себя стандарты, содержащие:

- совокупность взаимосвязанных правил и положений, определяющих основные понятия, цели и задачи стандартизации;
- организацию и методику планирования и проведения работ по стандартизации;
- порядок разработки, внедрения и обращения стандартов и других нормативно-технических документов по стандартизации;
- порядок внесения в них изменений;
- контроль за внедрением и соблюдением стандартов;
- правила построения, изложения, оформления и содержания стандартов.

В процессе стандартизации вырабатываются нормы, правила, требования, характеристики, касающиеся объекта стандартизации, которые оформляются в виде *нормативного документа*.

Нормативный документ – документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся определенных видов деятельности или их результатов.

Рассмотрим разновидности нормативных документов, которые рекомендуются руководством 2 ИСО/МЭК, а также принятые в государственной системе стандартизации РФ. Виды рекомендательных нормативных документов: предварительный стандарт, документ технических условий, свод правил.

Технические условия (ТУ) – нормативно-технический документ по стандартизации, устанавливающий комплекс требований к конкретным типам, маркам, артикулам продукции. Технические условия являются неотъемлемой частью комплекта технической документации на продукцию, на которую они распространяются.

Регламент – это документ, в котором содержатся обязательные правовые нормы. Принимает регламент орган власти, а не орган по стандартизации, как в случае нормативных документов. Разновидность регламентов – *технический регламент* – содержит технические требования к объекту стандартизации. Они могут быть представлены непосредственно в самом этом документе, либо путем ссылки на другой нормативный документ (стандарт, документ технических условий, свод правил). В отдельных случаях в технический регламент полностью включается нормативный документ. Технические регламенты обычно дополняются методическими документами, как правило, указаниями по методам контроля или проверок соответствия продукта (услуги, процесса) требованиям регламента.

Рассмотрим ряд дополнительных понятий и определений, имеющих непосредственное отношение к рассматриваемой области знаний.

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

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

Взаимозаменяемость – пригодность одного изделия, процесса, услуги для использования вместо другого изделия, процесса, услуги в целях выполнения одних и тех же требований.

Унификация – выбор оптимального числа разновидностей продукции, процессов и услуг, значений их параметров и размеров.

Тема № 4. Основы стандартизации

Сущность и содержание стандартизации

В 1993г. принята новая редакция комплекса государственных основополагающих стандартов – Государственная система стандартизации Российской Федерации (ГСС). Изменения и дополнения к ней в большей степени приближают организацию стандартизации РФ к международным правилам и учитывают реалии рыночной экономики.

Стандартизация – это деятельность, направленная на разработку и установление требований, норм, правил и характеристик, как обязательных для выполнения, так и рекомендуемых, обеспечивающая право потребителя на приобретение товаров надлежащего качества за приемлемую цену, а также право на безопасность и комфортность труда.

Цель стандартизации – достижение оптимальной степени упорядочения в той или иной области, реализуемое посредством широкого и многократного использования установленных положений, требований и норм, применяемых для решения планируемых или потенциальных задач.

Цели стандартизации определены Законом РФ «О стандартизации», принятым в 1993г.:

- безопасность продукции, работ, услуг для жизни и здоровья людей, окружающей среды и имущества;
- совместимость и взаимозаменяемость изделий;
- качество продукции, работ и услуг в соответствии с уровнем развития научно-технического прогресса;
- единство измерений;
- экономию всех видов ресурсов;
- безопасность хозяйственных объектов, связанную с возможностью возникновения различных катастроф и чрезвычайных ситуаций;
- обороноспособность и мобилизационную готовность страны.

Объектом (предметом) стандартизации обычно называют продукцию, процесс или услугу, для которых разрабатывают те или иные требования, характеристики, параметры, правила и т.п.

Областью стандартизации называют совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации.

Стандартизация осуществляется на разных уровнях. Уровень стандартизации различается в зависимости от того, участники какого географического, экономического, политического региона мира принимают стандарт. Различают международную, национальную, государственную, региональную и административно-территориальную стандартизацию.

Международная стандартизация – стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов всех стран. Международная стандартизация проводится специальными организациями или группой государств с целью облегчения взаимной торговли, научных, технических и культурных связей.

Национальная стандартизация – стандартизация, которая проводится на уровне одной страны. Национальная стандартизация проводится в масштабе государства без государственной формы руководства.

Государственная стандартизация – форма развития и проведения стандартизации, осуществляемая под руководством государственных органов по единым планам стандартизации.

Региональная стандартизация – стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов стран только одного географического или экономического региона мира.

Административно-территориальная стандартизация – стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов определенных субъектов конкретного государства.

Виды стандартов

Стандарт – это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утвержденный признанным органом, направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области. В стандарте устанавливаются для всеобщего и многократного использования общие принципы, правила, характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов. Стандарт должен быть основан на обобщенных результатах научных исследований, технических достижений и практического опыта, тогда его использование принесет оптимальную выгоду для общества.

Государственный стандарт Российской Федерации (ГОСТ Р) – стандарт, принятый Государственным комитетом Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт России) или Государственным комитетом Российской Федерации по вопросам архитектуры и строительства (Госстрой России).

Стандарт отрасли – стандарт, принятый государственным органом управления в пределах его компетенции.

Стандарт предприятия – стандарт, утвержденный предприятием.

Международный стандарт – стандарт, принятый международной организацией по стандартизации.

Региональный стандарт – стандарт, принятый региональной организацией по стандартизации.

Межгосударственный стандарт – стандарт, принятый Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации или Межгосударственной научно-технической комиссией по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве.

Национальный стандарт – стандарт, принятый национальным органом по стандартизации.

Комплекс стандартов – совокупность взаимосвязанных стандартов, объединенных общей целевой направленностью и устанавливающих согласованные требования к взаимосвязанным объектам стандартизации.

Применение стандарта – использование стандарта его пользователями с выполнением требований, установленных в соответствии с областью его распространения и сферой действия.

Применение международного стандарта, регионального или национального стандарта другой страны – использование международного, регионального или национального стандарта другой страны путем включения его полного содержания в отечественный нормативный документ по стандартизации.

Государственная система стандартизации включает в себя стандарты, содержащие:

- совокупность взаимосвязанных правил и положений, определяющих основные понятия, цели и задачи стандартизации;
- организацию и методику планирования и проведения работ по стандартизации;
- порядок разработки, внедрения и обращения стандартов и других нормативно-технических документов по стандартизации;
- порядок внесения в них изменений;
- контроль за внедрением и соблюдением стандартов;
- правила построения, изложения, оформления и содержания стандартов.

В процессе стандартизации вырабатываются нормы, правила, требования, характеристики, касающиеся объекта стандартизации, которые оформляются в виде *нормативного документа*.

Нормативный документ – документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся определенных видов деятельности или их результатов.

Рассмотрим разновидности нормативных документов, которые рекомендуются руководством 2 ИСО/МЭК, а также принятые в государственной системе стандартизации РФ.

Виды рекомендательных нормативных документов: предварительный стандарт, документ технических условий, свод правил.

Технические условия (ТУ) – нормативно-технический документ по стандартизации, устанавливающий комплекс требований к конкретным типам, маркам, артикулам продукции. Технические условия являются неотъемлемой частью комплекта технической документации на продукцию, на которую они распространяются.

Регламент – это документ, в котором содержатся обязательные правовые нормы. Принимает регламент орган власти, а не орган по стандартизации, как в случае нормативных документов. Разновидность регламентов – *технический регламент* – содержит технические требования к объекту стандартизации. Они могут быть представлены непосредственно в самом этом документе, либо путем ссылки на другой нормативный документ (стандарт, документ технических условий, свод правил). В отдельных случаях в технический регламент полностью включается нормативный документ. Технические регламенты обычно дополняются методическими документами, как правило, указаниями по методам контроля или проверок соответствия продукта (услуги, процесса) требованиям регламента.

Рассмотрим ряд дополнительных понятий и определений, имеющих непосредственное отношение к рассматриваемой области знаний.

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

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

Взаимозаменяемость – пригодность одного изделия, процесса, услуги для использования вместо другого изделия, процесса, услуги в целях выполнения одних и тех же требований.

Унификация – выбор оптимального числа разновидностей продукции, процессов и услуг, значений их параметров и размеров.

Тема № 5. *Информационное обеспечение стандартизации*

Правовые основы стандартизации в России установлены законом Российской Федерации «О стандартизации». Кроме данного закона, отношения в области стандартизации в России регулируются издаваемыми в соответствии с ним актами законодательства РФ, например, федеральным Законом «О внесении изменений и дополнений в законодательные акты Российской Федерации в связи принятием законов РФ «О стандартизации», «Об обеспечении единства измерений», «О сертификации продукции и услуг» (1995 год); Постановлениями Правительства РФ, принятыми во исполнение Закона «О стандартизации», приказами Госстандарта РФ.

Информационное обеспечение в России

В России информационное обеспечение организовано на базе положений Закона «О стандартизации». Закон исходит из того, что официальная информация о разрабатываемых и принятых нормативных документах, в том числе и международных, должна быть доступна заинтересованным организациям и лицам той части, которая не рассматривается как государственная тайна.

Госстандарту РФ предоставлено исключительное право официального опубликования информации, касающейся продукции и услуг, сертифицированных и маркированных знаком соответствия государственным стандартам. Госстандарт РФ помимо публикации официальной информации о российских, международных, региональных, национальных документах, правилах, нормах и рекомендациях по стандартизации ведет Федеральный информационный фонд стандартов, общероссийских классификаторов технико-экономической информации,

международных стандартов, правил, норм и рекомендаций по стандартизации, национальных стандартов зарубежных стран.

Головной институт в области информационного обеспечения – ВНИИКИ РФ (Всероссийский научный исследовательский институт классификации, терминологии и информации по стандартизации и качеству), который ведет фонд отечественных, международных, региональных и зарубежных стандартов и имеет автоматизированные банки данных.

В целях совершенствования системы информационного обеспечения Госстандартом РФ создан Информационный комитет по стандартизации, метрологии и сертификации (ИНФКОС). Главная цель ИНФКОС – научно-методическое и практическое руководство работами по информационному обеспечению МСС в стране на базе Федерального фонда стандартов и автоматизированных банков данных.

В системе Госстандарта России действует ряд научно-исследовательских институтов, каждый из них ведет большую работу по стандартизации, сертификации, метрологии и располагает информационными фондами применительно к определенной области.

Стандартизация систем управления качеством

Мировой опыт управления качеством был сконцентрирован в пакете международных стандартов ИСО 9000, принятых Международной организацией по стандартизации (ИСО) в марте 1987 г.

Международный стандарт ИСО 9000 имеет несколько вариантов: ИСО 9000-1 – руководящие указания по выбору и применению конкретных стандартов; ИСО 9000-2 – общие руководящие указания по применению стандартов ИСО 9001, ИСО 9002 и ИСО 9003; ИСО 9000-3 – руководящие указания по применению стандарта ИСО 9001 для программного обеспечения при его разработке, поставке, обслуживании. Стандарт ИСО 9000-4 представляет собой руководство по управлению программой надежности.

Международные стандарты ИСО 9000 устанавливают степень ответственности руководства за качество. Руководство фирмы отвечает за разработку политики в области качества, за создание, внедрение и функционирование системы управления качеством, что должно четко определяться и оформляться документально. К обязанностям руководства относятся подбор специалистов и выделение необходимых ресурсов для контрольно-измерительного, производственного и испытательного оборудования, программного обеспечения ЭВМ.

Стандартизация услуг

В мировой торговле доля услуг составляет 25%. На сегодняшний день самые крупные эксперты услуг – США и западноевропейские страны (Китай, Таиланд) по ежегодному приросту экспорта услуг занимают первое место в мире (в основном за счет телекоммуникаций и передачи информации).

Благодаря возможностям электронной связи постоянно расширяются услуги по кредитированию под залог, страхованию, обмену валют, брокерским операциям и др. В 2000 г. занятость в сфере услуг достигает 65-70%. В России доля услуг составляет 30%.

Стандартизация в сфере услуг – это способ обеспечить защиту интересов потребителей в области безопасности для жизни и здоровья человека и экологии. В мировой практике стандартизация полностью охватывает гостиничное хозяйство, туризм, пассажирские и грузовые перевозки, связь, образование, банковское дело. Методической основой для стандартизации и сертификации услуг служит разработанная ВНИИС и одобренная Госстандартом России «Концепция развития стандартизации и сертификации услуг».

Создание новых стандартов на услуги и переработка ранее принятых ориентируется прежде всего на международный стандарт ИСО 9004.2 «Общее руководство качеством и элементы системы качества. Часть 2: Руководящие указания по услугам». Стандарт устанавливает две группы характеристик качества услуг: количественные и качественные.

Услуги классифицируются по 4 признакам: область применения; назначение; характер потребления; условия предоставления. Утвержден «Общероссийский классификатор услуг населения», содержащий 13 классификационных группировок.

Международная организация по стандартизации (ИСО)

Международная организация по стандартизации создана в 1946г. 25 национальными организациями по стандартизации. СССР был одним из основателей организации, дважды представитель Госстандарта избирался председателем организации.

Сфера деятельности ИСО касается стандартизации во всех областях, кроме электротехники и электроники, относящихся к компетенции Международной электротехнической комиссии (МЭК).

Задачи ИСО:

1. содействие развитию стандартизации и смежных видов деятельности в мире с целью обеспечения международного обмена товарами и услугами;
2. развитие сотрудничества в интеллектуальной и научно-технической, экономической областях.

На сегодняшний день в состав ИСО входят 120 стран своими национальными организациями по стандартизации. В составе ИСО более 80 комитетов-членов. Кроме комитетов-членов членство в ИСО может иметь статус членов-корреспондентов, которыми являются организации по стандартизации развивающихся стран. Комитеты-члены имеют право принимать участие в работе любого технического комитета ИСО, голосовать по проектам стандартов, избираться в состав Совета ИСО и быть представленными на заседаниях Генеральной ассамблеи. Члены-корреспонденты не ведут активной работы в ИСО, но имеют право на получение информации о разрабатываемых стандартах.

Организационно в ИСО входят руководящие и рабочие органы. Руководящие органы: Генеральная ассамблея (высший орган), Совет, Техническое руководящее бюро. Рабочие органы: технические комитеты (ТК), подкомитеты (ПК), технические консультативные группы (ТКГ).

Генеральная ассамблея – это собрание должностных лиц и делегатов, назначенных комитет-членами. Совет руководит работой ИСО в перерывах между сессиями Генеральной ассамблеи. Совет имеет право, не созывая Генеральной ассамблеи, направить в комитеты-члены вопросы для консультации или поручить комитетам-членам их решение.

Тема № 5. Информационное обеспечение стандартизации

Правовые основы стандартизации в России установлены законом Российской Федерации «О стандартизации». Кроме данного закона, отношения в области стандартизации в России регулируются издаваемыми в соответствии с ним актами законодательства РФ, например, федеральным Законом «О внесении изменений и дополнений в законодательные акты Российской Федерации в связи принятием законов РФ «О стандартизации», «Об обеспечении единства измерений», «О сертификации продукции и услуг» (1995 год); Постановлениями Правительства РФ, принятыми во исполнение Закона «О стандартизации», приказами Госстандарта РФ.

Информационное обеспечение в России

В России информационное обеспечение организовано на базе положений Закона «О стандартизации». Закон исходит из того, что официальная информация о разрабатываемых и принятых нормативных документах, в том числе и международных, должна быть доступна заинтересованным организациям и лицам той части, которая не рассматривается как государственная тайна.

Госстандарту РФ предоставлено исключительное право официального опубликования информации, касающейся продукции и услуг, сертифицированных и маркированных знаком

соответствия государственным стандартам. Госстандарт РФ помимо публикации официальной информации о российских, международных, региональных, национальных документах, правилах, нормах и рекомендациях по стандартизации ведет Федеральный информационный фонд стандартов, общероссийских классификаторов технико-экономической информации, международных стандартов, правил, норм и рекомендаций по стандартизации, национальных стандартов зарубежных стран.

Головной институт в области информационного обеспечения – ВНИИКИ РФ (Всероссийский научный исследовательский институт классификации, терминологии и информации по стандартизации и качеству), который ведет фонд отечественных, международных, региональных и зарубежных стандартов и имеет автоматизированные банки данных.

В целях совершенствования системы информационного обеспечения Госстандартом РФ создан Информационный комитет по стандартизации, метрологии и сертификации (ИНФКОС). Главная цель ИНФКОС – научно-методическое и практическое руководство работами по информационному обеспечению МСС в стране на базе Федерального фонда стандартов и автоматизированных банков данных.

В системе Госстандарта России действует ряд научно-исследовательских институтов, каждый из них ведет большую работу по стандартизации, сертификации, метрологии и располагает информационными фондами применительно к определенной области.

Стандартизация систем управления качеством

Мировой опыт управления качеством был сконцентрирован в пакете международных стандартов ИСО 9000, принятых Международной организацией по стандартизации (ИСО) в марте 1987 г.

Международный стандарт ИСО 9000 имеет несколько вариантов: ИСО 9000-1 – руководящие указания по выбору и применению конкретных стандартов; ИСО 9000-2 – общие руководящие указания по применению стандартов ИСО 9001, ИСО 9002 и ИСО 9003; ИСО 9000-3 – руководящие указания по применению стандарта ИСО 9001 для программного обеспечения при его разработке, поставке, обслуживании. Стандарт ИСО 9000-4 представляет собой руководство по управлению программой надежности.

Международные стандарты ИСО 9000 устанавливают степень ответственности руководства за качество. Руководство фирмы отвечает за разработку политики в области качества, за создание, внедрение и функционирование системы управления качеством, что должно четко определяться и оформляться документально. К обязанностям руководства относятся подбор специалистов и выделение необходимых ресурсов для контрольно-измерительного, производственного и испытательного оборудования, программного обеспечения ЭВМ.

Стандартизация услуг

В мировой торговле доля услуг составляет 25%. На сегодняшний день самые крупные эксперты услуг – США и западноевропейские страны (Китай, Таиланд) по ежегодному приросту экспорта услуг занимают первое место в мире (в основном за счет телекоммуникаций и передачи информации).

Благодаря возможностям электронной связи постоянно расширяются услуги по кредитированию под залог, страхованию, обмену валют, брокерским операциям и др. В 2000 г. занятость в сфере услуг достигает 65-70%. В России доля услуг составляет 30%.

Стандартизация в сфере услуг – это способ обеспечить защиту интересов потребителей в области безопасности для жизни и здоровья человека и экологии. В мировой практике стандартизация полностью охватывает гостиничное хозяйство, туризм, пассажирские и грузовые перевозки, связь, образование, банковское дело. Методической основой для стандартизации и сертификации услуг служит разработанная ВНИИС и одобренная Госстандартом России «Концепция развития стандартизации и сертификации услуг».

Создание новых стандартов на услуги и переработка ранее принятых ориентируется прежде всего на международный стандарт ИСО 9004.2 «Общее руководство качеством и элементы системы качества. Часть 2: Руководящие указания по услугам». Стандарт устанавливает две группы характеристик качества услуг: количественные и качественные.

Услуги классифицируются по 4 признакам: область применения; назначение; характер потребления; условия предоставления. Утвержден «Общероссийский классификатор услуг населения», содержащий 13 классификационных группировок.

Международная организация по стандартизации (ИСО)

Международная организация по стандартизации создана в 1946г. 25 национальными организациями по стандартизации. СССР был одним из основателей организации, дважды представитель Госстандарта избирался председателем организации.

Сфера деятельности ИСО касается стандартизации во всех областях, кроме электротехники и электроники, относящихся к компетенции Международной электротехнической комиссии (МЭК).

Задачи ИСО:

3. содействие развитию стандартизации и смежных видов деятельности в мире с целью обеспечения международного обмена товарами и услугами;
4. развитие сотрудничества в интеллектуальной и научно-технической, экономической областях.

На сегодняшний день в состав ИСО входят 120 стран своими национальными организациями по стандартизации. В составе ИСО более 80 комитетов-членов. Кроме комитетов-членов членство в ИСО может иметь статус членов-корреспондентов, которыми являются организации по стандартизации развивающихся стран. Комитеты-члены имеют право принимать участие в работе любого технического комитета ИСО, голосовать по проектам стандартов, избираться в состав Совета ИСО и быть представленными на заседаниях Генеральной ассамблеи. Члены-корреспонденты не ведут активной работы в ИСО, но имеют право на получение информации о разрабатываемых стандартах.

Организационно в ИСО входят руководящие и рабочие органы. Руководящие органы: Генеральная ассамблея (высший орган), Совет, Техническое руководящее бюро. Рабочие органы: технические комитеты (ТК), подкомитеты (ПК), технические консультативные группы (ТКГ).

Генеральная ассамблея – это собрание должностных лиц и делегатов, назначенных комитет-членами. Совет руководит работой ИСО в перерывах между сессиями Генеральной ассамблеи. Совет имеет право, не созывая Генеральной ассамблеи, направить в комитеты-члены вопросы для консультации или поручить комитетам-членам их решение.

Тема № 6. *Основы сертификации*

Термин «сертификация» в переводе с латинского языка означает сделано верно. Сертификация как процедура применяется давно термин «сертификат» известен с девятнадцатого века. Знаменитые художники Возрождения гарантировали сохранность своих картин в течение 300 лет. В метрологии сертификация давно известна как деятельность по официальной проверке и клеймению (или пломбированию) прибора (весов, гирь). Клеймение свидетельствует о том, что прибор удовлетворяет сертификационным требованиям по его конструктивным и метрологическим характеристикам.

1879 г. – сопроводительный документ к полученному Россией прототипу Килограмма имел название «Сертификат Международного бюро мер и весов для прототипа Килограмма № 12, переданного Министерству финансов Российской Империи».

1993 г. – начало сертификации в России в соответствии сертификации законом РФ от 07.02.92 № 2300-1 «О защите прав потребителей».

Основные понятия сертификации

К объектам сертификации относятся продукция, системы качества, предприятия, услуги, системы качества, персонал, рабочие места и др. В сертификации продукции, услуг и иных объектов участвуют первая, вторая и третья стороны.

Первая сторона – интересы поставщиков, изготовителей.

Вторая сторона – интересы покупателей.

Третья сторона – это лицо или органы, признаваемые независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

Сертификация может иметь обязательный и добровольный характер.

Сертификация – это процедура подтверждения соответствия, посредством которой независимая от изготовителя (продавца, исполнителя) и потребителя (покупателя) организация удостоверяет в письменной форме, что продукция соответствует установленным требованиям (закон РФ от 10.06.1993г № 5151-1 "О сертификации продукции и услуг").

Система сертификации – совокупность участников сертификации, осуществляющих сертификацию по правилам, установленным в этой системе (правила по проведению сертификации в РФ). Система сертификации формируется на национальном (федеральном), региональном и международном уровне.

Сертификат соответствия – это документ, выданный по правилам системы сертификации для подтверждения соответствия сертифицированной продукции установленным требованиям (закон РФ «О сертификации продукции и услуг»).

Декларация о соответствии – это документ, в котором изготовитель (продавец исполнитель) удостоверяет, что поставляемая (продаваемая) им продукция соответствует установленным требованиям. Перечень продукции, соответствие которой может быть подтверждено декларацией о соответствии устанавливается постановлением правительства РФ. Декларация о соответствии имеет юридическую силу наравне с сертификатом соответствия. Кроме сертификата соответствия и декларации соответствия существует знак соответствия.

Знак соответствия – это зарегистрированный в установленном порядке знак, которым подтверждается соответствие маркированной им продукции установленным требованиям.

Цели сертификации

- содействие потребителю в компетентном выборе продукции (услуги);
- защита потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя);
- контроль безопасности продукции (услуги, работы) для определенной среды, жизни, здоровья и имущества;
- подтверждение показателей качества продукции (услуги, работы), заявленных изготовителем (исполнителем);
- создание условий для деятельности организации и предпринимателей на едином товарном рынке РФ, а также для участия в международном экономическом научно-техническом сотрудничестве и международной торговле.

Принципы сертификации.

1. Законодательная основа сертификации – закон РФ "О сертификации продукции и услуг", закон "О защите прав потребителей" и др. норм. акты.

2. Открытость системы сертификации (в работах по сертификации участвуют предприятия, учреждения и др. независимо от форм собственности).

3. Гармонизация правил и рекомендаций по сертификации с международными нормами и правилами.

4. Открытость и закрытость информации (открытость – информация всех её участников доступна; закрытость – должна соблюдаться конфиденциальность информации, составляющая коммерческую тайну).

Обязательная и добровольная сертификация

Обязательная сертификация – подтверждение уполномоченным на то органом соответствия продукции обязательным требованиям, установленным законом. Обязательная сертификация является формой государственного контроля за безопасностью продукции. Перечни товаров, подлежащих обязательной сертификации утверждаются Правительством РФ. При обязательной сертификации подтверждаются только те требования, которые установлены законом, вводящим обязательную сертификацию.

Добровольная сертификация – проводится в соответствии с законом РФ "О сертификации продукции и услуг" по инициативе заявителей в условиях подтверждения соответствия продукции и услуг требованиям стандартов, технических условий, рецептур и др. документов, определенных заявителем. Добровольная сертификация проводится на условии договора между заявителем и органом по сертификации. Добровольная сертификация продукции, подлежащей обязательной сертификации, не может заменить обязательную сертификацию такой продукции. Тем не менее, по продукции, прошедшей обязательную сертификацию, могут проверяться в рамках добровольной сертификации требования, дополняющие обязательные.

Участники обязательной сертификации – заявители, органы по сертификации, испытательные лаборатории. Они участвуют в процедуре сертификации каждого конкретного объекта на всех этапах этой процедуры.

Изготовители (продавцы, исполнители) при проведении сертификации обязаны:

- Реализовать продукцию, исполнить услугу только при наличии сертификата соответствия, выданного или признанным уполномоченным на то органом, или при наличии декларации о соответствии (принятой в установленном порядке).
- Обеспечивать соответствие реализуемой продукции (услуги) требованиям НД, на соответствие которых она была сертифицирована, и маркирование её знаком соответствия.
- Указывать в сопроводительной технической документации сведения о сертификате или декларации о соответствии и НД, которым она должна соответствовать и обеспечивать доведение этой информации до потребителя (покупателя, заказчика).
- Обеспечивать беспрепятственное выполнение своих полномочий должностными лицами (ОС).
- Приостанавливать или прекращать реализацию продукции, если она не отвечает требованиям НД.
- Извещать ОС о тех изменениях, которые влияют на характеристики, проверяемые при сертификации.

Орган по сертификации выполняет следующие функции:

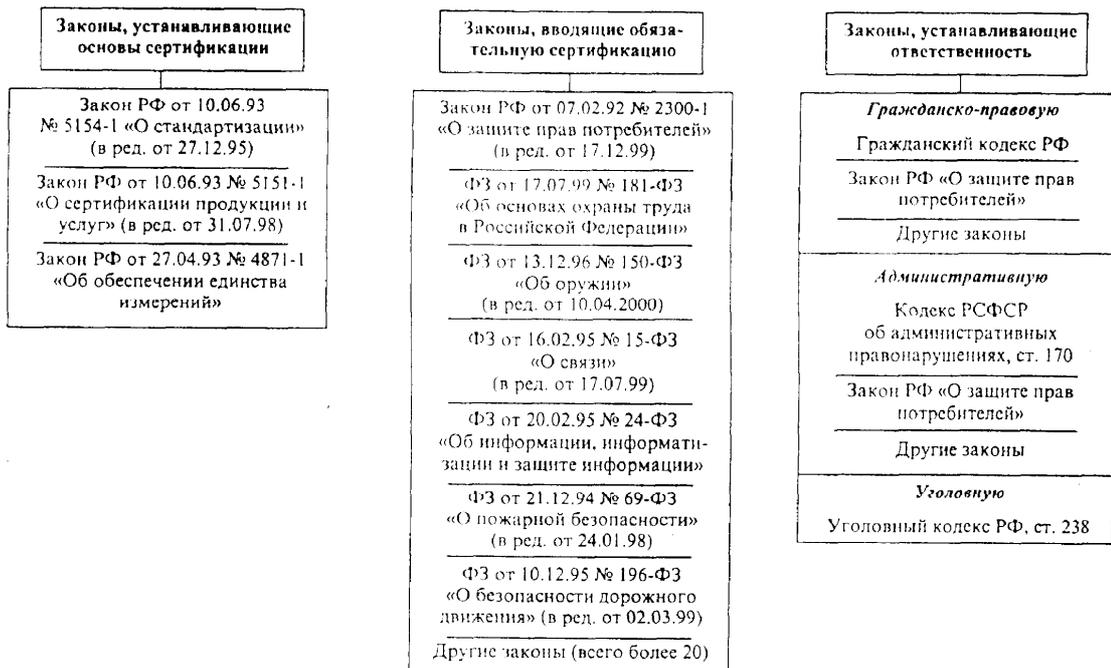
- Сертифицирует продукцию (услуги), выдает сертификат и лицензии на применение знака соответствия.
- Осуществляет инспекционный контроль за сертифицированной продукцией (услугой).
- Приостанавливает либо отменяет действие выданных им сертификатов.
- Представляет заявителю необходимую информацию.
- ОС несет ответственность за обоснованность и правильность выдачи сертификата соответствия, за соблюдение правил сертификации.

Тема № 7. Законодательная и нормативная база сертификации

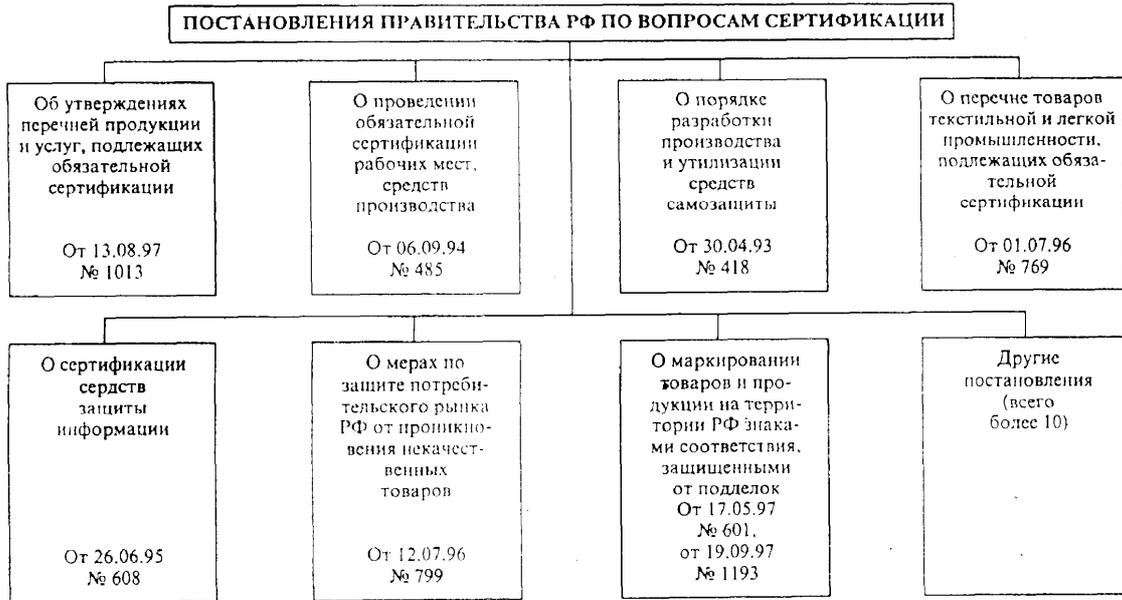


1. Законодательные акты РФ, в соответствии с ними была введена обязательная сертификация, определены федеральные органы исполнительной власти, организующие работы по сертификации, созданы соответствующие системы сертификации, установлены перечни объектов обязательной сертификации.

ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА СЕРТИФИКАЦИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



2. Постановления Правительства РФ.



3. Основопологающие организационно-методические документы.



4. Организационно-методические документы, распространяющиеся на конкретные однородные группы продукции и услуг, выполняемые в виде правил и порядков.

5. Классификаторы, перечни и номенклатуры.

6. Справочные информационные материалы. Содержат расширенную информацию об объектах, зарегистрированных в Госреестре.

7. Рекомендательные документы. Развивают и конкретизируют вопросы организации сертификации.

8. Международные документы.

Практические работы

Практическая работа № 1

Выравнивание статистических распределений

При использовании вероятностных методов оценки полученных результатов важной задачей является нахождение функции распределения по данному статистическому ряду. Такая операция называется выравниванием статистического распределения, а искомую функцию распределения, или плотность распределения называют выравнивающими.

Вид полигона или гистограммы позволяют сделать вывод о возможности выравнивания с помощью того или иного закона распределения.

Выравнивание статистического распределения проводится в следующем порядке:

- 1) выбирают теоретический закон распределения;
- 2) вычисляют параметры распределения;
- 3) строят графики выравнивающей функции распределения $F(x)$ или плотности $f(x)=p(x)$ для значений x_i , где x_i - варианта, или для значений x_{io} , где x_{io} - середина интервала (для интервального вариационного ряда);
- 4) сравнивают графики теоретической функции распределения $F(x)$ и эмпирической $F'(x)$ или $f(x)=p(x)$ и гистограммы.

Сравнение графиков показывает, насколько теоретический закон распределения удовлетворительно отражает экспериментальные данные. Если расхождение между $F(x)$ и $F'(x)$ невелико, можно считать, что $F(x)$ определено правильно.

Выравнивающая функция распределения сглаживает все те случайные отклонения, свойственные $F'(x)$, которые происходят из-за ограниченного объема наблюдений.

Задание: По данным примера 1 выровнять статистический ряд.

Решение:

1. Построить гистограмму. По виду гистограммы (определить) выбрать теоретический закон распределения. Если закон распределения нормальный, то его плотность равна:

$$f(x) = p(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma^2}}$$

(6)

2. Вычислить $m_x = \bar{x}$ и σ .
3. Вычислить $f(x)$ для середин интервалов. Для этого вводят переменную

$$t = \frac{(x_i - \bar{x})}{\sigma}$$

(7)

и, используя свойство нормального распределения

$$f(x) = \frac{1}{\sigma} \cdot f(t)$$

по приложению 2 найдем значения $f(t)$.

В случае использования интервалов применяют зависимость

$$f(x) = \frac{h}{\sigma} \cdot f(t),$$

где h - ширина интервала.

Для удобства, вычисления свести в таблицу 2.

Таблица 2.

Средины интервалов x_{io}	$t_i = \frac{(x_{io} - \bar{x})}{\sigma}$	$f(t)$	$f(x) = \frac{h}{\sigma} \cdot f(t)$	$F(x)=F(t)$

$F(x)=F(t)$ - значения теоретической функции распределения, найденное по таблицам функции Лапласа (приложение 3), где $F(t) = 0,5 + \Phi(t)$.

4. Построить графики теоретической функции распределения $F(x)$ и эмпирической $F'(x)$.

5. Для построения значений $F'(x)$ можно воспользоваться данными первой работы.

Практическая работа № 2

Проверка гипотезы о виде закона распределения вероятности результатов измерения осуществляется с помощью критериев согласия. Порядок проверки гипотезы о виде закона распределения с помощью критериев согласия может быть следующей:

- 1) выбирают меру расхождения между теоретическим и эмпирическим законами распределения u ;
- 2) задают уровень значимости критерия α ;
- 3) вычисляют меру расхождения для исследуемого статистического распределения u_3 ;
- 4) находят табличное значение u_{α} , отвечающее заданному уровню значимости α ;
- 5) делают вывод относительно проверяемой гипотезы о согласованности теоретического и эмпирического распределений:
если $u_3 > u_{\alpha}$ – гипотеза отклоняется;
если $u_3 < u_{\alpha}$ – гипотеза принимается.

Проверка гипотезы о согласованности теоретического и эмпирического распределении с помощью критерия Пирсона

Критерий согласия Пирсона (критерий χ^2) используется достаточно часто при интервальной оценке и при числе $n \geq 50$. В критерии Пирсона расхождение задают в виде

$$u = \chi^2 = \sum_{i=1}^r \frac{(m_i - nP_i)^2}{nP_i} \quad (8)$$

где m_i – частота;

P_i – вероятность попадания в i -ый интервал;

r – число интервалов;

n – объем наблюдений.

При $n \rightarrow \infty$ случайная величина $u = \chi^2$ имеет распределение Пирсона с $K=r-3$ степенями свободы, где K – число параметров распределения.

Проверка гипотезы о согласованности теоретического и эмпирического распределений с помощью критерия Пирсона осуществляется в следующем порядке:

- 1) результаты наблюдений x_1, x_2, \dots, x_n группируют в интервальный вариационный ряд;
- 2) строят гистограмму или полигон;
- 3) выдвигают гипотезу о виде закона распределения и определяют его параметры;
- 4) задают уровень значимости критерия α (приложение 5, учебник);
- 5) определяют теоретическую вероятность попадания случайной величины X в каждый интервал

$$f(x) = p(x) = \frac{h}{\sigma} \cdot f(t). \quad (9)$$

6) определяют величину расхождения $\chi^2_{\text{э}}$;

7) определяют число степеней свободы $S = k - r - 1$.

Для нормального распределения принимают; $S = r - 3$.

8) по таблицам уровня значимости критерия α распределения $P(\chi^2)$ находят значение χ^2_{α} , по заданному уровню значимости α и числу степеней свободы S ;

9) делают вывод о проверяемой гипотезе:

если $\chi^2_{\text{э}} > \chi^2_{\alpha}$ - гипотезу отвергают;

если $\chi^2_{\text{э}} < \chi^2_{\alpha}$ - гипотезу принимают.

Задание: по данным примера 1 проверить гипотезу о согласованности эмпирического распределения с теоретическим. Вычисления сводим в таблицу 3.

Таблица 3

Границы интервалов	Частота m_i	Середина интервала	$t_i = \frac{x_{io} - \bar{x}}{\sigma}$	$f(t_i)$
--------------------	---------------	--------------------	---	----------

x_i, x_{i+1}		x_{i0}		
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 3

$P_i = \frac{h}{\sigma} \cdot f(t_i)$	nP_i	$m_i - nP_i$	$(m_i - nP_i)^2$	$\frac{(m_i - nP_i)^2}{nP_i}$
6	7	8	9	10

Значения функции $f(t_i)$ определяем по приложению 3 (раздат. материал).

Суммирование чисел в графах 9 или 10 дает x^2 .

Сделать вывод о согласованности эмпирического закона распределения с теоретическим.

Проверка гипотезы о согласованности эмпирического и теоретического распределения по составному критерию

Для проверки нормальности закона распределения результата измерения по составному критерию рассчитывается соотношение

$$d = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \quad (11)$$

и проверяется выполнение условия

$$d_{min} \leq d \leq d_{max} \quad (12)$$

где d_{min} и d_{max} зависят от вероятности P , с которой принимается решение.

Значения d_{min} и d_{max} находим по таблице 4.

Если условие выполняется, то дополнительно проверяются “хвосты” теоретического и эмпирического законов распределения вероятности. При $10 \leq n \leq 20$ считается допустимым отклонение одного из независимых значений результата измерения x_i от \bar{x} больше, чем на $2,5S$, а при $20 < n < 50$ допускается не более 2-х отклонений, т.е. проверяется условие

$$|x_i - \bar{x}| \geq 2,5S. \quad (13)$$

При выполнении обоих условий гипотеза о согласованности эмпирического и теоретического распределения принимается с вероятностью

$$p \geq p^* + p^{*x} - 1,$$

где p^* – вероятность, с которой определяются d_{min} и d_{max} , $p^{*x} = 0,98$.

Если хотя бы одно из этих условий не выполняется, то гипотеза не принимается.

Таблица 4

n	$p^* = 0,90$		$p^* = 0,95$		$p^* = 0,99$	
	d_{min}	d_{max}	d_{min}	d_{max}	d_{min}	d_{max}
11	0.7409	0.8899	0.7153	0.9073	0.6675	0.9359
16	0.7452	0.8733	0.7236	0.8884	0.6829	0.9137
21	0.7495	0.8631	0.7304	0.8768	0.6950	0.9001
26	0.7530	0.8570	0.7360	0.8686	0.7040	0.8901
31	0.7559	0.8511	0.7404	0.8625	0.7110	0.8827
36	0.7583	0.8468	0.7440	0.8578	0.7167	0.8769
41	0.7604	0.8436	0.7470	0.8540	0.7216	0.8722
46	0.7621	0.8409	0.7496	0.8508	0.7256	0.8682
51	0.7360	0.8385	0.7518	0.8481	0.7291	0.8648

Задание: По данным примера 2 проверить гипотезу о нормальности закона распределения вероятности результата измерения по составному критерию.

Пример 2. Повторные измерения силы тока дали следующие результаты, представленные в таблице 2 приложения 1 (раздат. материал), массив экспериментальных данных взять в соответствии со своим вариантом.

Практическая работа № 3

Определение интервальных оценок параметров распределения

Суть интервальной оценки параметров распределения состоит в том, чтобы построить интервал значений, в котором с заданной вероятностью будет находиться параметр распределения. Такой интервал называется доверительным, а

его границы – верхними и нижними доверительными границами. С вероятностью $P = 1 - \alpha$ доверительный интервал содержит известное значение параметра.

Вероятность P называют доверительной, а α - уровнем значимости.

Порядок получения интервальной оценки параметров распределения может быть следующей:

1. определяют оценку среднего значения результата измерения

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

2. определяют оценку среднего квадратического отклонения результата измерения

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

3. устанавливают закон распределения результата измерения и проверяют согласованность эмпирического распределения с теоретическим
4. если закон распределения результата измерения нормальный, то определяют стандартное отклонение по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

если закон распределения результата измерения отличный от нормального, то определяют стандартное отклонение по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i^2 - \bar{x}^2)}$$

5. задают доверительную вероятность $P = 1 - \alpha$

6. для определения доверительного интервала используют соотношение:

$$\varepsilon = t_p S_x$$

где ε - полуширина доверительного интервала;

t_p - аргумент функции Лапласа, отвечающий вероятности $(1+P)/2$, который в литературе называют квантилью нормального распределения, если закон распределения нормальный. Если эмпирическое распределение подчинится закону распределения вероятности Стьюдента, то t_p - аргумент интегральной функции распределения Стьюдента.

Если эмпирическое распределение подчиняется иному закону, то t_p - аргумент, входящий в неравенство Чебышева.

Значение аргумента t_p определяют по таблицам функции Лапласа, Стьюдента и неравенства Чебышева.

При нормальном распределении t_p определяют по таблицам Лапласа (приложение 2, учебник), как:

$$\Phi(t) = \frac{1+p}{2} \quad \text{или} \quad 2\Phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) - 1$$

Можно также записать

$$\Phi(x) = \frac{1+p}{2}$$

С учетом этого находят соответствующие вероятности

$$\frac{1+p}{2}$$

значение $x = t_p$.

В то же время

$$\varepsilon = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Поэтому доверительной вероятности p отвечает доверительный интервал, равный

$$\left[\bar{x} - t_p \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}, \bar{x} + t_p \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} \right]$$

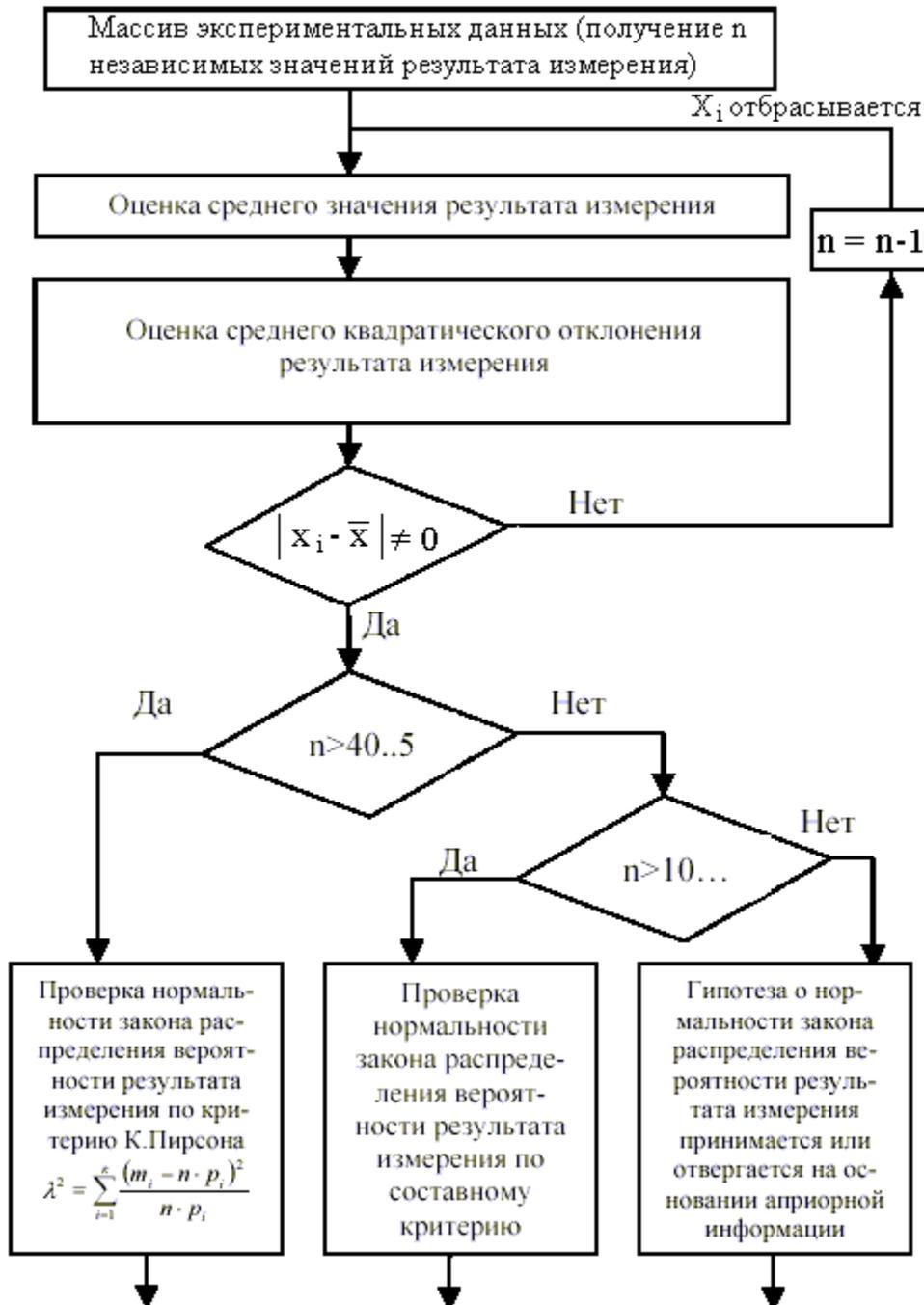
Задание: По данным примера 1 найти доверительный интервал.

Практическая работа № 4

Обработка экспериментальных данных.

Многократные измерения с равноточными значениями отсчета

Порядок выполнения многократного измерения при равноточных значениях отсчета приведен на рис. 1.



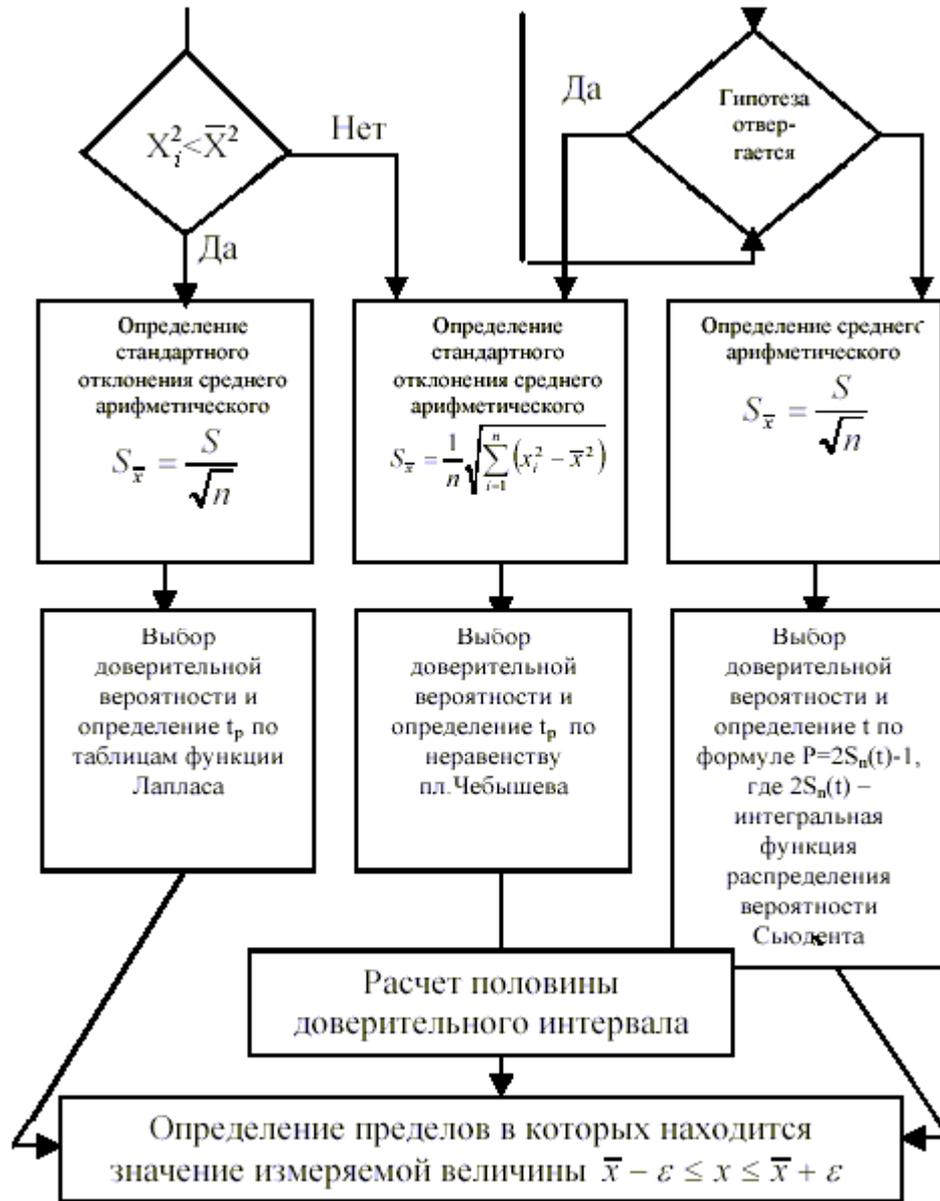


Рис. 1

Задание: По данным примера 3 найти результат измерения.

Пример 3. При проведении исследования образцовых резисторов было произведено по 50 измерений одной и той же величины. Числовые значения результатов измерения сопротивления приведены в таблице 3 приложения 1.

Содержание

Рабочая программа	3
Краткое содержание курса лекций	11
Практические работы	39

Илья Евгеньевич ЕРЕМИН

*доцент кафедры Информационных и управляющих систем АмГУ,
кандидат физико-математических наук, доцент*

Метрология, стандартизация и сертификация 230201
«Информационные системы и технологии»:
учебно-методический комплекс дисциплины.

Издательство АмГУ.