

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра метрологии и стандартизации

В. Л. Гуревич, Ю. А. Гусынина

ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Методическое пособие
для студентов специальностей
1-54 01 01-02 «Метрология, стандартизация и сертификация
(радиоэлектроника, информатика и связь)»
1-54 01 04 «Метрологическое обеспечение информационных
систем и сетей»

В 2-х частях

Часть 2

Минск БГУИР 2012

УДК 006(076.6)
ББК 30ця73
Г96

Р е ц е н з е н т:

доцент кафедры электроники учреждения образования «Белорусский
государственный университет информатики и радиоэлектроники»,
кандидат технических наук
А. Я. Бельский

Гуревич, В. Л.

Г96 Основы стандартизации : метод. пособие для студ. спец. 1-54 01 01-02
«Метрология, стандартизация и сертификация (радиоэлектроника,
информатика и связь)», 1-54 01 04 «Метрологическое обеспечение инфор-
мационных систем и сетей». В 2 ч. Ч.2 / В. Л. Гуревич, Ю. А. Гусынина. –
Минск : БГУИР, 2012. – 100 с. : ил.
ISBN 978-985-488-629-9 (ч. 2)

В части 2 пособия рассматриваются методические основы стандартизации и
некоторые вопросы стандартизации прикладного характера применительно к области
радиоэлектроники. Приведены основные методы стандартизации и система
предпочтительных чисел; основы взаимозаменяемости и виды стандартизации;
основополагающие ТНПА, применяемые в радиоэлектронике. Рассмотрены
особенности стандартизации ИКТ, измерительных сигналов, характеристик средств
измерений. Приведены вопросы стандартизации систем управления современным
предприятием.

Предназначено для подготовки инженеров-метрологов в БГУИР.

Может быть полезно студентам других специальностей, а также аспирантам,
магистрантам и специалистам инженерно-технического профиля.

**УДК 006(076.6)
ББК 30ця73**

Часть 1 методического пособия издана в БГУИР в 2010 году.

**ISBN 978-985-488-629-9 (ч. 2)
ISBN 978-985-488-444-8**

© Гуревич В. Л. , Гусынина Ю. А., 2012
© УО «Белорусский государственный
университет информатики
и радиоэлектроники», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

3	МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ	5
3.1	Основные методы стандартизации	5
3.1.1	Ограничение и типизация	5
3.1.2	Агрегатирование и унификация	6
3.1.3	Общая характеристика методов стандартизации	7
3.1.4	Применение основных методов стандартизации на практике	9
3.1.5	Система предпочтительных чисел	10
3.1.5.1	Основные ряды предпочтительных чисел	10
3.1.5.2	Дополнительные ряды предпочтительных чисел	12
3.1.5.3	Выборочные ряды предпочтительных чисел	14
3.1.5.4	Составные ряды предпочтительных чисел	15
3.1.5.5	Основные свойства рядов предпочтительных чисел, построенных на основе геометрической прогрессии	15
3.1.5.6	Приближенные предпочтительные числа	16
3.1.5.7	Производные предпочтительные ряды чисел	17
3.1.5.8	Специальные ряды чисел	19
3.1.5.9	Общие правила применения предпочтительных рядов чисел	22
3.2	Виды стандартизации и основы взаимозаменяемости	22
3.2.1	Виды стандартизации	22
3.2.2	Специализация и кооперирование на базе стандартизации	24
3.2.3	Сущность взаимозаменяемости	25
3.2.4	Понятие о размерах, отклонениях и допусках	26
3.2.5	Шероховатость поверхностей деталей	28
4	СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ИНФОРМАТИКЕ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ	32
4.1	Технические нормативные правовые акты, применяемые в радиоэлектронике	32
4.1.1	Комплексные системы стандартов	32
4.1.2	Нормативная документация системы обеспечения единства измерений	35
4.1.3	Виды стандартов в радиоэлектронике	37
4.2	Стандартизация в области информационно- коммуникационных технологий (ИКТ)	39
4.2.1	Понятие ИКТ как объекта стандартизации	39
4.2.2	Стандартизация ИКТ на международном и региональном уровнях	40
4.2.3	Стандартизация CALS-технологий и информационной безопасности	43
4.2.3.1	Стандарты CALS-технологий	43
4.2.3.2	Стандарты информационной безопасности	44
4.2.3.3	Стандартизация языков программирования	47

4.3	Стандартизация измерительных радиотехнических сигналов	49
4.3.1	Классификация характеристик радиоизмерительных сигналов	50
4.3.2	Параметры измерительных сигналов	53
4.3.3	Аналитическое и графическое определение измерительных сигналов	61
4.4	Стандартизация технических и метрологических характеристик средств измерений	70
4.4.1	Стандартизация классов точности	70
4.4.1.1	Общие правила деления средств измерений на классы точности	70
4.4.1.2	Форма выражения метрологических характеристик средств измерений	71
4.4.1.3	Способы нормирования основной погрешности средств измерений	72
4.4.1.4	Пределы допускаемых дополнительных погрешностей	73
4.4.1.5	Обозначение классов точности в документации и на средствах измерений	74
4.4.2	Условные обозначения, наносимые на электроизмерительные приборы	76
4.4.2.1	Основные единицы измерения	76
4.4.2.2	Род тока и количество измерительных механизмов	77
4.4.2.3	Безопасность	77
4.4.2.4	Используемое положение	78
4.4.2.5	Класс точности	79
4.4.2.6	Общие условные обозначения	79
4.4.3	Циферблаты и шкалы СИ.....	82
4.4.3.1	Классификация шкал, наносимых на циферблаты СИ.....	82
4.4.3.2	Построение шкалы и ее основные графические элементы ...	83
4.4.4	Стандартизация требований воздействия климатических факторов внешней среды для средств измерений	86
4.5	Стандартизация систем управления современным предприятием	89
4.5.1	Общая характеристика основных систем управления	89
4.5.2	Система менеджмента качества	93
4.5.3	Управление окружающей средой	93
4.5.4	Профессиональная безопасность и здоровье	95
4.5.5	Управление социальной средой	95
4.5.6	Менеджмент защиты информации	97
	ЛИТЕРАТУРА	99

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

3.1 Основные методы стандартизации

3.1.1 Ограничение и типизация

Основными методами стандартизации являются: ограничение, типизация, агрегатирование, унификация и метод предпочтительных чисел. В радиоэлектронике (РЭ) как отрасли народного хозяйства, отличающейся большим многообразием и номенклатурой комплектующих изделий и используемых материалов, находят широкое применение все эти методы.

Ограничение (симплификация) – метод стандартизации, заключающийся в отборе из существующей совокупности и рациональном ограничении номенклатуры объектов, разрешенных для применения в данной отрасли на данном предприятии или в каком-либо изделии. Применение метода ограничения сохраняет определенный ряд уже существующих объектов и резко сокращает общее количество их типов. Например, государственные стандарты могут быть ограничены стандартами предприятий.

Основными направлениями работ по рациональному ограничению в радиоэлектронике являются:

- ограничение номенклатуры покупных комплектующих изделий (электрорадиодеталей, крепежных и установочных изделий и др.), разрешенных для применения на предприятии данной отрасли;
- ограничение номенклатуры различных для применения материалов и полуфабрикатов (по их видам) для данной отрасли промышленности;
- ограничение видов используемых технологических процессов;
- ограничение применения элементов конструкции линейных размеров, диаметров резьб, допусков, посадок и т.д.;
- ограничение номиналов электрических, физических и других основных параметров изделий – параметрическое ограничение;
- ограничение номенклатуры комплектующих изделий и материалов для конкретных видов изделий.

Перечисленные выше нормы устанавливаются ограничительными стандартами. Метод ограничения является самым простым методом стандартизации.

Типизация – это метод стандартизации, заключающийся в разработке и установлении типовых решений (конструктивных, технологических, организационных) на основе наиболее прогрессивных методов и режимов работы. Применительно к конструкциям типизация состоит в том, что некоторое конструктивное решение принимается за основное – базовое для нескольких одинаковых или близких по функциональному назначению изделий. Требуемая номенклатура и варианты изделий строятся на основе базовой конструкции путем внесения в нее ряда второстепенных изменений и дополнений. Этот метод часто называют методом «базовой конструкции».

Эффективность метода заключается в следующем:

- при проектировании нового изделия используется проверенный путь, метод, конструкция или базовая модель, исключающая поиски и возможные ошибки;
- обеспечивается большая преемственность в производстве при смене моделей устройств, создаваемых на одной базе; значительно ускоряется подготовка производства и снижаются расходы на ее выполнение;
- значительно облегчаются условия эксплуатации и ремонта техники, имеющей много общих конструктивных элементов или принципов действия;
- вокруг типовых (базовых) изделий легко могут создаваться различные модификации (типоразмерные ряды).

3.1.2 Агрегатирование и унификация

Основными методами стандартизации являются агрегатирование и унификация, которые используют при конструировании новых изделий, рекомендуемых для дальнейшего широкого использования. Эти методы имеют много общего и в то же время принципиально отличаются друг от друга.

Агрегатирование – метод стандартизации, заключающийся в создании объектов частного функционального назначения на основе функциональной взаимозаменяемости их составных частей. Это сложный метод стандартизации – метод создания новых машин, приборов и оборудования путем компоновки конечного изделия из ограниченного набора стандартных и унифицированных узлов и агрегатов, обладающих геометрической и функциональной взаимозаменяемостью.

Применение метода агрегатирования завершается разработкой стандартов соответствующего уровня, регламентирующих взаимозаменяемость и варианты возможных соединений входящих объектов или их полные характеристики. Агрегатирование является дальнейшим развитием метода унификации и состоит в том, что выделяются и конструктивно оформляются общие узлы, пригодные для использования в разных изделиях и устройствах в виде самостоятельных изделий.

Признаками агрегатирования считаются:

- функциональная законченность составных частей (узлов, механизмов, отдельных деталей и т.д.);
- конструктивная обратимость, т.е. возможность повторного использования составных частей (агрегатов);
- изменение функциональных свойств изделия при перестановке составных частей внутри него.

Эффективность агрегатирования заключается в следующем:

- снижение трудоемкости проектирования новых изделий за счет отсутствия необходимости разработки отдельных узлов, а процесс разработки сводится к компоновке и отработке изделия в целом;
- обеспечение более благоприятных условий ремонта изделий путем замены

отдельных частей (агрегатный ремонт);

– увеличение серийности используемых агрегатов на стадии производства (специализация производства);

– повышение качества изделий.

Агрегатирование широко используется в РЭ при функционально-узловом методе проектирования РЭ-аппаратуры из модулей, микромодулей, микросхем и других функциональных узлов. Ряды этих узлов имеют строго нормированные, одинаковые или кратные присоединительные размеры и электрические параметры и позволяют создавать большое число РЭ устройств.

К стандартам, разрабатываемым с применением этого метода, относятся стандарты, регламентирующие присоединительные размеры и параметры изделий.

Унификация – рациональное уменьшение числа типов, видов и размеров объектов одинакового функционального назначения. Объектами унификации наиболее часто являются отдельные изделия, их составные части, детали, комплектующие изделия, марки материалов и т.п. Проводится унификация на основе анализа и изучения конструктивных вариантов изделий, их применимости путем сведения близких по назначению, конструкции, размерам изделий, их составных частей и деталей к единой унифицированной конструкции. При необходимости в конструкцию из унифицируемых деталей вносят технические усовершенствования и доработки. Таким образом, устанавливается минимально необходимое число типов, видов и типоразмеров изделий, обладающих высокими показателями качества и полной взаимозаменяемостью.

Этот метод направлен на рациональное сокращение существующей номенклатуры объектов.

Таким образом, если агрегатирование – это создание объектов частного функционального назначения, то метод унификации направлен на создание объектов широкого назначения на базе оригинальных составляющих или объектов с частными функциями.

3.1.3 Общая характеристика методов стандартизации

В таблице 3.1 приведены объекты стандартизации и результаты работы с использованием различных методов стандартизации.

Таблица 3.1

№	Методы стандартизации	Объекты стандартизации	Результаты работы
1	Ограничение	Терминология, ограничение возможных марок, видов, параметров, размеров и т.п.	Ограничение номенклатуры объектов, разрешенных для дальнейшего использования, ограничительные стандарты

Продолжение таблицы 3.1

№	Методы стандартизации	Объекты стандартизации	Результаты работы
2	Типизация	Типовые процессы и методы, рекомендуемые и предпочтительные ряды, базовые конструкции, требования по типизации объектов	Установление типовых объектов и требований к объектам, стандарты на ТТП, РТМ, типы, правила, рекомендации, ОТТ
3	Агрегатирование	ОТУ на группу взаимозаменяемых объектов и стандартизация этих объектов, стандартизация присоединительных и стыковочных параметров, а также составных частей, используемых в объектах определенного класса	Создание составных частей объектов и требований по их использованию, стандарты на присоединительные размеры, параметры и характеристики составных частей
4	Унификация	ТУ на поставляемую продукцию без указания объектов, в которых она должна использоваться, стандартизация общих норм, параметров, форм, систем классификации и кодирования	Создание объектов широкого универсального применения; стандарты и ТУ конструкций и размеров основных параметров объекта
<p>Примечание: ТТП – типовой технологический процесс; РТМ – радиотехнические материалы; ОТТ – общие технические требования; ОТУ – общие технические условия.</p>			

Рассматривая методы стандартизации (ограничение (1), типизация (2), агрегатирование (3) и унификация (4)) в совокупности, можно сделать общие выводы:

- основные методы стандартизации имеют общие признаки и характерные отличия;
 - все методы стандартизации ведут к сокращению номенклатуры объектов.
- При этом методы (1) и (3) стандартизируют объекты с частными функциями, а методы (2) и (4) осуществляют стандартизацию объектов широкого применения;
- к одним и тем же объектам может быть применен каждый из указанных методов стандартизации дифференцированно или совокупно в любой комбинации;
 - объекты, к которым применены методы (1) – (4), могут быть как стандартизованными, так и нестандартизованными;
 - применение методов (1) – (4) к каким-либо объектам не означает, что осуществлена их стандартизация. Это может рассматриваться как необходимый подготовительный этап для последующей их стандартизации;

- только введение стандартов соответствующих категорий может ограничить использование других объектов, не вошедших в методы (1) – (4);
- стандартизация приводит к сокращению количества видов объекта и повышению их качества;
- использование методов (1) – (4) позволяет создавать стандарты различных категорий и приносить технико-экономический эффект.

3.1.4 Применение основных методов стандартизации на практике

На каждом этапе выполняемой работы любой инженер, технолог, конструктор в зависимости от характера объекта и его назначения должен рассматривать объект своего труда с точки зрения применения к нему четырех методов стандартизации (см. таблицу 3.1). При этом ход такого рассмотрения можно представить в виде следующего перечня вопросов, на которые следует ответить:

- существуют ли какие-либо ограничения действующих ТНПА на объект стандартизации, т.е. применим ли метод стандартизации (1) – ограничение;
- имеются ли типовые решения, устанавливающиеся в какой-либо технической документации – (2);
- является ли данный объект составной частью другого объекта и какие стыковочные характеристики должны учитываться – (3);
- является ли данный объект универсальным для различных или подобных случаев его использования – (4);
- можно ли использовать уже стандартизованные ранее объекты – (1) – (4);
- можно ли данный объект сделать унифицированным объектом для различных случаев его использования – (4);
- можно ли данный объект разделить на составные части и их рассматривать как агрегаты для создания других объектов – (3);
- можно ли данный объект ввести в какую-либо существующую или специально созданную систему классификаций объектов – (3);
- можно ли данный объект либо его составную часть сделать типовым, т.е. рассматривать его как базовую модель для многих случаев использования – (2);
- можно ли создать ограничение на ряд объектов с учётом используемого или создаваемого изделия – (1);
- чем должна завершиться работа над данными объектами и можно ли одновременно подготовить предложения по вопросам стандартизации объектов такого характера – (1) – (4);
- какие требования по стандартизации используемых составных частей объекта вытекают из проделанной работы и какие предложения необходимо предъявить своим соисполнителям – (1) – (4).

Таким образом, каждый исполнитель должен ответить фактически на две группы вопросов или рассмотреть объект в ретроспективном и перспективном планах стандартизации. Такой подход позволит повысить эффективность труда при условии хорошего знания и понимания основных методов стандартизации.

3.1.5 Система предпочтительных чисел

Метод предпочтительности является теоретической базой современной стандартизации и используется при проведении унификации, типизации и разработке стандартов на изделия широкого применения, решении задач рационального выбора и установления градации количественных значений параметров изделий. Этот принцип основывается на применении рядов предпочтительных чисел, которые используются для выбора размеров деталей и типовых соединений, рядов допусков, посадок и других параметров, стандартизуемых одновременно для многих отраслей промышленности.

В соответствии с рядами предпочтительных чисел в радиоэлектронике должны образовываться:

- основные геометрические размеры сопрягаемых поверхностей деталей;
- основные выходные электрические параметры изделий;
- ряды размерных параметров изделий, определяющих типы, виды, классы.

В стандартизации нашли применение ряды предпочтительных чисел, построенные на арифметической, ступенчато-арифметической и геометрической прогрессиях.

ГОСТ 8032-84 в соответствии с рекомендациями *ISO* устанавливает ряды предпочтительных чисел, определяет их свойства и правила применения.

3.1.5.1 Основные ряды предпочтительных чисел

Основные ряды предпочтительных чисел получают на основе геометрической прогрессии, i -й элемент которой равен

$$g_i = \pm 10^{\frac{i}{R}}. \quad (3.1)$$

Знаменатель прогрессии

$$Q = \sqrt[R]{10}, \quad (3.2)$$

где $R = 5, 10, 20, 40, 80, 160$, а i принимает целые значения в интервале от 0 до R .

Значение R определяет число элементов прогрессии в одном десятичном интервале. Предпочтительные числа представляют собой округленные значения элементов ряда данной прогрессии.

Обозначение и знаменатели четырех основных рядов предпочтительных чисел приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Обозначение основного ряда	Знаменатель ряда	
	округленное значение, Q_0	точное значение, Q_T
1 $R5$	1,6	$\sqrt[5]{10}$
2 $R10$	1,25	$\sqrt[10]{10}$
3 $R20$	1,12	$\sqrt[20]{10}$
4 $R40$	1,06	$\sqrt[40]{10}$

Элементы ряда, расположенные в интервале от 1 до 10, составляют исходный ряд. Основные ряды предпочтительных чисел в интервале от 1 до 10 представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Номер предпочтительного числа	R5	R10	R20	R40	Расчетное значение предпочтительного числа
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0000
1				1,06	1,0593
2			1,12	1,12	1,1220
3				1,18	1,1885
4		1,25	1,25	1,25	1,2589
5				1,32	1,3335
6			1,40	1,40	1,4125
7				1,50	1,4962
8	1,60	1,60	1,60	1,60	1,5849
9				1,70	1,6788
10			1,80	1,80	1,7783
11				1,90	1,8836
12		2,00	2,00	2,00	1,9953
13				2,12	2,1135
14			2,24	2,24	2,2387
15				2,36	2,3714
16	2,50	2,50	2,50	2,50	2,5119
17				2,65	2,6607
18			2,80	2,80	2,8184
19				3,00	2,9854
20		3,15	3,15	3,15	3,1623
21				3,35	3,4394
22			3,55	3,55	3,5481
23				3,75	3,7584
24	4,00	4,00	4,00	4,00	3,9811
25				4,25	4,2170
26			4,50	4,50	4,4668
27				4,75	4,7315
28		5,00	5,00	5,00	5,0119
29				5,30	5,3088
30			5,60	5,60	5,6234
31				6,00	5,9566
32	6,30	6,30	6,30	6,30	6,3096
33				6,70	6,6834
34			7,10	7,10	7,0795
35				7,50	7,4989
36		8,00	8,00	8,00	7,9433
37				8,50	8,4140
38			9,00	9,00	8,9125
39				9,50	9,4406
40	10,00	10,00	10,00	10,00	10,0000

При необходимости ограничения основных рядов в их обозначениях указываются предельные числа, ограничивающие ряд и при этом входящие в состав ограниченного ряда.

Например:

– $R10(1,25\dots)$ – это ряд $R10$, ограниченный числом 1,25 (включительно) в качестве нижнего предела;

– $R20(\dots45)$ – ряд $R20$, ограниченный числом 45 (включительно) в качестве верхнего предела;

– $R40(75\dots300)$ – ряд $R40$, ограниченный числами 75 и 300 и включающий оба эти числа.

3.1.5.2 Дополнительные ряды предпочтительных чисел

Дополнительные ряды предпочтительных чисел также получают на основе геометрической прогрессии (3.1), (3.2). Обозначения и знаменатели дополнительных рядов приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Обозначение дополнительного ряда	Знаменатель	
	округленное значение, Q_0	точное значение, Q_T
$R80$	1,03	$\sqrt[80]{10}$
$R160$	1,015	$\sqrt[160]{10}$

Дополнительные ряды предпочтительных чисел в интервале от 1 до 10 представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4

$R80$	$R160$	$R80$	$R160$	$R80$	$R160$
1		2		3	
1,000	1,000	1,250	1,250	1,600	1,600
	1,015		1,265		1,625
1,030	1,030	1,280	1,280	1,650	1,650
	1,045		1,300		1,675
1,060	1,060	1,320	1,320	1,700	1,700
	1,075		1,340		1,725
1,090	1,090	1,360	1,360	1,750	1,750
	1,105		1,380		1,775
1,120	1,120	1,400	1,400	1,800	1,800
	1,135		1,425		1,825
1,150	1,150	1,450	1,450	1,850	1,850
	1,165		1,475		1,875
1,180	1,180	1,500	1,500	1,900	1,900
	1,190		1,525		1,920
1,220	1,220	1,550	1,550	1,950	1,950
	1,230		1,575		1,975

Продолжение таблицы 3.4

R80	R160	R80	R160	R80	R160
4		5		6	
2,000	2,000	3,450	3,450	6,000	6,000
	2,030		3,500		6,075
2,060	2,060	3,550	3,550	6,150	6,150
	2,090		3,600		6,225
2,120	2,120	3,650	3,650	6,300	6,300
	2,150		3,700		6,400
2,180	2,180	3,750	3,750	6,500	6,500
	2,210		3,810		6,600
2,240	2,240	3,870	3,870	6,700	6,700
	2,270		3,935		6,800
2,300	2,300	4,000	4,000	6,900	6,900
	2,330		4,060		7,000
2,360	2,360	4,120	4,120	7,100	7,100
	2,395		4,185		7,200
2,430	2,430	4,250	4,250	7,300	7,300
	2,465		4,315		7,400
2,500	2,500	4,370	4,370	7,500	7,500
	2,540		4,440		7,625
2,580	2,580	4,500	4,500	7,750	7,750
	2,615		4,560		7,875
2,650	2,650	4,620	4,620	8,000	8,000
	2,685		4,685		8,125
2,720	2,720	4,750	4,750	8,250	8,250
	2,760		4,815		8,375
2,800	2,800	4,870	4,870	8,500	8,500
	2,850		4,930		8,625
2,900	2,900	5,000	5,000	8,750	8,750
	2,950		5,075		8,875
3,000	3,000	5,150	5,150	9,000	9,000
	3,035		5,225		9,125
3,070	3,070	5,300	5,300	9,250	9,250
	3,110		5,375		9,375
3,150	3,150	5,450	5,450	9,500	9,500
	3,200		5,525		9,625
3,250	3,250	5,600	5,600	9,750	9,750
	3,300		5,700		9,875
3,350	3,350	5,800	5,800	10,000	10,000
	3,400		5,900		

Обозначение ограниченных дополнительных рядов аналогично обозначению ограниченных основных рядов.

3.1.5.3 Выборочные ряды предпочтительных чисел

Выборочные ряды предпочтительных чисел получают отбором каждого второго, третьего, четвертого, ..., n -го элемента основного или дополнительного ряда начиная с любого числа ряда. Обозначение выборочного ряда состоит из обозначения исходного основного ряда, после которого ставится косая черта и число 2, 3, 4, ..., n - соответственно. Если ряд ограничен, обозначение должно содержать числа, ограничивающие ряд. Если ряд не ограничен, то должен быть указан хотя бы один его элемент.

Например:

– $R5/2(1...1000000)$ – выборочный ряд, состоящий из каждого второго элемента основного ряда $R5$, ограниченный числами 1 и 1000000;

– $R10/3(...80...)$ – выборочный ряд, состоящий из каждого третьего элемента основного ряда $R10$, включающий число 80 и неограниченный в обоих направлениях;

– $R20/4(112...)$ – выборочный ряд, состоящий из каждого четвертого элемента основного ряда $R20$, ограниченный по нижнему пределу числом 112;

– $R40/5(...60)$ – выборочный ряд, состоящий из каждого пятого элемента основного ряда $R40$ и ограниченный по верхнему пределу числом 60.

Выборочные ряды предпочтительных чисел должны применяться тогда, когда уменьшается число градаций, создавая тем самым дополнительный эффект по сравнению с использованием полных рядов, при этом предпочтение следует отдавать рядам, приведенным в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Выборочные ряды	Знаменатель, Q_0	Основные ряды, имеющие тот же знаменатель
$R5/3$	4,0	
$R5/2$	2,5	
$R10/3$	2,0	
$R10/2$	1,6	$R5$
$R40/8$	1,6	$R5$
$R20/3$	1,4	
$R20/2$	1,25	$R10$
$R40/4$	1,25	$R10$
$R40/3$	1,18	
$R40/2$	1,12	$R20$
$R80/3$	1,09	

Использование выборочных рядов, знаменатели которых равны знаменателям основных рядов, допускается только для установления значений

зависимых параметров. Для выборочных рядов с одинаковыми знаменателями предпочтение следует отдавать ряду, содержащему единицу или число единственной значащей цифрой которых является 1.

Например: 0,01; 0,1; 10; 100 и т.д.

3.1.5.4 Составные ряды предпочтительных чисел

Составные ряды предпочтительных чисел получают путем сочетания основных и (или) выборочных рядов. Составной ряд при этом в различных интервалах имеет разный знаменатель. Количество основных и выборочных рядов, используемых для получения составного ряда, должно быть минимальным. Конечные и начальные элементы смежных рядов, образующих составной ряд, должны быть одинаковыми.

Например: $R_{20}(1...2)R_{10}(2...10)R_{5/2}(10...1000)$.

Составные ряды предпочтительных чисел должны применяться в том случае, если требуемая плотность значений параметра в рассматриваемом интервале не одинакова.

3.1.5.5 Основные свойства рядов предпочтительных чисел, построенных на основе геометрической прогрессии

1 Ряды предпочтительных чисел не ограничиваются в обоих направлениях, при этом предпочтительные числа менее 1 и более 10 получают делением или умножением элементов исходного ряда на числа 10^n , где $n = 0, 1, 2, \dots$

2 Предпочтительные числа одного ряда могут быть либо только положительными, либо только отрицательными.

3 Произведение или частное двух предпочтительных чисел, а также положительные или отрицательные степени чисел ряда дают предпочтительное число этого же ряда с относительной ошибкой от $-1,01\%$ до $+1,26\%$.

4 Куб любого числа ряда R_{10} в два раза больше куба предыдущего числа ряда, а квадрат в 1,6 раза больше квадрата предыдущего числа с относительной ошибкой до $0,1\%$.

5 Члены ряда R_{10} удваиваются через каждые 3 числа, ряда R_{20} – через каждые 6 чисел, ряда R_{40} – через каждые 12 чисел и т.д.

6 В рядах, начиная с R_{10} , находится число 3,15, которое $\approx \pi$, т.е. длины окружностей и площади круга примерно равны предпочтительным числам, если диаметр – предпочтительное число.

7 Ряд R_{40} включает предпочтительные числа 3000, 1500, 750 и 375, представляющие собой синхронные частоты вращения валов электродвигателей в об/мин.

8 Основные и дополнительные ряды предпочтительных чисел содержат все целые степени десяти.

3.1.5.6 Приближенные предпочтительные числа

В обоснованных случаях вместо основных рядов предпочтительных чисел R и отдельных чисел этих рядов допускается применять ряды приближенных предпочтительных чисел, а также отдельные приближенные предпочтительные числа R' и R'' , приведенные в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Значения элементов рядов									
R_5	R''_5	R_{10}	R'_{10}	R''_{10}	R_{20}	R'_{20}	R''_{20}	R_{40}	R'_{40}
1,00		1,00			1,00	1,10		1,00	
					1,06			1,05	
					1,12			1,10	
					1,12			1,10	
					1,18			1,20	
					1,25			1,20	
					1,25			1,20	
					1,32			1,30	
					1,40				
					1,50				
1,60	1,50	1,60		1,50	1,60			1,60	
					1,70				
					1,80				
					1,80				
					1,90				
					2,00				
					2,00				
					2,12			2,10	
					2,24			2,20	
					2,36			2,40	
2,50		2,50			2,50			2,50	
					2,65			2,60	
					2,80				
					2,80				
					3,00				
					3,15			3,20	
					3,15			3,20	
					3,35			3,40	
					3,55			3,60	
					3,55			3,60	
4,00		4,00			4,00			4,00	
					4,25			4,20	
					4,50				
					4,50				
					4,75			4,80	
					5,00				
					5,00				
					5,30				
					5,60			5,50	
					5,60			5,50	
6,30	6,00	6,30		6,00	6,30			6,30	
					6,00				
					6,30				
					6,70				

Продолжение таблицы 3.6

Значения элементов рядов									
$R5$	$R''5$	$R10$	$R'10$	$R''10$	$R20$	$R'20$	$R''20$	$R40$	$R'40$
					7,10		7,00	7,10	
								7,50	
		8,00			8,00			8,00	
								8,50	
					9,00			9,00	
								9,50	
10,00		10,00			10,00			10,00	

В таблице 3.6 для рядов R' и R'' указаны только те предпочтительные числа, которые отличаются от чисел соответствующего основного ряда, следовательно, в интервале от 1 до 10 ряд $R''5$ состоит из следующих предпочтительных чисел: 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0; 10,0. В том случае, если нет необходимости в строгом геометрическом ряде и в то же время нужно использовать простые значения для построения ряда, допускается брать числа 1,15 вместо 1,18; 1,20 вместо 1,25, чтобы в результате получить ряд: 1,0; 1,05; 1,10; 1,15; 1,20; 1,30.

3.1.5.7 Производные предпочтительные ряды чисел

Производные предпочтительные ряды чисел устанавливаются для случаев, в которых из-за естественной закономерности не могут быть применены геометрические ряды. Производные ряды получают путем преобразования основных и дополнительных рядов предпочтительных чисел, в соответствии с этим производные ряды предпочтительных чисел также делятся на основные и дополнительные.

Различают следующие производные ряды предпочтительных чисел:

- убывающие;
- комплементарные;
- арифметические.

Рассмотрим их основные особенности.

1 Убывающие ряды положительных предпочтительных чисел получают на основе убывающей геометрической прогрессии, i -й элемент которой равен

$$\downarrow g_i = \frac{1}{g_i} = 10^{-\frac{i}{R}}$$

Эти ряды чисел применяются для установления значений параметров, асимптотически приближающихся к 0 (например, загрязнение веществ).

Убывающие ряды положительных предпочтительных чисел приведены в таблицах 3.2, 3.4 и 3.5. Обозначение убывающего ряда положительных предпочтительных чисел получают добавлением к обозначению каждого основного или дополнительного ряда предпочтительных чисел знака « \downarrow ». Например: $\downarrow R5$, $\downarrow R10(\dots 1,25)$, $\downarrow R20(45\dots)$, $\downarrow R40(300\dots 75)$.

Для убывающих рядов положительных предпочтительных чисел справедливы правила образования составных и выборочных рядов.

2 *Комплементарные предпочтительные ряды* получают на основе убывающей геометрической прогрессии. Выражение для i -го элемента комплементарного ряда имеет вид:

$$\bar{g}_i = 10^m - \downarrow g_i,$$

где m – целое число или 0.

Для образования комплементарных рядов следует брать предпочтительные числа, приведенные в таблицах 3.2, 3.4 и 3.5 и вычитать их из 10^m . Комплементарные предпочтительные ряды чисел следует использовать для установления значений параметров, асимптотически стремящихся к 10^m (например: чистота вещества, коэффициент полезного действия, вероятность безотказной работы).

При обозначении комплементарного ряда используют знак « $-$ ». Например: $\bar{R}5$, $\bar{R}10$, $\bar{R}10(0,845\dots)$, $\bar{R}20(\dots0,99955)$, $\bar{R}40(0,700\dots0,925)$.

Для комплементарных предпочтительных рядов справедливы правила образования выборочных и составных рядов предпочтительных чисел.

3 *Арифметические предпочтительные ряды* чисел получают на основе арифметической прогрессии, i -й элемент которой определяется выражением

$$a_i = a_0 \pm 10^m \cdot lgg_i = a_0 \pm \frac{10^m}{R} \cdot i.$$

Это выражение справедливо при условиях:

- a_0 кратно $\frac{10^m}{R}$;
- $\left| a_i \cdot \frac{10^m}{R} \right| \leq 100$, где m - целое число или 0.

Этими условиями арифметические ряды ограничены в обоих направлениях и представляют собой арифметическую прогрессию с разностью $D = \frac{10^m}{R}$, причем сама разность и члены ряда имеют точные значения.

Условие того, что a_0 должно быть кратно $\frac{10^m}{R}$, можно сформулировать так: при отсутствии ограничений арифметический ряд должен содержать в качестве одного элемента ряда нуль.

Арифметические ряды применяются при установлении значений следующих параметров:

– сумма и разность которых должна принадлежать тому же ряду (например, при блочном проектировании и модульной координации размеров);

- лежащих в ограниченных пределах, в которых целесообразна линеаризация (например, интервалы температур окружающего воздуха, размеры обуви и одежды);
- когда равномерная градация обусловлена удобством использования (например, значения аргументов в таблицах, градуирование шкал приборов);
- когда нужны точные целые значения (например, эталонные значения параметров);
- выраженных в значениях логарифмов или в децибелах, например, нормы на уровень шума.

Арифметические ряды могут быть положительными и отрицательными или могут переходить через нуль. При сложении и вычитании числа арифметического ряда дают число того же ряда, если оно не выходит за его пределы. Обозначения и разности основных и дополнительных арифметических рядов приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7

Обозначение		Значение цифры разности (точные значения)
исходного геометрического ряда	производного арифметического ряда	
основные ряды		
<i>R5</i>	<i>A20</i>	2
<i>R10</i>	<i>A10</i>	1
<i>R20</i>	<i>A5</i>	5
<i>R40</i>	<i>A2,5</i>	25
дополнительные ряды		
<i>R80</i>	<i>A1,25</i>	125
<i>R160</i>	<i>A0,625</i>	625

В обозначениях арифметических рядов должны указываться их разность и числа, ограничивающие ряд.

Например: $A2(-10...10)$, $A0,5(0...40)$, $A1250(5 \cdot 10^3 \dots 2 \cdot 10^4)$.

Для арифметических рядов сохраняются правила образования выборочных рядов.

В случаях, когда ряды чисел, рассмотренные ранее, не применимы из-за естественной закономерности изменения значений параметров, используются специальные ряды чисел.

3.1.5.8 Специальные ряды чисел

Рассмотрим некоторые специальные ряды чисел, приведенные в ГОСТ 8032-84.

1 Двоичный ряд чисел представляет собой ряд, i -й элемент которого находится из выражения $f_i = 2^i$. Применяется в вычислительной технике.

2 Арифметические ряды времени и углового размера. В тех случаях, когда для измерения времени используются секунды и минуты или минуты и часы, а для измерения угловых размеров – угловые градусы, минуты и секунды, используются предпочтительные специальные арифметические ряды, имеющие разности 3 и 1,5.

3 Ряды линейных размеров, полученные на основе «золотого сечения», формируются исходя из соотношения сторон прямоугольника, построенного на основе «золотого сечения» и выбираются из соотношения его сторон следующим образом:

$$\frac{a}{b} = \frac{a+b}{a} = 1,618 \text{ или } \frac{b}{a} = 0,618,$$

где a и b – стороны прямоугольника.

Выражение для i -го члена ряда, определяющего размеры сторон прямоугольников «золотого сечения» имеет вид

$$f_i = \frac{a}{1,618^i}.$$

Значение a выбирается из двух условий:

– если площадь прямоугольника равна 1 м^2 , то $a = 1,272$ и ряд линейного размера в мм имеет вид:

G_S : ... 2058, 1272, 785, 485, 300, 185, 115, 70, 44, 27, 17, 10 ... ;

– если одним из элементов ряда должен быть линейный размер в 1 м, то ряд в мм имеет вид:

G_e : ... 2618, 1618, 1000, 618, 382, 236, 146, 90, 56, 34, 21, 13 ...

Прямоугольники «золотого сечения» позволяют разместить наибольший объем информации, обладают максимальной эстетической ценностью и могут быть рекомендованы, например, для книг, картин, плакатов, экранов, панно, витрин, фасадов строительных сооружений и т.д.

4 Ряд значений модульного линейного размера образуется из условий:

$$\frac{a}{b} = \frac{b}{c}, \quad \frac{b}{c} = \frac{2c}{a},$$

где a , b и c – стороны модуля (параллелепипеда).

Отсюда значение i -го элемента ряда определяется из выражения

$$f_i = \frac{a}{1,260^i}.$$

Если исходный объем параллелепипеда равен 1 м^3 , то $a = 1,260$ и ряд линейных размеров модуля в миллиметрах имеет вид:

M_K : ... 1260, 1000, 794, 630, 500, 397, 315, 250, 198 ...

Этот ряд используется при блочно-модульном конструировании.

5 Стандартные ряды номинальной емкости электрических конденсаторов и номинального сопротивления резисторов представляют собой геометрические ряды чисел со знаменателями, приведенными в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Обозначение ряда	Точное значение знаменателя ряда	Приближенное значение знаменателя ряда
<i>E6</i>	$\sqrt[6]{10}$	1,5
<i>E12</i>	$\sqrt[12]{10}$	1,2
<i>E24</i>	$\sqrt[24]{10}$	1,1
<i>E48</i>	$\sqrt[48]{10}$	1,05
<i>E96</i>	$\sqrt[96]{10}$	1,02
<i>E192</i>	$\sqrt[192]{10}$	1,01

Ряды номинальной емкости электрических конденсаторов и номинального сопротивления резисторов приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9

Обозначение ряда	<i>E3</i>	<i>E6</i>	<i>E12</i>	<i>E24</i>	<i>E3</i>	<i>E6</i>	<i>E12</i>	<i>E24</i>
Допуск	-	± 20%	± 10%	± 5%	-	± 20%	± 10%	± 5%
Числовые значения элементов ряда	1,0	1,0	1,0	1,0		3,3	3,3	3,3
				1,1				3,6
			1,2	1,2			3,9	3,9
				1,3				4,3
		1,5	1,5	1,5	4,7	4,7	4,7	4,7
				1,6				5,1
			1,8	1,8			5,6	5,6
				2,0				6,2
	2,2	2,2	2,2	2,2		6,8	6,8	6,8
				2,4				7,5
			2,7	2,7			8,2	8,2
				3,0				9,1
				10,0	10,0	10,0	10,0	

Тождественны следующие выборочные ряды:

- $R20/5 \equiv E12/3$;
- $R80/5 \equiv E48/3$;
- $R40/3 \equiv E24/3$;
- $R160/5 \equiv E96/3$.

6 Двоично-десятичный ряд представляет собой последовательность чисел:

$$\dots, 10^i, 2 \cdot 10^i, \frac{10^{i+1}}{2}, 10^{i+1}, \dots,$$

т.е. ряд *DD*: ..., 1, 2, 5, 10, ..., который используется для норм, каждая из которых имеет самостоятельное применение, например, масштабов выполнения карт, чертежей, цены деления средств измерений.

Кроме рассмотренных выше, ГОСТ 8032-84 устанавливает также следующие специальные ряды:

- форматные ряды стандартных значений линейного размера стороны листа;
- ряды линейных размеров, полученные на основе «золотого сечения»;
- ряд значений модульного линейного размера;
- стандартный упаковочно-модульный ряд линейного размера.

3.1.5.9 Общие правила применения предпочтительных рядов чисел

Предпочтительные ряды и их числа должны использоваться в следующих случаях:

- при установлении стандартных значений и рядов стандартных значений величин;
- при нормировании значений исходных параметров продукции, условий ее существования и процессов, а также разрешенных и допускаемых их отклонений;
- при нормировании значений параметров продукции, связанных логарифмируемой зависимостью с исходными параметрами, значения которых нормируются посредством предпочтительных чисел;
- при приведении значений параметров предметов и процессов (в том числе природных констант), если использование предпочтительных чисел не приводит к выходу за пределы допускаемого отклонения;
- производные и специальные ряды чисел допускается применять только в случае, если применение рядов предпочтительных чисел невозможно или нецелесообразно;
- в случае альтернативных вариантов предпочтение следует отдавать ряду, имеющему меньшее число градаций;
- в случае альтернативных вариантов предпочтение следует отдавать основному ряду перед выборочным и составным;
- применение дополнительных рядов предпочтительных чисел допускается только в случае, если ряд $R40$ или созданный на его основе производный ряд чисел не обеспечивает требуемого числа градаций. Применение дополнительного ряда должно сопровождаться подробным обоснованием;
- не допускается образовывать составные ряды путем соединения предпочтительных рядов различных видов. Например, геометрического и арифметического, комплементарного и геометрического и т.д.

3.2. Виды стандартизации и основы взаимозаменяемости

3.2.1 Виды стандартизации

В зависимости от последующего влияния на развитие производства можно выделить три вида стандартизации, принципиально различающихся подходами к установлению в стандартах соответствующих норм:

- стандартизация по достигнутому уровню;

- опережающая стандартизация;
- комплексная стандартизация.

Стандартизация по достигнутому уровню – вид стандартизации, устанавливающий показатели, отражающие свойства существующей и освоенной в производстве продукции и таким образом фиксирующая достигнутый уровень производства. Такой подход характерен при стандартизации показателей качества продукции массового производства межотраслевого применения (радиокомпоненты, реле, крепежные изделия, некоторые виды сырья и материалов).

Опережающая стандартизация заключается в установлении повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм, требований к объектам стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время. При этом в зависимости от реальных условий, в перспективных (ступенчатых) стандартах могут устанавливаться ступени качества, имеющие дифференциальные показатели, нормы, характеристики и сроки их введения. Таким образом, опережающая стандартизация ставит определенные задачи перед разработчиком и изготовителем продукции, побуждая их к совершенствованию объектов стандартизации, повышению безопасности и улучшению их качества. Опережающий стандарт отличается тем, что разрабатывается и утверждается до начала промышленного производства.

В свое время интересную закономерность установили специалисты *BSI*: в послевоенные годы фонд стандартов Великобритании рос быстрее, чем экономика. Этот факт говорит о том, что стандартизация была опережающей, что вызвало к жизни многие новаторские технологические и организационные преобразования, например, информационные технологии, международное разделение труда и т.д.

Комплексная стандартизация – вид стандартизации, при котором для оптимального решения конкретной проблемы осуществляется целенаправленное и планомерное установление и применение системы взаимосвязанных требований как к самому объекту стандартизации в целом, так и к его основным элементам. Практика стандартизации привела к двум направлениям развития: 1) от частного к целому и 2) от целого к частному.

Первому направлению соответствует развитие стандартизации снизу вверх: от сырья к готовой продукции, от общих конструктивных деталей и элементов к машинам, приборам, аппаратам. Это направление характерно для тех изделий общего применения, которые изготавливают на специализированных заводах (электронные приборы, соединительные провода, крепежные и установочные изделия, шестерни и др.).

Второе направление характеризует развитие стандартизации сверху вниз: от стандартизации основных параметров сложных объектов производства (приборов, систем, машин) к стандартизации их элементов (агрегатов, узлов, деталей). В этом случае гарантией стабильного высокого качества конечного изделия может быть только комплексная стандартизация, проводимая в соответствии с приведенным ранее определением.

При этом комплексная стандартизация призвана обеспечивать разработку и внедрение комплексов взаимосвязанных и согласованных стандартов, охватывающих совокупность требований к объектам стандартизации: изделиям в целом, их составным частям, сырью, материалам, покупным изделиям, технологии изготовления, к упаковке, транспортировке и хранению, эксплуатации и ремонту.

3.2.2 Специализация и кооперирование на базе стандартизации

Специализация и кооперирование – это две формы общественного разделения труда, определяющие экономическую эффективность предприятия и экономики в целом.

Специализация является одним из направлений государственной технической политики и выражается в целесообразном ограничении номенклатуры создаваемой продукции и формировании производств, выпускающих только определенную продукцию. В таких условиях обеспечивается техническая однородность производства, применение специализированных и высокопроизводительных средств труда, прогрессивной технологии, точного и автоматизированного контроля, испытаний качества продукции и т.п. В любой отрасли производства различают четыре основные формы специализации:

- *предметная специализация* – производство готовых изделий, используемых как в сфере потребления, так и в сфере производства других, более сложных изделий;
- *детально-узловая специализация* – производство отдельных частей или деталей, используемых затем при изготовлении различных изделий;
- *технологическая специализация* – создание производств, реализующих определенные технологические процессы или операции;
- *функциональная специализация* – создание специализированных предприятий по техническому обслуживанию и ремонту сложных изделий.

Специализация опирается на перспективные направления и методы стандартизации (комплексная стандартизация и унификация, например). На развитие и углубление специализации решающее воздействие оказывает уровень стандартизации производства. Стандарт предшествует специализации, дальнейшее развитие специализации осуществляется на его основе. Чем выше уровень стандартизации, т.е. чем больше изделий охвачено унификацией и стандартизацией, тем выше уровень специализации производства.

Научно-технический прогресс ведет к концентрации в одном продукте затрат труда работников все большего количества специализированных отраслей, что усложняет производственные связи и вызывает развитие кооперирования.

Кооперирование производства – форма производственных связей (сотрудничества) между специализированными предприятиями, совместно изготавливающими конечную продукцию. Являясь следствием развития

специализации, производственное кооперирование характеризуется относительным постоянством и устойчивостью связей, строгим соблюдением технических условий предприятий-смежников.

В соответствии с формами специализации в промышленности различают три формы кооперирования:

– *предметное* – это такой вид производственных связей, когда головное предприятие, выпускающее сложную продукцию, получает от других предприятий готовые агрегаты (моторы, генераторы, насосы, компрессоры, и др.), идущие на комплектование продукции, выпускаемой головным предприятием. Данная форма кооперирования характерна для машиностроения, многие отрасли которого производят сложные машины и оборудование;

– *подетальное* – предприятия-смежники поставляют главному заводу детали и узлы (карбюраторы, радиаторы, поршни, микросхемы и др.) для выпуска готовой продукции. Эта форма кооперирования присуща многим отраслям и, прежде всего, машиностроению, деревообрабатывающей, легкой промышленности.

– *технологическое* – кооперирование проявляется в поставках одних предприятий другим определенных полуфабрикатов (отливок, поковок, штамповок) или в выполнении для них отдельных технологических операций, связанных с обработкой выпускаемых изделий.

3.2.3 Сущность взаимозаменяемости

Отличительной особенностью современного производства является широкое внедрение специализации и кооперирования. Однако эти два основных направления интенсификации и повышения технико-экономического уровня производства не могут быть реализованы без обеспечения взаимозаменяемости.

Взаимозаменяемость – пригодность одного изделия или процесса для использования вместо другого при заданных условиях. В зависимости от аспекта объектов стандартизации различают:

– *функциональную взаимозаменяемость*, если критерием является назначение или выполняемая функция объекта;

– *размерная взаимозаменяемость*, если критерием является размер объекта.

С другой стороны взаимозаменяемость делится на виды: *полная, неполная, внешняя, внутренняя*.

Полная взаимозаменяемость возможна только, когда размеры, форма, механические, электрические и другие количественные и качественные характеристики объекта или сборочных единиц после изготовления находятся в заданных пределах. При полной взаимозаменяемости сборку выполняют без доработки деталей и сборочных единиц. Такое производство называют взаимозаменяемым.

Неполную взаимозаменяемость можно осуществлять не по всем, а только по отдельным геометрическим или функциональным параметрам объекта.

Внешняя взаимозаменяемость – это взаимозаменяемость покупных и сборочных единиц по эксплуатационным показателям, а также по размерам и форме присоединительных поверхностей.

Внутренняя взаимозаменяемость распространяется на детали, сборочные единицы и механизмы, входящие в изделие.

Уровень взаимозаменяемости производства можно характеризовать коэффициентом взаимозаменяемости, равным отношению трудоемкости изготовления взаимозаменяемых деталей и сборочных единиц к общей трудоемкости изготовления изделия. Значение этого коэффициента может быть различным, однако степень его приближения к единице является объективным показателем технического уровня производства.

Для обеспечения взаимозаменяемости на различных уровнях производства продукции разработана система стандартов, устанавливающих единые нормы взаимозаменяемости (например, единая система допусков и посадок).

3.2.4 Понятие о размерах, отклонениях и допусках

Количественно геометрические параметры объектов измерения оцениваются посредством размеров. *Размер* – это числовое значение величины (диаметр, длина, высота и т.п.). Различают номинальные, действительные и предельные размеры.

Номинальный размер – это размер, который служит началом отсчета отклонений и относительно которого определяют предельные размеры. Он получается из кинематических, динамических и прочностных расчетов или выбирается из конструктивных, технологических или других требований. Для деталей, составляющих соединение, номинальный размер является общим.

Действительный размер – размер, установленный в результате измерения с погрешностью, не превышающей допустимую погрешность.

Алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами называется *действительным отклонением*.

Предельные размеры – это два предельно допустимых размера (наибольший и наименьший), между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Они устанавливают допустимую неточность изготовления деталей и требуемый характер их соединения.

Для удобства при задании допусков на чертежах используются не предельные размеры, а предельные отклонения. *Предельное отклонение* – это алгебраическая разность между предельным и номинальным размерами.

Разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами называется *допуском*. Допуски, установленные стандартами, называются допусками системы. Для нормирования требуемых уровней точности при измерении линейных размеров установлены качества точности изготовления

деталей. Под *квалитетом точности* понимают совокупность допусков, характеризующихся постоянной относительной точностью (определяемой коэффициентом α) для всех номинальных размеров данного диапазона (например, от 1 до 500 мм). Точность в пределах одного квалитета зависит от номинального размера. Допуск T для любого квалитета определяется по формуле

$$T = \alpha \cdot i, \quad (3.3)$$

где i – единица допуска, мкм;

α – число единиц допуска, зависящее от квалитета и не зависящее от номинального размера.

Из формулы (3.3) следует, что чем больше α , тем больше допуск и, следовательно, меньше точность, и наоборот.

Стандартом установлены следующие 19 квалитетов точности, написанные в порядке понижения точности: 01; 0; 1; 2; ...17. Наибольшее распространение в практике проектирования деталей или соединений нашли квалитеты с 5 по 17. Для размеров до 500 мм единица допуска (в мкм) рассчитывается по формуле

$$i = 0,45\sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D, \quad (3.4)$$

где D – размер в миллиметрах (длина, ширина, высота, диаметр и т.п.).

Допуск условно обозначается ITn , где n – порядковый номер квалитета точности.

Для ограничения количества применяемых угловых размеров стандартами устанавливаются значения рекомендуемых так называемых нормальных углов (таблица 3.10), которые должны применяться при назначении независимых угловых размеров (т.е. размеров, являвшихся исходными при расчетах).

Таблица 3.10

Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3	Ряд 1	Ряд 2	Ряд 3
0°	0°	0°	30°	30°	30°
		15'			35°
	30'	30'		40°	40°
		45'	45°	45°	45°
	1°	1°			50°
		1°30'			55°
	2°	2°	60°	60°	60°
		2°30'			65°
	3°	3°			70°
	4°	4°		75°	75°
5°	5°	5°			80°
	6°	6°			85°
	7°	7°	90°	90°	90°
	8°	8°			100°
		9°			110°

Продолжение таблицы 3.10

	10°	10°	120°	120°	120°
		12°			135°
15°	15°	15°			150°
		18°			165°
20°	20°	20°			180°
		22°			270°
		25°	360°	360°	360°

Допуски на угловые размеры задаются ГОСТ 8908-81, которым предусматривается 17 степеней точности.

Величина допуска определяется в зависимости от длины меньшей стороны L , образующей угол, и обозначается AT_n , где n – степень точности. Это объясняется тем, что точность изготовления и измерения угловых размеров понижается с уменьшением длины сторон угла. Допуски углов могут быть расположены в плюс ($+AT$), в минус ($-AT$) или симметрично ($\pm AT/2$) относительно номинального угла (рисунок 3.1).

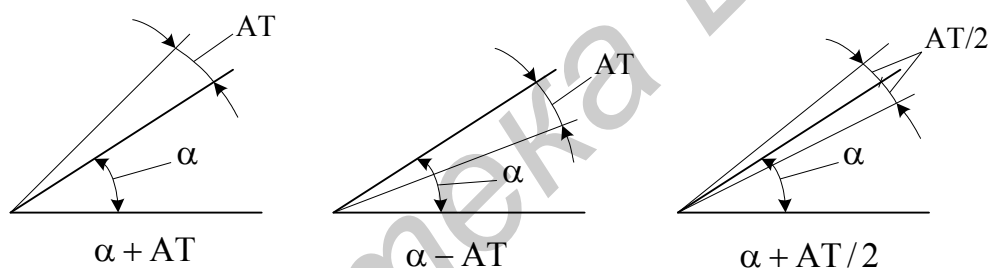


Рисунок 3.1 – Допуски углов относительно номинального угла α

3.2.5 Шероховатость поверхностей деталей

Шероховатость поверхности – совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделенная с помощью базовой длины. Измеряется в микрометрах. Шероховатость относится к микрогеометрии твердого тела и определяет его важнейшие эксплуатационные качества: прежде всего износостойкость поверхности от истирания, прочность, плотность (герметичность) соединений, химическая стойкость, внешний вид. В зависимости от условий работы поверхности назначается параметр шероховатости при проектировании деталей машин.

Требования к шероховатости поверхности устанавливаются ГОСТ 2789-73 «Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения» и ISO 468:1982 «Шероховатость поверхности. Параметры, их значения и общие правила установления технических требований». На рисунке 3.2 представлен нормальный профиль поверхности детали.

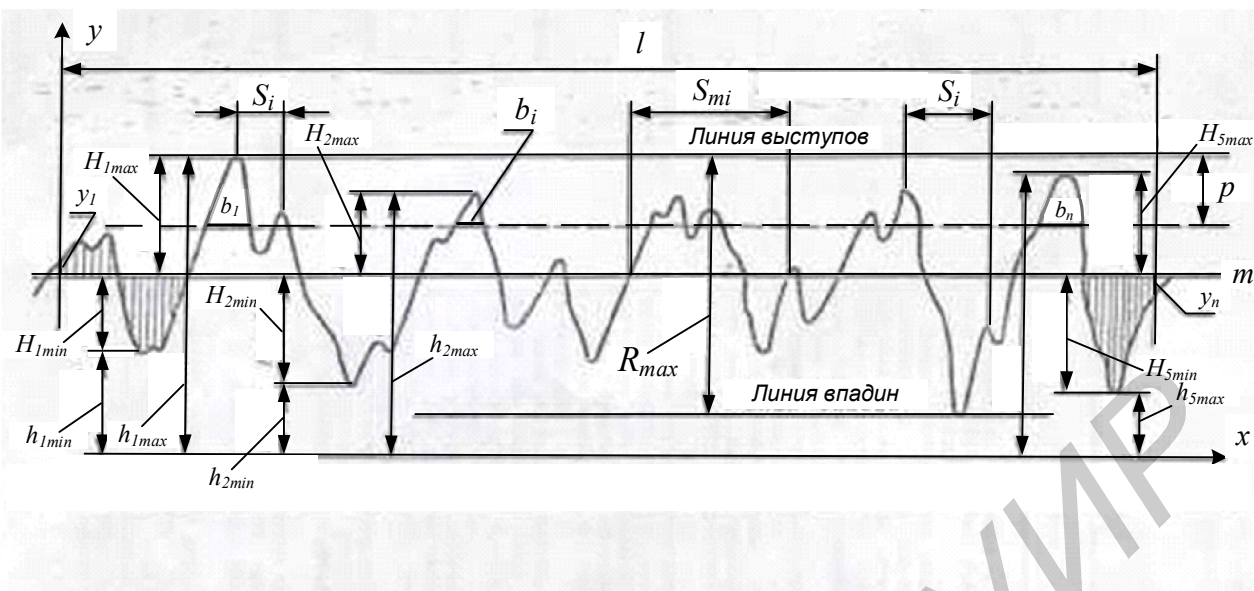


Рисунок 3.2 – Нормальный профиль поверхности и его параметры

К основным параметрам, представленным на рисунке 3.2, относятся:

– l – базовая длина – длина базовой линии, используемая для выделения неровностей, характеризующих шероховатость поверхности (может принимать значения из ряда 0,01; 0,03; 0,08; 0,25; 0,80; 2,5; 8; 25мм);

– m – средняя линия профиля – базовая линия профиля, имеющая форму номинального профиля;

– $H_{i \max}$ – высоты наибольших выступов профиля;

– $H_{i \min}$ – глубины наибольших впадин профиля;

– $h_{i \max}$ – расстояние от высших точек пяти наибольших выступов до линии параллельной средней и не пересекающей профиль;

– $h_{i \min}$ – расстояние от низших точек пяти наибольших впадин до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль;

– y_i – отклонения профиля от средней линии;

– p – уровень сечения профиля (выбирается из ряда 10; 15; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90% от R_{\max});

– b_i – длина отрезков, отсекаемых на уровне p .

Шероховатость поверхности оценивается количественно следующими стандартизованными параметрами:

– R_a – среднее арифметическое отклонение профиля в пределах базовой длины (является предпочтительным из всех параметров)

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \text{ или } R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

где n – число выбранных точек профиля на базовой длине l .

– R_z – высота неровностей профиля по десяти точкам – сумма средних абсолютных значений высот пяти наибольших выступов профиля и глубин пяти наибольших впадин в пределах базовой длины

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |H_{i \max}| + \sum_{i=1}^5 |H_{i \min}|}{5};$$

- R_{\max} – наибольшая высота профиля;
- S_m – средний шаг неровностей профиля в пределах базовой длины;
- S – средний шаг местных выступов профиля в пределах базовой длины;
- t_p – относительная опорная длина профиля – отношение опорной длины профиля к базовой длине (выбирается из ряда 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90 %) и определяется по формуле

$$t_p = \frac{\sum_{i=1}^n |b_i|}{l}.$$

В таблице 3.11 приведены соотношения значений параметра R_a и базовой длины l .

Таблица 3.11

R_a , мкм	l , мм
До 0,025	0,08
св. 0,025 до 0,4	0,25
св. 0,4 до 3,2	0,8
св. 3,2 до 12,5	2,5
св. 12,5 до 100	8,0

В таблице 3.12 приведены соотношения значений параметров R_z , R_{\max} и базовой длины l .

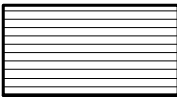
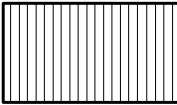
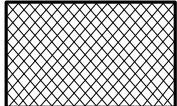
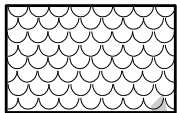

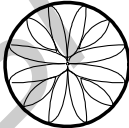
Таблица 3.12

$R_z = R_{\max}$, мкм	l , мм
До 0,10	0,08
св. 0,10 до 1,6	0,25
св. 1,6 до 12,5	0,8
св. 12,5 до 50	2,5
св. 50 до 100	8

Требования к шероховатости поверхности устанавливаются, исходя из функционального назначения поверхности для обеспечения заданного качества изделий и путем указания параметра шероховатости (одного или нескольких) из перечня значений и базовых длин, на которых происходит определение параметров. Если в этом нет необходимости, требования не устанавливаются и шероховатость этой поверхности контролироваться не должна.

Требования к шероховатости не включают требований к дефектам поверхности. Стандартом установлены типы неровностей поверхности (таблица 3.13), которые зависят от способа механической обработки поверхности детали. Например при точении $R_a = 0,4 \dots 3,2$ мкм, при шлифовании $0,025 \dots 0,4$ мкм.

Таблица 3.13

Типы направлений поверхности	Схематическое изображение
Параллельное	
Перпендикулярное	
Перекрещивающееся	
Произвольное	
Кругообразное	
Радиальное	

Библиотека ЕАУМР

4 СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ИНФОРМАТИКЕ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ

Развитие стандартизации непосредственно связано с современным уровнем науки, техники и широким использованием информационных технологий во всех сферах человеческой деятельности. В полной мере это касается радиоэлектроники, отличающейся не только большим многообразием и номенклатурой комплектующих изделий и используемых материалов, но и высоко-эффективными технологиями.

4.1 Технические нормативные правовые акты, применяемые в радиоэлектронике

4.1.1 Комплексные системы стандартов

На основе комплексной стандартизации разработаны и продолжают функционировать (теперь уже на территории стран СНГ) системы межгосударственных стандартов, каждая из которых охватывает определенную сферу деятельности. Некоторые комплексные системы стандартов, имеющие широкое применение в информационных технологиях и радиоэлектронике, приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Наименование системы стандартов	Обозначение системы стандартов межгосударственного уровня	Обозначение системы стандартов национального уровня
1	2	3
Межгосударственная система стандартизации (МГСС)	ГОСТ 1.	–
Единая система конструкторской документации (ЕСКД)	ГОСТ 2.	–
Единая система технологической документации (ЕСТД)	ГОСТ 3.	–
Система показателей качества продукции	ГОСТ 4.	–
Система менеджмента качества	–	СТБ ISO 9001
Национальная система подтверждения соответствия	–	СТБ 5.
Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК ТЭСИ)	ГОСТ 6.	СТБ 6.

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3
Единая система обеспечения единства измерений (СОЕИ)	ГОСТ 8.	СТБ 8000
Система стандартов пожарной безопасности	–	СТБ 11.
Система стандартов безопасности труда (ССБТ)	ГОСТ 12.	–
Система управления охраной труда (СУОТ)	–	СТБ 18001
Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП)	ГОСТ 15.	–
Охрана природы. Система управления окружающей средой (СУОС)	ГОСТ 17.	–
Единая система программной документации (ЕСПД)	–	СТБ ISO 14001
ГОСТ 19.	–	–
Система стандартов в сфере образования	–	СТБ 22.
Безопасность в чрезвычайных ситуациях	ГОСТ 22.	–
Система технической документации на АСУ	ГОСТ 24.	–
Средства измерения и автоматизации (СИА)	ГОСТ 26.	–
Надежность в технике	ГОСТ 27.	–
Информационная технология	ГОСТ 34.	–
Информационные технологии и безопасность (ИТ)	–	СТБ 34.
Система аккредитации	–	ТКП 50.

Рассмотрим краткую характеристику некоторых приведенных в таблице 4.1 систем стандартов.

МГСС – комплекс межгосударственных стандартов, устанавливающих основные положения, термины, определения межгосударственной системы стандартизации, порядок разработки, принятия, применения, обновления и отмены межгосударственных стандартов.

ЕСКД – комплекс межгосударственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой организациями и предприятиями.

ЕСТД – комплекс межгосударственных стандартов, устанавливающих взаимосвязь, правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения технологической документации.

СОЕИ – комплекс ТНПА, устанавливающих единую номенклатуру, способы представления и оценки метрологических характеристических средств измерений, правила выполнения измерений и оформления их результатов, требования к проведению государственных испытаний, поверки и экспертизы средств измерений. В СОЕИ устанавливаются разрешенные для применения единицы физических величин, правила их воспроизведения и передачи рабочим средствам измерений, порядок поверки и аттестации средств измерений.

ССБТ – комплекс взаимосвязанных межгосударственных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, сохранение здоровья и работоспособности в процессе труда. Эти стандарты распространяются на производственное оборудование, производственные процессы и средства защиты рабочих.

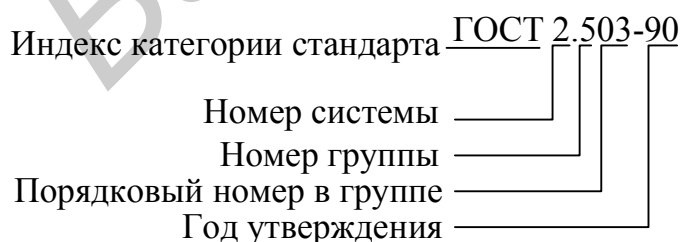
ЕСПД – комплекс межгосударственных стандартов, устанавливающий взаимосвязанные правила разработки, оформления и обращения программ и программной документации. Этот комплекс стандартов позволяет обеспечить обмен программами и применение ранее разработанных программ в новых разработках, автоматизировать процесс изготовления и хранения программной документации.

СИА – комплекс межгосударственных стандартов, учитывающих потребность в измерениях и автоматизации, являющийся основой нормативного обеспечения приборостроения. Этот комплекс стандартов распространяется на средства измерений и автоматизации, производимые в различных отраслях экономики и выполняющие одну или несколько основных функций по восприятию, преобразованию, измерению, обработке, передаче, хранению, отображению и использованию информации.

ИТ – комплекс взаимосвязанных стандартов, связанных с разработкой и использованием компьютеров и программного обеспечения.

ЕСКК ТЭСИ – состоит из совокупности взаимосвязанных классификаторов, технико-экономической и социальной информации, систем их введения, документов по их разработке и внедрению.

Обозначение стандартов входящих в систему состоит из следующих элементов:



4.1.2 Нормативная документация системы обеспечения единства измерений

Комплекс документов СОЕИ является самым мощным по количеству и по качеству из всех действующих систем общетехнических стандартов, правил и норм. Все документы СОЕИ являются результатом научно-технических достижений в области метрологии.

Представление о качественном составе документов, входящих в СОЕИ, можно получить на основании информации, приведенной в таблице 4.2 (по состоянию на 2004 г.).

Таблица 4.2

Вид документа	Группы документов					Общее количество документов
	ОНП	ГПС	МП	МВИ	ОТ	
ГОСТ	22	133	192	27	–	374
ГОСТ Р	19	4	18	5	–	46
ПМГ	2	–	1	–	–	3
ПР	27	–	–	1	–	28
ПР РСК	4	–	–	–	–	4
РД	12	–	38	9	–	59
МУ	–	–	48	3	–	51
И	–	–	34	–	–	34
РМГ	17	–	–	1	–	18
Р	11	1	20	4	–	36
МИ	127	44	1651	290	74	2186
Р РСК	1	–	–	–	–	1
Количество документов в группе	242	182	2002	340	74	2840

Примечание. На январь 2010 г. количество документов вида МИ составляет более 3200.

Все документы системы СОЕИ можно разделить на следующие виды:

- ГОСТ – межгосударственный стандарт;
- ГОСТ Р – стандарт Российской Федерации;
- ПМГ – правила межгосударственной стандартизации;
- ПР – правила по метрологии Российской Федерации;
- ПР РСК – правила Российской системы калибровки;
- РД – руководящий документ;
- МУ – методические указания;
- И – инструкция;
- РМГ – рекомендации по межгосударственной стандартизации;
- Р – рекомендации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации (Росстандарт);

- МИ – метрологические рекомендации НИИ Росстандарта;
- Р РСК – рекомендации Российской системы калибровки.

В зависимости от рассматриваемых аспектов стандартизации все перечисленные виды документов делятся на следующие группы:

- ОНП – общие основополагающие нормы и правила;
- ГПС – государственные поверочные схемы;
- МП – методики поверки средств измерений;
- МВИ – методики выполнения измерений;
- ОТ – общетехнические рекомендации.

Документы группы ОНП охватывают полную сферу метрологической деятельности и устанавливают:

- совокупность узаконенных единиц;
- терминологию в области метрологии;
- требования к воспроизведению и передаче размеров единиц, величин и шкал измерений;
- способы и формы представления результатов измерений и погрешностей;
- методы оценивания погрешности и неопределенности измерений, повторяемости и воспроизводимости результатов измерений;
- комплексы нормируемых метрологических характеристик средств измерений;
- методы установления межповерочных интервалов;
- правила проведения испытаний с целью утверждения типа средства измерения;
- правила проведения поверки и калибровки средства измерения;
- правила осуществления метрологического контроля и надзора;
- типовые задачи, права и обязанности метрологических служб по различным направлениям метрологической деятельности;
- порядок аттестации поверочных, калибровочных, измерительных, испытательных и аналитических лабораторий;
- термины и определения по видам измерений.

Документы группы ГПС устанавливают состав и метрологические характеристики государственных эталонов или установок высшей точности, а также методы и средства (вторичные и рабочие эталоны) передачи размера единиц величин – с указанием их кратких метрологических характеристик – рабочим средствам измерения. Документы ГПС определяют порядок передачи размера единиц.

Документы группы МП включают описания методов и средств поверки, условий и алгоритмов ее проведения, обработки результатов измерений, способов оформления результатов поверки. МП составляют 70 % от общего количества документов СОЕИ.

Документы группы МВИ предназначены для определения с гарантированной точностью значений величин: параметров и характеристик продукции, материалов, технологических процессов и т.д. Они устанавливают нормы погрешности измерений, методы, средства и условия проведения измерений, а также способы обработки их результатов.

4.1.3 Виды стандартов в радиоэлектронике

В радиоэлектронике стандарты по их видам могут быть разделены на две большие группы:

- стандарты на конкретную продукцию или изделия, относящиеся к определенным видам измерений и их качественным параметрам;
- стандарты на общие нормы и требования, не относящиеся к каким-либо конкретным изделиям.

Стандарты *первой группы* включают:

1 Стандарты технических условий (ТУ) и стандарты общих технических условий (ОТУ).

Эти стандарты разработаны на детали и узлы конструктивной элементной базы радиотехнических устройств, радиоизмерительные приборы и массовые изделия электронной техники. Стандарты ОТУ разработаны на группы однотипных изделий, для которых можно установить единые нормы показателей качества.

Например:

ГОСТ 9377-81. Наконечники и бойки алмазные к приборам для измерения твердости металлов и сплавов. Технические условия;

ГОСТ 22261-94. Средства измерения электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

2 Стандарты параметров (размеров), устанавливающие параметрические и размерные ряды изделий по основным показателям качества.

Например:

ГОСТ 4907-81. Резисторы переменные. Ряд номинальных сопротивлений;

ГОСТ 9663-75. Резисторы. Ряд номинальных мощностей рассеивания.

3 Стандарты типов и основных параметров (размеров), регламентирующие кроме основных параметров и размеров также типы, виды и классы изделий по основным эксплуатационным характеристикам и объединяющие группу однотипных изделий.

Например:

ГОСТ 13317-89. Элементы соединения СВЧ-трактов радиоизмерительных приборов. Присоединительные размеры.

4 Стандарты технических требований, устанавливающие требования и нормы, определяющие показатели качества и эксплуатационные и производственные свойства изделий. Эти стандарты содержат оптимальные показатели качества, которые необходимы при разработке и изготовлении изделий.

Например:

ГОСТ 5365-83. Приборы электроизмерительные. Циферблаты и шкалы. Общие технические требования;

ГОСТ 8.395-80. ГСОЕИ. Нормальные условия при поверке. Общие требования.

5 Стандарты методов испытаний относятся, как правило, к группе однородной продукции и на них ссылаются в других стандартах и технических условиях, они устанавливают методы испытаний (контроля, анализа и измерения эксплуатационных характеристик), определяют показатели качества изделий.

Например:

ГОСТ 16842-82. Радиопомехи промышленные. Методы испытания;
СТБ ГОСТ Р 51320-2001. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от промышленных, научных, медицинских и бытовых (ПНМБ) высокочастотных устройств. Нормы и методы испытаний.

6 Стандарты правил маркировки, упаковки и транспортировки, а также правил эксплуатации и ремонта.

Например:

ГОСТ 28883-90 (МЭК 62-74). Коды для маркировки резисторов и конденсаторов.

Ко *второй группе* относятся стандарты на общие требования и нормы.

1 Стандарты типовых технологических процессов (ТТП) на пайку, сварку, герметизацию, радио-электромонтаж и другие операции, являющиеся общими для изделий радиоэлектронной промышленности.

Например:

ГОСТ 23661-79. Платы печатные многослойные. Требования к типовому технологическому процессу прессования;

ГОСТ 17535-77. Детали приборов высокоточные металлические. Стабилизация размеров термической обработки. Типовые технологические процессы.

2 Стандарты организационно-методические. Устанавливают нормы, требования и правила, регламентирующие организацию проведения работ на всех стадиях создания продукции и во всех сферах деятельности предприятий.

Например:

ГОСТ 8.001-80. ГСИ. Организация и порядок проведения государственных испытаний средств измерений;

СТБ 8003-93. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения.

3 Стандарты на общетехнические нормы устанавливают термины, обозначения, единицы измерения и системы документации, например:

ГОСТ 8.417-2003 ГСИ. Единицы величин;

ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования.

Все стандарты системы ЕСКД являются стандартами общетехнических норм.

4 Стандарты на проектно-конструкторские нормы. К ним относятся стандарты на общие специальные и конструкторские нормы, общие нормы на параметры изделий и материалы, на предпочтительные числа, размеры, допуски и посадки, на методики расчета, ряды напряжений и токов, требования к надежности, долговечности, устойчивости к механическим и климатическим воздействиям и др., например:

ГОСТ 8908-81. Нормальные углы и допуски углов;

ГОСТ 30169-94. Система типовых конструкций. Типы и основные размеры.

К стандартам этого вида относятся ограничительные стандарты всех категорий.

4.2 Стандартизация в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ)

4.2.1 Понятие ИКТ как объекта стандартизации

Развитие современного общества неразрывно связано с информационными технологиями, наиболее динамично развивающимися и используемыми во всех направлениях человеческой деятельности. Сейчас уже можно говорить о четвертом информационном секторе экономики, следующим за сельским хозяйством, промышленностью и услугами. Основа индустриального общества – капитал и труд уступают место информации и знаниям.

Для правильного представления места и роли стандартизации в области ИКТ, необходимо дать определение этому понятию как объекту стандартизации.

ИКТ – совокупность методов, производственных процессов и промышленно-технических средств, объединенных в технологическую цепочку с целью сбора, обработки, хранения, распространения, отображения и использования информации в интересах ее пользователей.

Основными направлениями стандартизации в области ИКТ являются:

- системы автоматической обработки текстов и речи;
- расчетно-логические и эксплуатационные системы;
- интегрированные или гибридные экспертные системы;
- интеллектуальные системы для использования в управлении, проектировании, обучении и т.д.;
- *CALS*-технологии непрерывной информационной поддержки ЖЦП.

Новое поколение ИКТ требует параллельного и опережающего развития программного обеспечения, аппаратного и коммуникационного обеспечения. Поэтому совместимость вновь разрабатываемых интегрированных систем, технологий и услуг стала причиной формирования и внедрения методологии открытых систем, достоинствами которой являются:

- сохранение ранее вложенных инвестиций при построении информационных систем на различных аппаратных и программных платформах;
- обеспечение взаимосвязи, расширяемости, мобильности и совместимости систем;
- переносимости прикладного программного обеспечения и данных;
- дружеский интерфейс по отношению к пользователю.

Методология открытых систем поддерживается крупными разработчиками и изготовителями средств вычислительной техники и средств связи (*Digital, Hewlett-Packard, IBM, Sun Microsystems* и др.), а также пользователями ИКТ. Открытая система представляет исчерпывающий и согласованный набор международных стандартов ИКТ и функциональных стандартов профилей, которые устанавливают требования к интерфейсам, службам и поддерживающим форматам. Развитие и совершенствование базы ТНПА в области ИКТ направлено на достижение следующих целей:

- обеспечение повышения оперативности, устойчивости и эффективности распространения ИКТ во всех сферах деятельности общества и человека;
- создание и поддержание необходимого для устойчивого развития общества уровня информационного потенциала;
- интеграцию в мировое информационное пространство;
- поощрение, внедрение передовых отечественных и зарубежных информационных технологий;
- развитие первичной сети связи передачи данных.

Формирование базы ТНПА в области ИКТ в Республике Беларусь строится на внедрении методов функциональной стандартизации, а также на основе положений и принципов системы ТНис, включая комплексность, согласованность, открытость, целесообразность, актуальность, оптимальность и гармонизацию с международными стандартами.

Основными объектами стандартизации ИКТ являются:

- средства вычислительной техники и сети передачи данных;
- информационное обеспечение и базы данных;
- программное обеспечение;
- информационные системы.

4.2.2 Стандартизация ИКТ на международном и региональном уровнях

Стандартизацией ИКТ на *международном уровне* занимаются три международные организации *ISO, IEC, ITU*.

Одной из важнейших задач, решаемых этими организациями, является устранение ТБТ за счет решения вопросов совместимости средств вычислительной техники, которые в настоящее время входят в состав более 50% продукции, выпускаемой электротехнической и электронной промышленностью.

ISO и *IEC*, а также их совместным техническим комитетом по стандартизации *ISO/IEC/JTC1* разработано более 1500 международных стандартов, охватывающих следующие области ИКТ:

- телекоммуникационный и информационный обмен между системами;
- программное обеспечение;
- средства для цифрового обмена данными;
- идентификационные карточки;
- языки программирования, их среда и интерфейс программного обеспечения;
- компьютерная графика и обработка изображения;
- совместимость информационно-технологического оборудования;
- безопасность информационных технологий;
- автоматический сбор данных;
- управление использованием данных;
- описание документа и языковая обработка;
- пользовательский интерфейс и т.д.

Сектор стандартизации Международного союза электросвязи ИТУ-Т специализируется на разработке рекомендаций, которые обеспечивают интероперабельность (способность системы к взаимодействию с другими системами) коммуникационного сервиса в глобальном масштабе, т.е. сервиса, связанного с передачей данных интегрированных услуг связи: голоса и данных, сообщений и справочной информации.

Международные стандарты образуют в основном взаимосвязанный комплекс базовых стандартов, которые определяют рекомендуемые нормы, правила и требования к компонентам и средствам ИКТ.

На развитие стандартизации в области ИКТ значительное влияние оказывают крупные международные консорциумы (150 консорциумов, работают в области стандартизации ИКТ). Как правило, консорциумы различаются сферами интересов, организационной инфраструктурой и способами финансирования. Вот некоторые из них:

- *ISOC (Internet Society – Общество Интернета, www.isoc.org)* – ассоциация экспертов, отвечающая за разработку стандартов Интернет-технологий;

- *IETF (Internet Engineering Task Force – Рабочая группа инженеров Интернета, www.ietf.org)* решает текущие задачи в области стандартизации и развития Интернет-технологий;

- *IRTF (Internet Research Task Force – Исследовательская группа Интернета, www.irtf.org)* решает проблемные задачи по развитию Интернет-технологий;

- *OMG (Object Management Group – Группа управления объектами, www.omg.org)* – международный консорциум, осуществляющий разработку стандартов унифицированного распределенного программного обеспечения, созданного на принципах объектно-ориентированной модели;

- *ECMA International (European Computer Manufacturers Association International – Европейская ассоциация изготовителей вычислительной техники, www.ecma-international.com)* – международная ассоциация, целью которой служит промышленная стандартизация информационных и коммуникационных систем;

- *W3C (World Wide Web Consortium, www.w3.org)* – консорциум, который специализируется в области разработки и развития стандартов WWW-технологий, таких, как, например, *HTTP, HTML, URL, XML*.

- *ATM Forum (Asynchronous Transfere Mode Forum, www.atmforum.org)* – консорциум, целями которого являются разработка и развитие стандартов широкополосных сетей асинхронного режима передачи данных;

- *DAVIC (Digital Audio-Visual Council – Совет по развитию цифровых аудио- и видеомультимедиа систем, www.davic.org)* – консорциум, осуществлявший разработку и развитие архитектурных, функциональных и информационных моделей и стандартов мультимедиа-сервисов Глобальной информационной инфраструктуры;

– *ECBS (European Commitee for Banking Standards* – Европейский комитет банковских стандартов, www.ecbs.org) отвечает за разработку общеевропейского стандарта для банковской инфраструктуры;

– *EACEM (European Association of Consumer Electronics Manufacturers* – Европейская ассоциация производителей электронных приборов, www.eacem.be) ориентирована на поддержку стандартизации в области индустрии электронных приборов;

– *TeleManagement Forum (www.tmforum.org)* – глобальный консорциум операторов и поставщиков услуг, разрабатывает стандарты в области управления частными сетями и услугами;

– *Open Group (www.opengroup.org)* – организация, сформированная в 1996 г. в результате объединения консорциумов *X/Open* и *Open Software Foundation*, исследует вопросы открытости и бесшовного введения информационных систем в интернет;

– *WFMC (Workflow Management Coalition* – консорциум по управлению потоками работ, www.wfmc.org) занимается разработкой стандартов в области управления потоками работ;

– *Gigabit Ethernet Alliance (www.gigabit-ethernet.org)* – консорциум, целью которого является разработка стандартов технологий *Ethernet* нового поколения (стандарт *IEEE 802.3z* на волоконно-оптические системы связи), обеспечивающих скорость передачи данных 1 Гбит/с.

Альтернативой им является деятельность большого числа конкурирующих компаний (*Motorola, HP, IBM, Sun Microsystems, SCO Group, Novell* др.), производящих совместимую серийную технику, стандарты которой становятся международными «де-факто» (в международной практике – одна из форм признания, означающая официальное, но еще не юридическое признание).

Работы по стандартизации ИКТ также проводятся промышленными профессиональными организациями, среди которых следует особо выделить Институт инженеров по электротехнике и электронике (*IEEE*). Первый стандарт по разработке программного обеспечения был создан *IEEE* еще в 1979 г. К 1990 г. *ISO/IEC JTC 1/SC 7* разработал 8 стандартов (6 действуют и в настоящее время), *IEEE* к этому времени уже разработал 14 стандартов по программному обеспечению, число которых возросло до 27 к 1994 г., сейчас их более 50.

На региональном уровне в странах ЕС координацию работы по стандартизации и обеспечению качества ИКТ проводят: Европейский комитет по стандартизации (*CEN*), Европейский комитет по стандартизации в электротехнике (*CENELEC*), Европейский институт по стандартизации в области электросвязи (*ETSI*). Кроме указанных организаций в работе по созданию стандартов ИКТ участвуют и специализированные региональные организации, которыми разработано более 600 европейских стандартов в области ИКТ:

– уже указанная выше *ECMA International*;

– Европейская конференция почтовой и телеграфной связи (*CEPT*);

– Европейский комитет по сертификации в области информационных технологий (*ECITC*).

Одной из главных тенденций процесса стандартизации является все более тесная интеграция деятельности различных организаций, направленная на создание единой системы стандартизации информационного общества.

Основным направлением работ по стандартизации ИКТ в Республике Беларусь является использование международных достижений и принятие международных стандартов в качестве государственных.

4.2.3 Стандартизация *CALS*-технологий и информационной безопасности

4.2.3.1 Стандарты *CALS*-технологий

Первые шаги в организации единого информационного пространства были предприняты еще в 80-х годах в оборонном комплексе США в связи с возникшей необходимостью обеспечения оперативного обмена данными между заказчиком, производителем и потребителем вооружений и военной техники. Эта концепция была использована для повышения эффективности управления, сокращения бумажного документооборота и связанных с ним затрат. Она изначально охватывала этапы производства и эксплуатации средств вооружений и военной техники и расшифровывалась как *Computer Aided Logistic Support (CALS, компьютерная поддержка поставок)*.

Доказав свою эффективность, концепция *CALS*-технологий начала активно применяться в промышленности, строительстве, транспорте и других отраслях экономики, расширяясь и охватывая все этапы ЖЦП от маркетинга до утилизации. Новая концепция сохранила существующую аббревиатуру, но получила более широкую трактовку: *Continuous Acquisition and Life Cycle Support* (непрерывная информационная поддержка ЖЦП).

Информационная интеграция всех процессов ЖЦП в рамках международного сотрудничества потребовало разработки и применения международных *CALS*-стандартов. В основном эти стандарты определяют формат и содержание информационных моделей продукции, ее жизненных циклов и производственной среды, в которой она создается. Основными направлениями стандартизации *CALS*-технологий являются:

- методология структурного системного анализа и проектирования (*Structured Analysis and Design Technics – SADT*);
- технологии описания продукта и документации на основе *ISO 10303 (STEP)*, *ISO 13584 (PLIB)*, *ISO 8879 (SGML)*, *ISO 9735 (UN/EDIFACT)*.

В первом приближении можно выделить пять основных групп стандартов *CALS*-технологий:

- функциональные стандарты, определяющие процессы и методы формализации данных об изделии и процессах;
- информационные стандарты по описанию данных об изделии и процессах;

– стандарты технического обмена, контролирующие носители информации и процессы обмена данными между передающими и принимающими системами;

– стандарты в области защиты информации;

– стандарты электронной цифровой подписи.

В первых *CALS*-проектах использовались уже существующие стандарты военного ведомства США (например, *MIL-STD*, *MIL-PRF*, *MIL-HBK*). Стандарты первого поколения в основном регламентировали форматы данных. Некоторые из них применяются и по сей день, например, *ISO 8879:86* «Обработка информации. Текстовые и конторские системы. Типовой обобщенный язык (*SGML*)». Стандарты *CALS*-технологий активно применяются при разработке и производстве сложной наукоемкой продукции. В первую очередь это такие международные стандарты, как *ISO 10303* «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными», *ISO 13584* «Системы автоматизации производства и их интеграции. Библиотека деталей». Стандарты указанных серий содержат:

– требования к представлению в электронном виде различных типов данных об изделии (состав, структура, чертежи, геометрические модели и т.д.)

– методики испытаний соответствующих программно-технических решений.

Наличие этих стандартов требует внесения изменений и пересмотр более 70 стандартов систем ЕСКД и ЕСТД, а также разработку более 100 государственных стандартов, гармонизированных с международными.

Работы по стандартизации *CALS*-технологий сосредоточены в основном в техническом комитете *ISO TC 184*. Например в *ISO TC 184/SC 4* разрабатывается система стандартов *ISO 10303*. Стандартизация кодов, протоколов и услуг при взаимодействии открытых систем, машинной графики, документооборота, языков программирования, баз данных, технических средств вычислительной техники, используемых в *CALS*-технологиях, выполняется совместным комитетом *ISO/IEC JTC 1* «Информационные технологии».

4.2.3.2 Стандарты информационной безопасности

Информационная безопасность – состояние защищенности информационной среды общества, обеспечивающее ее формирование, использование и развитие в интересах граждан, организаций, государства. *Защита информации* представляет собой деятельность по предотвращению утечки информации, несанкционированных и непреднамеренных воздействий на защищаемую информацию, т. е. процесс, направленный на достижение этого состояния. В качестве стандартной модели безопасности часто используется модель *CIA*:

– *C* – конфиденциальность (*confidentiality*) – доступность информации только определенному кругу лиц;

– *I* – целостность (*integrity*) – гарантия существования информации в исходном виде;

– *A* – доступность (*availability*) – возможность получения информации авторизованным пользователем в нужное для него время.

К перечисленным выше можно добавить и другие категории информационной безопасности:

- аутентичность – возможность установления автора информации;
- апеллируемость – возможность доказать, что автором является именно заявленный человек, а не другой.

Внимание к информационной безопасности закономерно. Вот некоторые статистические данные, объясняющие ее актуальность. Если коммерческая организация допускает утечку более 20% важной внутренней информации, то в 60 случаях из 100 она банкротится. Утверждают также, что 93% компаний, лишившихся доступа к собственной информации на срок более 10 дней, покинули бизнес, причем половина из них заявила о своей несостоятельности сразу же. По статистическим данным Национального отделения ФБР США по компьютерным преступлениям, от 85 до 97% нападений на корпоративные сети не только не пресекаются, но даже и не обнаруживаются. Специальная группа экспертов провела анализ защищенности военных информационных систем; в 88% случаях несанкционированное проникновение посторонних в эти системы было успешным.

Таким образом, защита информации по своим характеристикам и затратам должна быть соразмерной масштабам угроз.

Как следует из определения, информационная безопасность не обеспечивает абсолютную защиту, и ее можно трактовать как предупредительные действия, которые позволяют защитить информацию и оборудование от угроз и несанкционированного использования. Способы защиты информации постоянно меняются, как меняется наше общество и технологии. Но какие бы сложные шифры и современные технические средства ни использовали для защиты информации, в любой системе безопасности существует самое слабое звено – это человеческий фактор. И этому есть много исторических подтверждений.

Кроме субъективных причин безопасности существуют и технические, обусловленные особенностью работы любых электронных систем, т.е. наличием излучения. Например, блок шифрования посылает зашифрованное сообщение по телефонной линии, а вместе с ним передается и электрический сигнал от исходного сообщения. Следовательно, при наличии хорошей аппаратуры исходное сообщение можно восстановить.

Проблема защиты излучения привела к созданию в США программы «*TEMPEST*», в рамках которой разработаны стандарты на электрическое излучение компьютерных систем, используемых в секретных организациях. Целью программы было уменьшение уровня излучения, которое может быть использовано для сбора информации.

В 1983 г. Министерством обороны США разработан стандарт *MIL 5200.28 Trusted Computing System Evaluation Criteria (TCSEC)* (Критерий оценки безопасности компьютерных систем). Из-за цвета обложки он получил название «Оранжевая книга». Эта модель базировалась на правительственной концепции уровней классификации информации (несекретная, конфиденциальная,

секретная, совершенно секретная) и уровней допуска. В Европе критерием оценки безопасности служил стандарт *ITSEC – Information Technology Security Evaluation Criteria* (Критерий оценки безопасности информационных технологий).

TCSEC и его европейский аналог *ITSEC* были пересмотрены и в рамках *ISO* разработан новый стандарт безопасности *ISO/IEC 15408* (его аналог версии 1999 г. – СТБ 34.101.1-3-2004), в настоящее время принятый в новой редакции 2005 года и состоящий из трех частей. Этот стандарт известен под названием «*Common Criteria for Information Technology Security Evaluation*» (*CCITSE*) (Критерий оценки безопасности информационных технологий). Критерии, сформулированные в *TCSEC*, *ITSEC* и *CCITSE*, определяют разбиение компьютерных систем на 4 основных уровня безопасности (*A, B, C, D*). Уровень *A* самый высокобезопасный. Далее следует уровень *B*, внутри которого в порядке понижения безопасности идут классы *B3, B2, B1*. Затем наиболее распространенный уровень *C* (с классами *C2* и *C1*). Самый низкий уровень – *D*, включающий системы, которые не смогли получить аттестацию по заявленным выше классам. Для каждого класса определены функциональные требования и требования гарантированности, которым должна удовлетворять система, чтобы соответствовать определенному уровню сертификации.

Главная идея современной концепции безопасности сосредоточена в так называемых профилях защиты (ПЗ), определяющих различные среды безопасности, в которые может быть помещена компьютерная система (например: ПЗ систем управления базами данных, ПЗ межсетевых экранов, ПЗ операционных систем, ПЗ систем управления доступом). В настоящее время разработано более 20 ПЗ. Компьютерные системы проходят оценку на соответствие этим профилям и сертифицируются. При покупке системы организация имеет возможность выбрать профиль, наиболее полно соответствующий ее потребностям, и подобрать аппаратуру, сертифицированную по этому профилю. Следуя компромиссу между требованиями безопасности, эффективностью системы и ее ценой, подавляющее большинство компаний стремится сегодня получить сертификат по классу *C2*. Сертификат включает также уровень доверия, т.е. заложенный уровень секретности, соответствующий профилю функциональных возможностей.

Однако технологии компьютерных систем слишком быстро развиваются по сравнению с программой сертификации. Новые версии операционных систем и аппаратных средств возникают и находят свои рынки сбыта еще до того, как более старые версии и системы проходят сертификацию. За то время, которое требуется системам для прохождения сертификации, они успевают устареть.

В настоящее время на международном уровне в сфере информационной безопасности разработано более 60 международных стандартов. Международные стандарты (*BS 7799-1-2-3:2005(6)*, *ISO/IEC 17799:2005*, *ISO/IEC 27001*, *27002*, *27005:2005*) представляют собой сборник рекомендаций по развертыванию системы управления информационной безопасностью для сотрудников организаций, ответственных за разработку, реализацию и обеспечение защиты информации. Эти основополагающие стандарты

формируют общую основу для разработки стандартов безопасности отдельных организаций, эффективных правил по поддержанию этой безопасности и обеспечению конфиденциальности торговых связей между организациями. На национальном уровне вышеперечисленные международные стандарты вступают в силу после их принятия в качестве национальных стандартов.

4.2.3.3 Стандартизация языков программирования

Процесс создания ИКТ определил появление разнообразных знаковых систем для записи алгоритмов – языков программирования.

Язык программирования – формальная знаковая система, предназначенная для записи программ. Программа обычно представляет собой некоторый алгоритм, понятный для разработчика и исполнителя (например компьютера). Язык программирования определяет набор лексических, синтаксических и семантических правил, используемых при составлении компьютерной программы. Он позволяет программисту точно определить, на какие события будет реагировать компьютер, как будут храниться и передаваться данные, а также какие именно действия следует выполнять над этими данными при различных обстоятельствах.

Со времени создания первых программируемых машин человечество придумало уже более 8500 языков программирования, число которых каждый год увеличивается. Некоторыми языками умеет пользоваться только небольшое число их собственных разработчиков, другие становятся известны миллионам людей.

У истоков развития вычислительной техники, программы создавались непосредственно в машинных кодах. Переход к символическому кодированию машинных команд был связан с появлением языка программирования *Assembler*. Новые возможности вычислительной техники привели к созданию в 1954 г. первого языка программирования высокого уровня – *Fortran*, который используется и в настоящее время для научных вычислений. В 1960 г. был создан язык программирования для коммерческих приложений *Cobol*. В 1964 г. *IBM* создала язык *PL/I*, который был призван заменить *Cobol* и *Fortran*, но так и не нашел широкого применения. В 1963 г. появился язык программирования *BASIC* – многоцелевой язык символических инструкций для начинающих. В 1960 г. был создан язык программирования *Algol*.

Дальнейшее развитие языков программирования пошло в сторону более глубокого абстрагирования. В 1970 г. создан язык для структурного программирования *Pascal*. В 1969 – 1973 гг. для использования в операционной системе *UNIX* был разработан язык программирования *C*, позволяющий работать с данными так же эффективно, как и *Assembler*, предоставляя при этом структурированные управляющие конструкции и абстракции высокого уровня (структуры и массивы). В 1986 г. создана первая версия языка *C++*. Язык стал основой для разработки современных больших и сложных проектов. В 1995 г. в корпорации *Sun Microsystems* был создан язык *Java*. В 1999 – 2000 гг. в корпорации *Microsoft* создают язык прикладного уровня *C#* для *CLR (Common Language Runtime)*, ориентированный на разработку многокомпонентных

Интернет-приложений. В 1983 г. под эгидой Министерства Обороны США был создан язык *Ada*, который широко используется в военных и других крупномасштабных проектах.

Кроме перечисленных языков было разработано большое количество языков, ориентированных на специфическое применение: *APL (Application Programming Language)*, *Snobol*, *Icon*, *Perl*, *SETL*, *Lisp* и др.

В последнее время в связи развитием Интернет-технологий, широким распространением высокопроизводительных компьютеров и рядом других факторов получили распространение так называемые скриптовые языки, первоначально используемые в качестве внутренних управляющих языков во всякого рода сложных системах.

Этот краткий экскурс дает представление о многообразии существующих языков. При этом нет универсального языка программирования, предназначенного «для всеобщей применимости». Есть преимущества одного языка над другим при решении конкретной задачи в конкретных условиях. Разумеется, прежде чем приступить к использованию нового языка, нужно внимательно изучить все его особенности, включая возможность эффективной реализации, взаимодействия с существующими модулями и т. п., и только после этого принимать решение.

Общая тенденция развития языков программирования заключается в их все большей абстрактности. С одной стороны, повышение уровня абстракции сопровождается падением эффективности. С другой стороны, влечет за собой повышение уровня надежности программирования. Все исследования в области языков программирования направлены на минимизацию совершения ошибок при написании программного продукта.

В широком смысле слова язык программирования может быть представлен в виде набора спецификаций, определяющих:

- систему правил поведения языковых конструкций, т.е. смысловое значение (семантика);
- структуру программ в виде набора символов (синтаксис).

В общем случае язык программирования строится в соответствии с той или иной базовой моделью вычислений, стилем написания программ и используемыми библиотеками. Языки программирования ранее были рассчитаны на использование американского стандартного кода, предназначенного для обмена информацией – *ASCII (American Standard Code for Information Interchange)*, разработанного *ANSI X3.4*. Использование *ASCII* было необходимым и достаточным условием для записи любых конструкций языка. Расширенная версия *ASCII*, предусматривающая возможность размещения национальных символов, стандартизована на международном уровне – *ISO/IEC 646:1991* (его аналог – *ECMA-6*). Впоследствии оказалось удобнее использовать другие кодовые страницы. Например, стандарты серии *ISO 8859* устанавливают 8-битовую кодировку символов, а *ISO/IEC 10464* – единый набор символов кодировки (последняя версия *Unicode 5.1* стандартизована в 2008 г.).

При создании нового языка программирования разработчиками формируется частный стандарт. Если язык получает широкое распространение,

то со временем появляются различные версии компиляторов, которые приводят к расширению первоначальных возможностей языка, не точно следующих частному стандарту, и таким образом, созданию множества несовместимых реализаций. Для приведения наиболее популярных реализаций языка в соответствие друг с другом необходимо разработать стандарт этого языка.

Стандартизацию языков программирования осуществляют в основном Американский национальный институт стандартов *ANSI*, Институт инженеров по электротехнике и электронике *IEEE* и Международная организация по стандартизации *ISO* в рамках совместного с *IEC* технического комитета - *ISO/IEC JTC 1*. В таблице 4.3 перечислены стандарты некоторых языков программирования, разработанные подкомитетом *ISO/IEC JTC 1 SC 22* «Языки программирования, их среды и системные интерфейсы программного обеспечения».

Таблица 4.3

Номер стандарта	Название стандарта	Номер рабочей группы <i>ISO/IEC JTC 1 SC 22</i> , отвечающей за стандартизацию
<i>ISO/IEC 7185:1990</i>	Язык программирования <i>Pascal</i>	WG 02
<i>ISO/IEC 1989:2002</i>	Язык программирования <i>COBOL</i>	WG 04
<i>ISO/IEC 1539:1998</i>	Язык программирования <i>Fortran</i>	WG 05
<i>ISO 1538:1984</i>	Язык программирования <i>Algol 60</i>	WG 06
<i>ISO/IEC 8652:1995</i>	Язык программирования <i>Ada</i>	WG09
<i>ISO/IEC 10514:1996</i>	<i>Modula-2</i>	WG 13
<i>ISO/IEC 9899:1999</i>	Язык программирования <i>C</i>	WG 14
<i>ISO/IEC 13816:2007</i>	Язык программирования <i>ISLISP</i>	WG 16
<i>ISO/IEC 14882:2003</i>	Язык программирования <i>C++</i>	WG 21
<i>ISO/IEC 23270:2006</i>	Информационные технологии. Язык программирования <i>C#</i>	

4.3 Стандартизация измерительных радиотехнических сигналов

Стандартизация является одним из методов упорядочения терминологии, при котором устанавливается одно однозначное соответствие термина и выражаемого понятия. Установление терминов и определений основных понятий, применяемых в любой области деятельности, позволяет обеспечить:

- единообразие и непротиворечивое понимание в этой области;
- взаимопонимание между различными пользователями стандартов;
- создание единого технического языка.

С этой целью разрабатываются стандарты на термины и определения. Примером такого стандарта является ГОСТ 16465-70 «Сигналы радиотехнические измерительные. Термины и определения», в соответствии с которым установлены основные понятия в области измерительных радиотехнических сигналов, получаемых с помощью измерительных генераторов тока и напряжения.

4.3.1 Классификация характеристик радиоизмерительных сигналов

Общая классификация характеристик измерительных радиотехнических сигналов приведена на рисунке 4.2.



Рисунок 4.2 – Классификация характеристик измерительных радиотехнических сигналов

В общем случае *сигнал* – это изменяющаяся физическая величина, отображающая сообщение. Особенностью *радиотехнических сигналов* является использование электрических величин тока, напряжения и напряженности электромагнитного поля. Для этих сигналов характерно то, что они заранее не известны получателю сообщения. Особенностью *измерительных радиотехнических сигналов*, полученных с помощью измерительных генераторов, является то, что их свойства известны заранее. После прохождения через исследуемую цепь (с неизвестными характеристиками) сигнал изменяется. Сравнивая сигналы на входе и выходе можно измерить параметры и характеристики исследуемой цепи.

В теоретических исследованиях и инженерных расчетах используется математическая модель сигнала, представляющая собой математическое идеализированное описание сигнала, сохраняющее те его свойства, которые существенны для решаемой задачи. Для математического описания сигнала используются математические характеристики, представляющие собой функции, параметры функций и их функционалы. Рассмотрим основные термины и определения понятий, приведенных на рисунок 4.2.

Характеристики сигналов – количественные данные, описывающие сигналы.

Математические характеристики сигналов – характеристики сигналов, выражаемые с помощью функций, параметров функций и функционалов при математическом описании сигналов.

Общие характеристики сигнала – математические характеристики сигнала, рассматриваемого как единое целое.

Детерминированный сигнал – сигнал, мгновенные значения которого в любой момент времени известны. Общие характеристики детерминированных сигналов могут быть найдены расчетным путем.

Импульсный сигнал – детерминированный сигнал конечной энергии существенно отличный от нуля в течение ограниченного интервала времени, соизмеримого с временем установления переходного процесса в системе, для воздействия на которую этот сигнал предназначен.

Периодический сигнал – детерминированный сигнал, мгновенные значения которого повторяются через равные промежутки времени.

$$x(t) = x(t - iT),$$

где i – любое целое число, T – период следования.

Случайный сигнал – сигнал, мгновенные значения которого являются случайными величинами.

Эргодический сигнал – случайный сигнал, любая вероятная характеристика которого, полученная усреднением по множеству возможных реализаций с вероятностью, сколь угодно близкой к 1, равна временному среднему, полученному усреднением за достаточно большой промежуток времени одной реализации.

Стационарный случайный сигнал – случайный сигнал, у которого плотность вероятности любой совокупности мгновенных значений не изменяется при любом сдвиге этой совокупности во времени:

$$p_{\Pi}(x_1, t_1; x_2, t_2; \dots; x_n, t_n) = p_{\Pi}(x_1, t_1 + \tau; x_2, t_2 + \tau; \dots; x_n, t_n + \tau),$$

где τ – произвольный интервал времени.

Нестационарный случайный сигнал – случайный сигнал, у которого плотность вероятности некоторых совокупностей мгновенных значений изменяется при сдвиге этой совокупности во времени:

$$p_{\Pi}(x_1, t_1; x_2, t_2; \dots; x_n, t_n) \neq p_{\Pi}(x_1, t_1 + \tau; x_2, t_2 + \tau; \dots; x_n, t_n + \tau).$$

Взаимные характеристики сигналов – математические характеристики нескольких сигналов.

Характеристики взаимодействия сигналов – взаимные характеристики сигналов, описывающие их взаимодействие при образовании из них нового сигнала. Сигнал, образованный в результате взаимодействия нескольких сигналов, является детерминированным, если детерминированы все исходные сигналы, в противном случае он является случайным.

Аддитивный сигнал – сигнал, мгновенные значения которого являются суммой мгновенных значений двух или более сигналов, взятых в один и тот же момент времени:

$$x_a(t) = \sum_{i=1}^k x_i(t),$$

где $k \geq 2$ – целое число.

Если один из сигналов, образующих аддитивный сигнал, считается полезным, то другие – мешающими и называются помехой или шумом.

Мультипликативный сигнал – сигнал, мгновенное значение которого пропорционально произведению мгновенных значения двух или более сигналов, взятых в один и тот же момент времени

$$x_m(t) = c \prod_{i=1}^k x_i(t),$$

где $k \geq 2$ – целое число, $c = \text{const}$.

Модулированный сигнал – сигнал, являющийся результатом модуляции, т.е. взаимодействия двух или более сигналов. *Модуляция* – физический процесс, заключающийся в изменении любого параметра исходного сигнала по закону модуляции. Если модулируемый сигнал является гармоническим, то в зависимости от параметра, подвергаемого в соответствии с законом модуляции изменению (амплитуды, частоты, начальной фазы), различают: амплитудную (АМ); частотную (ЧМ); фазовую (ФМ) модуляции.

Соответствующие модулированные сигналы называются: а) амплитудно-модулированным (АМ-сигнал), б) частотно-модулированным (ЧМ-сигнал) и в) фазово-модулированным (ФМ-сигнал). Частотная и фазовая модуляции часто именуются общим термином угловая модуляция.

Характеристики взаимосвязи сигналов – взаимные характеристики нескольких взаимосвязанных сигналов, не образующих нового сигнала.

Метрологические характеристики сигналов – количественные данные, определяемые в результате измерения, устанавливающие степень соответствия сигнала заранее заданному математическому описанию.

Основные параметры сигнала – метрологические характеристики сигнала, имеющие тот же смысл и наименование, что и параметры математического сигнала, для воспроизведения которого предназначен данный измерительный генератор. В измерительных генераторах допускается возможность произвольной установки основных параметров сигнала в пределах определенных диапазонов значений.

Характеристики искажений – метрологические характеристики сигналов, описывающие степень несоответствия сигнала заранее заданному математическому описанию, определяемые таким образом, чтобы их значения обращались в нуль, если сигнал в точности соответствует требуемому математическому описанию.

Коэффициент искажений – характеристика искажений представляет собой безразмерный коэффициент, описывающий отличие реального сигнала на выходе измерительного генератора от заранее заданного математического описания и зависящего от выбранного критерия сравнения сигналов (критерий абсолютного отклонения, критерий среднеквадратического отклонения либо какой-либо другой).

Параметры искажений – характеристики искажений, представляющие собой параметры, описывающие отличие реального сигнала на выходе измерительного генератора от заранее заданного математического описания более детально, чем коэффициент искажений.

4.3.2 Параметры измерительных сигналов

Параметры измерительных радиотехнических сигналов и их общепринятая математическая форма записи приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Термин	Определение	Математическая форма и обозначение величины
1. Измерительный радиотехнический сигнал	Электрическое напряжение или ток, изменяющиеся во времени с заранее известными характеристиками, используемые для измерения параметров радиотехнических цепей и их контроля	$x(t)$, где x – напряжение или ток, t – время
2. Мгновенные значения сигнала	Значения сигнала в заданный момент времени	$x^* = x(t^*)$, где t^* – заданный момент времени
3. Максимальное значение сигнала	Наибольшее мгновенное значение сигнала на протяжении заданного интервала времени	$x_{\max} = \max_{t \in T^*} x(t)$, где $T^* = t_1 - t_2$ – заданный интервал времени
4. Минимальное значение сигнала	Наименьшее мгновенное значение сигнала на протяжении заданного интервала времени	$x_{\min} = \min_{t \in T^*} x(t)$
5. Постоянная составляющая сигнала	Среднее значение сигнала	$\bar{x} = \lim_{T_y \rightarrow \infty} \frac{1}{T_y} \int_0^{T_y} x(t) dt$ T_y – интервал времени усреднения
6. Переменная составляющая сигнала	Разность между сигналом и его постоянной составляющей	$x_{\sim}(t) = x(t) - \bar{x}$
7. Пиковое отклонение «вверх»	Наибольшее мгновенное значение переменной составляющей сигнала на протяжении заданного интервала времени	$x_{\text{ВВ}} = \max_{t \in T^*} x_{\sim}(t)$

Продолжение таблицы 4.4

Термин	Определение	Математическая форма и обозначение величины
8. Пиковое отклонение «вниз»	Наименьшее мгновенное значение переменной составляющей сигнала на протяжении заданного интервала времени, взятое по модулю	$x_{\text{ВН}} = \left \min_{t \in T^*} x_{\sim}(t) \right $
9. Размах сигнала	Разность между максимальным и минимальным значениями сигнала на протяжении заданного интервала времени	$R = x_{\text{max}} - x_{\text{min}} = x_{\text{ВВ}} + x_{\text{ВН}}$
10. Средневыпрямленное значение сигнала	Среднее значение модуля сигнала	$x_{\text{СВ}} = \overline{ x(t) }$
11. Среднеквадратическое значение сигнала	Корень квадратный из среднего значения квадрата сигнала	$x_{\text{СК}} = \sqrt{\overline{x^2(t)}}$
12. Средняя мощность сигнала, выделяемая на сопротивлении 1 Ом	Среднее значение квадрата сигнала	$\bar{P}_1 = \overline{x^2(t)}$
13. Энергия сигнала, выделяемая на сопротивлении 1 Ом	Интеграл из квадрата сигнала по всей оси времени	$E = \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t) dt$

Продолжение таблицы 4.4

Термин	Определение	Математическая форма и обозначение величины
Характеристики импульсов		
14. Спектральная функция импульса	Комплексная функция, представляющая собой преобразование Фурье от импульса	$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-j \cdot \omega \cdot t} dt = S(\omega) \cdot e^{-j \cdot \arg S(\omega)} =$ $= \operatorname{Re} S(\omega) - j \operatorname{Im} S(\omega), \text{ где } \omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} - \text{круговая частота, } x(t) - \text{импульс. Действительная часть спектральной функции импульса:}$ $\operatorname{Re} S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot \cos \omega t dt.$ <p>Мнимая часть спектральной функции импульса:</p> $\operatorname{Im} S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot \sin \omega t dt$
15. Модуль спектральной функции импульса	-	$ S(\omega) = \sqrt{\operatorname{Re}^2 S(\omega) + \operatorname{Im}^2 S(\omega)}$
16. Аргумент спектральной функции импульса	-	$\arg S(\omega) = \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{Im} S(\omega)}{\operatorname{Re} S(\omega)}$

Продолжение таблицы 4.4

Термин	Определение	Математическая форма и обозначение величины
Характеристики периодических сигналов		
17. Период периодического сигнала	Параметр, равный наименьшему интервалу времени, через который повторяются мгновенные значения периодического сигнала	T
18. Частота периодического сигнала	Параметр, представляющий собой величину, обратную периоду периодического сигнала	$F = \frac{1}{T}$
19. Комплексный спектр периодического сигнала	Комплексная функция дискретного аргумента, равного целому числу значений частоты периодического сигнала, представляющего собой значение коэффициентов комплексного ряда Фурье для периодического сигнала	$A(n \cdot \omega) = \frac{2}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t) \cdot e^{-j \cdot n \cdot \omega \cdot t} dt,$ <p>где n – любое целое число</p>
20. Амплитудный спектр периодического сигнала	Функция дискретного аргумента, представляющая собой модуль комплексного спектра периодического сигнала	$ A(n\omega) = \sqrt{Re^2 A(n\omega) + Im^2 A(n\omega)}$
21. Фазовый спектр периодического сигнала	Функция дискретного аргумента, представляющая собой аргумент комплексного спектра периодического сигнала	$\phi(n\omega) = \arg A(n\omega) = \arctg\left(\frac{Im A(n\omega)}{Re A(n\omega)}\right)$
22. Гармоника	Гармонический сигнал с амплитудой и начальной фазой, равными соответственно значениям амплитудного и фазового спектра периодического сигнала при некотором значении аргумента	$x_i(t) = A_i \cdot \sin(i\omega \cdot t + \varphi_i),$ <p>где i – номер гармоники</p>

Продолжение таблицы 4.4

Термин	Определение	Математическая форма и обозначение величины
Характеристики случайных сигналов		
23. Одномерная плотность вероятности	Функция, равная пределу отношения вероятности пребывания случайного сигнала в некотором интервале значений к ширине этого интервала при стремлении его к нулю, причем ее аргументом является значение, к которому стягивается интервал	$p_1(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P \left[x - \frac{\Delta x}{2} \leq x(t) \leq x + \frac{\Delta x}{2} \right]}{\Delta x},$ <p>где P – вероятность Δx – ширина интервала</p>
24. Корреляционная функция	Функция, равная среднему значению произведения переменной составляющей случайного сигнала к такой же переменной составляющей, но запаздывающей на заданное время. Корреляционная функция характеризует статистическую связь между мгновенными значениями случайного сигнала, разделенными заданным интервалом времени	$R(\tau) = \overline{x_{\sim}(t) \cdot x_{\sim}(t-\tau)},$ <p>где τ – время запаздывания (см. термин 35)</p>
25. Нормированная корреляционная функция	Функция, равная отношению корреляционной функции случайного сигнала к его дисперсии	$r(\tau) = \frac{R(\tau)}{x_{\sim}^2(t)}$
26. Энергетический спектр	Функция, представляющая собой преобразование Фурье от корреляционной функции, аргументом которой является частота	$W(\omega) = 4 \cdot \int_0^{\infty} R(\tau) \cdot \cos \omega \cdot \tau d\tau$

Продолжение таблицы 4.4

Термин	Определение	Математическая форма и обозначение величины
Характеристики взаимодействия сигналов		
27. Отношение сигнал-помеха	Отношение величин, характеризующих интенсивности сигнала и помехи в качестве величин, характеризующих интенсивности сигнала и помехи	
28. Коэффициент модуляции «вверх»	Коэффициент, равный отношению пикового отклонения «вверх» закона модуляции к его постоянной составляющей при амплитудной модуляции	$M_B = \frac{A_B}{\bar{A}} \cdot 100\%, \text{ где } A_B = \max_{t \in T} A_{\sim}(t) - \text{пиковое отклонение «вверх» закона модуляции,}$ $\bar{A} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T A(t) dt - \text{постоянная составляющая закона модуляции, } A(t) = A_{\sim}(t) + \bar{A} - \text{закон модуляции}$
29. Коэффициент модуляции «вниз»	Коэффициент, равный отношению пикового отклонения «вниз» закона модуляции к его постоянной составляющей при амплитудной модуляции. Например, при гармоническом законе модуляции $M = M_B = M_H = \frac{A}{\bar{A}} \cdot 100\% - \text{коэффициент модуляции}$	$M_H = \frac{A_H}{\bar{A}} \cdot 100\%,$ $A_H = \left \min_{t \in T} A_{\sim}(t) \right - \text{пиковое отклонение «вниз» закона модуляции}$

Продолжение таблицы 4.4

Термин	Определение	Математическая форма и обозначение величины
30. Девиация частоты «вверх»	Пиковое отклонение «вверх» закона модуляции при частотной модуляции	$f_{\text{дв}} = \max_{t \in T} f_{\sim}(t),$ <p>где $f_{\sim}(t) = f(t) - \bar{f}$ – переменная составляющая закона модуляции при частотной модуляции, $f(t)$ – закон модуляции при частотной модуляции (мгновенная частота), \bar{f} – постоянная составляющая закона модуляции при частотной модуляции (средняя частота)</p>
31. Девиация частоты «вниз»	Пиковое отклонение «вниз» закона модуляции при частотной модуляции. Если $f_{\text{дв}} = f_{\text{дн}} = f_{\text{д}}$ как, например, при гармоническом законе модуляции, то величина $f_{\text{д}}$ - девиация частоты	$f_{\text{дн}} = \left \min_{t \in T} f_{\sim}(t) \right $
32. Индекс угловой модуляции	Пиковое отклонение закона модуляции фазомодулированного сигнала при гармоническом законе модуляции	$\Theta = \max_{t \in T} \varphi_{\sim}(t) = \max_{t \in T} [\varphi(t) - \bar{\varphi}],$ <p>где $\varphi(t) = \varphi_{\sim}(t) + \bar{\varphi} =$ $= \Theta \cdot \sin(\Omega \cdot t + \psi) + \varphi_0$ – закон модуляции при фазовой модуляции, здесь Ω – частота модулирующего сигнала, ψ – начальная фаза модулирующего сигнала, φ_0 – начальная фаза модулируемого сигнала</p>

Продолжение таблицы 4.4

Термин	Определение	Математическая форма и обозначение величины
Характеристики взаимосвязи сигналов		
33. Взаимно-корреляционная функция (ВКФ)	Функция, равная среднему значению произведения переменной составляющей одного случайного сигнала и запаздывающей на заданное время переменной составляющей другого случайного сигнала. ВКФ характеризует статистическую связь между мгновенными значениями двух случайных сигналов, разделёнными заданным интервалом времени	$R_{x_1, x_2}(\tau) = \overline{x_{1\sim}(t) \cdot x_{2\sim}(t-\tau)}$
34. Взаимный энергетический спектр	Функция, представляющая собой преобразование Фурье от ВКФ, аргументом которой является частота	$W_{x_1, x_2}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{x_1, x_2}(\tau) \cdot e^{-j \cdot \omega \cdot \tau} d\tau$
35. Время запаздывания	Параметр, равный значению временного сдвига одного из сигналов, при котором достигается тождественное равенство его другому сигналу с точностью до постоянного множителя и постоянного слагаемого. Если формы сигналов различны, определяется эквивалентное время запаздывания: для случайных сигналов как абсцисса максимума ВКФ, для импульсов как интервал времени между моментом первого достижения каждым из сигналов уровня, равного половине максимального значения	$\tau_3 > 0$ $x_2(t) = a_1 \cdot x_1(t - \tau_3) + a_2,$ где $a_1, a_2 - \text{const}$, $\tau_0 = \tau_3 < 0$ – время опережения
36. Фазовый сдвиг	Модуль разности начальных фаз двух гармонических сигналов одинаковой частоты	$\varphi_c = \varphi_1 - \varphi_2 $, где φ_1, φ_2 – начальные фазы

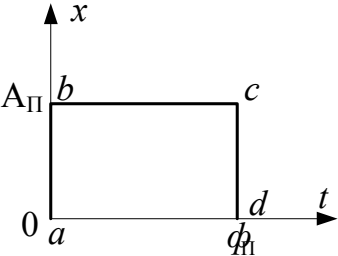
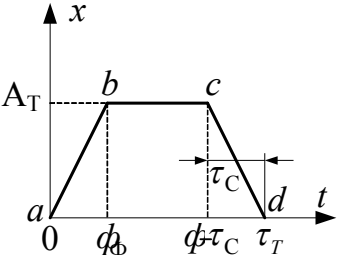
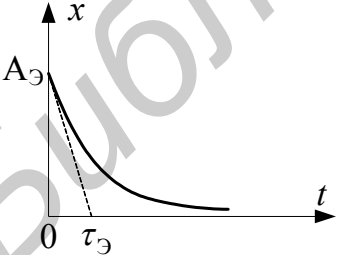
Продолжение таблицы 4.4

Термин	Определение	Математическая форма и обозначение величины
Характеристики искажений сигналов		
37. Коэффициент гармоник	Коэффициент, характеризующий отличие формы данного периодического сигнала от гармонической и равный отношению среднеквадратического напряжения суммы всех гармоник сигнала, кроме первой, к среднеквадратическому напряжению первой гармоники	$K_T = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^{\infty} A_i^2}}{A_1} \cdot 100\% ,$ <p>где A_i – амплитуда i-й гармоники сигнала</p>
38. Относительное отклонение сигнала от линейного закона	Коэффициент, равный отношению абсолютного отклонения (40) данного сигнала от прямой линии, соединяющей мгновенные значения сигнала, соответствующие началу и концу заданного интервала времени к максимальному значению сигнала на этом же интервале	$K_H = \frac{\Delta}{x_{\max}} \cdot 100\% ,$ <p>где Δ – абсолютное отклонение сигнала</p>
39. Коэффициент нелинейности сигнала	Коэффициент, равный отношению размаха производной сигнала на заданный интервал времени к максимальному значению производной на этом же интервале	$K_c = \frac{S(t)_{\max} - S(t)_{\min}}{S(t)_{\max}} \cdot 100\% , t \in T ,$ $S(t) = \frac{dx(t)}{dt}$
40. Абсолютное отклонение сигналов	Максимальное значение разности мгновенных значений сигналов, взятых в один и тот же момент времени на протяжении заданного интервала времени	$\Delta = \max_{t \in T} x_1(t) - x_2(t) $

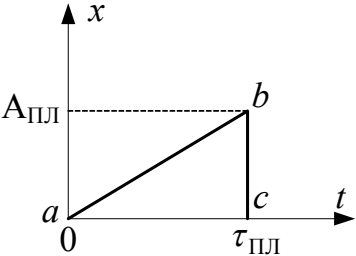
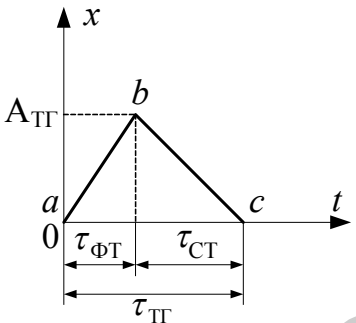
4.3.3 Аналитическое и графическое определение измерительных сигналов

Термины, аналитические и графические определения номинальных форм и параметров некоторых импульсов представлены в таблице 4.5.

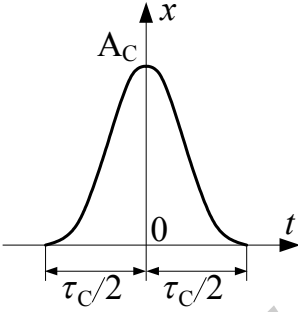
Таблица 4.5

Термин	Графическое определение	Аналитическое определение	Параметр
Прямоугольный импульс		$x(t) = \begin{cases} 0; t < 0; \\ A_{\text{П}}; 0 \leq t \leq \tau_{\text{П}}; \\ 0; t > \tau_{\text{П}}. \end{cases}$	$A_{\text{П}}$ — амплитуда прямоугольного импульса; $\tau_{\text{П}}$ — длительность импульса; ab — фронт импульса; bc — вершина импульса; cd — срез импульса
Трапецеидальный импульс		$x(t) = \begin{cases} 0; t < 0; \\ A_T \frac{t}{\tau_{\text{Ф}}}; 0 \leq t \leq \tau_{\text{Ф}}; \\ A_T; \tau_{\text{Ф}} < t < \tau - \tau_{\text{С}}; \\ A_T \left(1 - \frac{t - \tau_T + \tau_{\text{С}}}{\tau_{\text{С}}} \right); \tau_T - \tau_{\text{С}} \leq t \leq \tau_T; \\ 0; t > \tau_T. \end{cases}$	A_T — амплитуда трапецеидального импульса; τ_T — длительность импульса; $\tau_{\text{Ф}}$ — длительность фронта импульса; $\tau_{\text{С}}$ — длительность среза импульса; ab — фронт импульса; bc — вершина импульса; cd — срез импульса
Экспоненциальный импульс		$x(t) = A_{\text{Э}} e^{-t/\tau_{\text{Э}}}; t \geq 0$	$A_{\text{Э}}$ — высота экспоненциального импульса; $\tau_{\text{Э}}$ — постоянная времени импульса

Продолжение таблицы 4.5

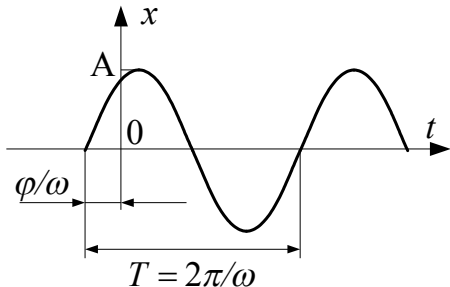
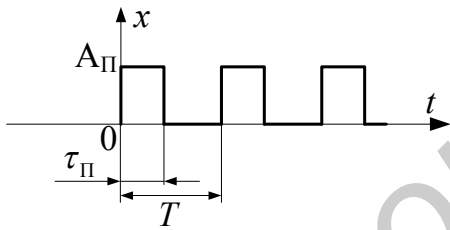
Термин	Графическое определение	Аналитическое определение	Параметр
<p>Пилообразный импульс</p>		$x(t) = \begin{cases} 0; t < 0; \\ \frac{A_{\text{Пл}} t}{\tau_{\text{Пл}}}; 0 \leq t \leq \tau_{\text{Пл}}; \\ 0; t > \tau_{\text{Пл}}. \end{cases}$	<p>$A_{\text{Пл}}$ – высота пилообразного импульса; $\tau_{\text{Пл}}$ – длительность импульса; ab – прямой ход импульса; bc – обратный ход импульса</p>
<p>Треугольный импульс</p>		$x(t) = \begin{cases} 0; t < 0; \\ A_{\text{ТГ}} \frac{t}{\tau_{\text{ФТ}}}; 0 \leq t \leq \tau_{\text{ФТ}}; \\ A_{\text{ТГ}} \left(1 - \frac{t - \tau_{\text{ФТ}}}{\tau_{\text{СТ}}} \right); \tau_{\text{ФТ}} \leq t \leq \tau_{\text{ТГ}}; \\ 0; t > \tau_{\text{ТГ}}. \end{cases}$ <p>Интервал времени нарастания фронта между уровнями $0,1A_{\text{ТГ}}$ и $0,9A_{\text{ТГ}}$ связан с $\tau_{\text{ФТ}}$ соотношением $\tau_{\text{ФТ}}(0,1 - 0,9) = 0,8\tau_{\text{ФТ}}$. Интервал времени нарастания среза между уровнями $0,1A_{\text{ТГ}}$ и $0,9A_{\text{ТГ}}$ связан с $\tau_{\text{СТ}}$ соотношением $\tau_{\text{СТ}}(0,9 - 0,1) = 0,8\tau_{\text{СТ}}$.</p>	<p>$A_{\text{ТГ}}$ – высота треугольного импульса; $\tau_{\text{ФТ}}$ – длительность фронта импульса; $\tau_{\text{СТ}}$ – длительность среза импульса; $\tau_{\text{ТГ}}$ – длительность импульса; ab – фронт импульса; bc – срез импульса</p>

Продолжение табл. 4.5

Термин	Графическое определение	Аналитическое определение	Параметр
Колоколообразный импульс		$x(t) = A_K e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t}{\tau_K}\right)^2}$ <p>Интервал времени $\tau_{0,5}$ на уровне $0,5A_K$ связан с τ_K соотношением $\tau_{0,5} = 2,35\tau_K$.</p>	A_K – высота импульса; $2\tau_K$ – интервал времени между точками перегиба импульса или определяется по уровню $0,606A_K$
Косинус-квадратный импульс		$x(t) = \begin{cases} A_C \cos^2 \frac{\pi}{\tau_C} t; & -\frac{\tau_C}{2} \leq t \leq \frac{\tau_C}{2}; \\ 0; & t > \frac{\tau_C}{2}. \end{cases}$	A_C – высота косинус-квадратного импульса; τ_C – длительность импульса может определяться также по уровню $0,5A_C$

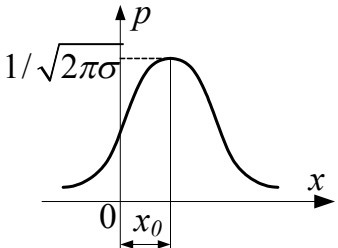
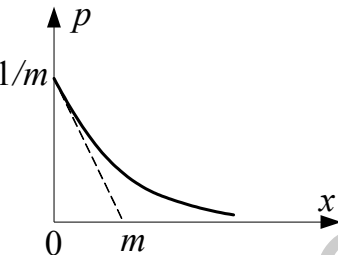
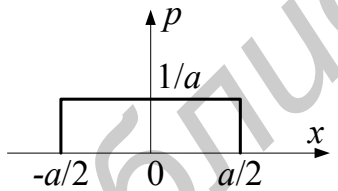
В таблице 4.6 представлены термины, аналитические и графические определения форм и параметров некоторых периодических сигналов. Периодический сигнал может быть образован также путем периодического повторения импульсов, представленных в таблице 4.4, с добавлением частотных и временных параметров, указывающих на периодический характер сигнала.

Таблица 4.6

Термин	Графическое определение	Аналитическое определение	Параметр
Гармонический сигнал		$x(t) = A \sin(\omega t + j); -\infty < t < \infty$	<p>A – амплитуда гармонического сигнала;</p> <p>ω – круговая частота;</p> <p>φ – начальная фаза</p>
Периодическая последовательность прямоугольных импульсов. При $T/\tau_{\Pi} = 2$ называется меандром		$x(t) = \begin{cases} A_{\Pi}, & kT \leq t \leq kT + \tau_{\Pi}; \\ 0, & kT + \tau_{\Pi} < t < kT + T \end{cases}$ <p>Отношение $Q = T/\tau_{\Pi}$ называется скважностью, а обратная величина τ_{Π}/T – коэффициентом заполнения</p>	<p>A_{Π} – амплитуда прямоугольного импульса;</p> <p>τ_{Π} – длительность импульса;</p> <p>T – период</p>

В таблице 4.7 представлены термины, аналитические и графические определения форм и параметров некоторых одномерных плотностей вероятности.

Таблица 4.7

Термин	Графическое определение	Аналитическое определение	Параметр
Нормальная плотность вероятности		$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(x-x_0)}{2\sigma^2}}, -\infty < x < \infty$	σ – среднеквадратическое значение сигнала; x_0 – постоянная составляющая сигнала
Экспоненциальная		$p(x) = \begin{cases} \frac{1}{m} e^{-\frac{x}{m}}, & x \geq 0; \\ 0, & x < 0. \end{cases}$	m – постоянная составляющая сигнала
Равномерная		$p(x) = \begin{cases} \frac{1}{a}, & x \leq \frac{a}{2}; \\ 0, & x > \frac{a}{2}. \end{cases}$	a – размах сигнала с равномерной плотностью вероятности

В таблице 4.8 представлены примерные виды осциллограмм некоторых импульсов, способов определения их основных параметров и параметров искажения, т.е. отклонения их формы от номинальной, приведенной в таблице 4.5.

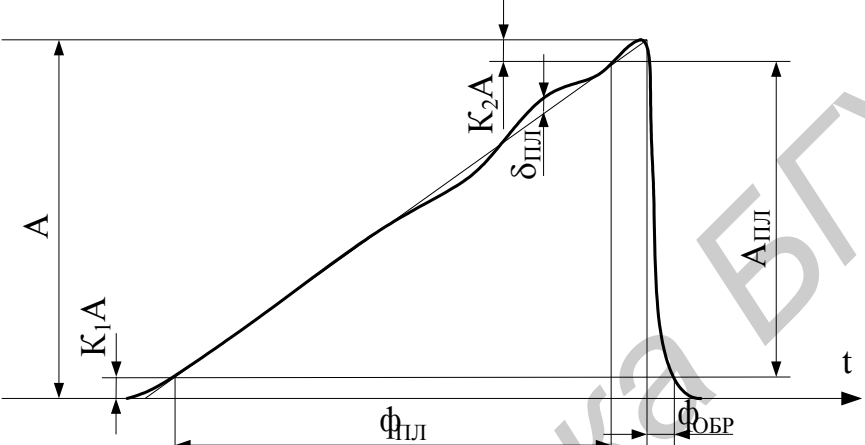
Таблица 4.8

Математическая модель (таблица 4.4)	Примерный вид осциллограммы	Основные параметры (таблица 4.4)	Параметры искажений
Прямоугольный импульс	<p>Осциллограмма импульса с параметрами: $A_{\text{П}}$, $\tau_{\text{П}}$, $\tau_{\text{ФП}}$, $\tau_{\text{СП}}$, b_1, $\delta_{\text{П}}$, $0,1A_{\text{П}}$, $2\tau_{\text{ФП}}$, $0,5A_{\text{П}}$, $0,9A_{\text{П}}$, b_2, t.</p>	$A_{\text{П}}$, $\tau_{\text{П}}$	$\tau_{\text{ФП}}$ – длительность фронта; $\tau_{\text{СП}}$ – длительность среза; b_1 – выброс на вершине импульса; b_2 – выброс в паузе импульса; $\delta_{\text{П}}$ – неравномерность вершины импульса; $A_{\text{П}}$ – находится путем продления плоской части вершины до пересечения с фронтом импульса

Продолжение таблицы 4.8

Математическая модель (таблица 4.4)	Примерный вид осциллограммы	Основные параметры (таблица 4.4)	Параметры искажений
Трапецеидальный импульс		$A_T, \tau_T,$ τ_ϕ, τ_c	δ_T – неравномерность вершины импульса; δ_ϕ – нелинейность фронта импульса; δ_c – нелинейность среза импульса
Экспоненциальный импульс		$A_э, \tau_э$	$\tau_э$ – длительность фронта импульса; $\delta_э$ – неэкспоненциальность среза; значение $\tau_э$ определяется по формуле $\phi_э = \frac{t_2 - t_1}{1,972}$

Продолжение таблицы 4.8

Математическая модель (таблица 4.4)	Примерный вид осциллограммы	Основные параметры (таблица 4.4)	Параметры искажений
Пилообразный импульс		$A_{\text{ПЛ}}, \tau_{\text{ПЛ}}$	$\tau_{\text{ОБР}}$ – длительность обратного хода импульса; $\delta_{\text{ПЛ}}$ – нелинейность импульса; A – вспомогательная величина, используемая при нормировании; $K_1 < 1; K_2 < 1$ – заданные коэффициенты

Кроме параметров искажений допускается использовать безразмерные коэффициенты, представляющие собой отношение приведенных параметров искажений к соответствующим основным параметрам.

Например: $\tau_{\text{ФП}}/\tau_{\text{П}}$ – относительная длительность фронта прямоугольного импульса;

$\delta_{\text{П}}/A_{\text{П}}$ – относительная неравномерность вершины прямоугольного импульса и т.п.

4.4 Стандартизация технических и метрологических характеристик средств измерений

Для обеспечения единообразия средств измерений ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия» устанавливает группы, предъявляемых к ним требований, которые определяют их качество с метрологической и технической точек зрения, а также обеспечивают их безопасность для жизни и здоровья граждан. К таким группам относятся: общие технические требования, требования безопасности, правила приемки, методы испытаний, транспортирование и хранение, гарантии изготовителя. Рассмотрим стандартизацию некоторых общих технических требований.

4.4.1 Стандартизация классов точности

Классом точности средства измерения (СИ) называется обобщенная его характеристика, определяемая пределами допускаемых основных и дополнительных погрешностей, а также другими свойствами СИ, влияющими на точность, значения которых устанавливаются в стандартах на отдельные виды СИ. Общие положения деления СИ на классы точности, способы нормирования метрологических характеристик и обозначения классов точности устанавливаются ГОСТ 8.401-80 «ГСОЕИ. Классы точности средств измерений. Общие требования». Стандарт полностью соответствует международной рекомендации МОЗМ 34.

4.4.1.1 Общие правила деления средств измерений на классы точности

Классы точности СИ устанавливаются стандартами ОТТ (ТТ или ОТУ), содержащими технические требования к СИ, подразделяемым по точности.

Для каждого класса точности в стандартах на СИ устанавливают конкретные требования к метрологическим характеристикам, в совокупности отражающие уровень точности СИ этого класса (ГОСТ 8.009-84). Перечень нормируемых метрологических характеристик устанавливается в зависимости от класса точности СИ, которые должны удовлетворять этим требованиям при выпуске из производства и в процессе эксплуатации. Например, для вольтметров по ГОСТ 8711-78 нормируют следующие метрологические характеристики:

- предел допускаемой основной погрешности и соответствующие нормальные условия эксплуатации;
- пределы допускаемых дополнительных погрешностей и соответствующие рабочие области влияющих величин;
- пределы допускаемой вариации показаний, невозвращение указателя к нулевой отметке.

Средствам измерений с двумя или более диапазонами измерений одной и той же физической величины допускается присваивать два или более классов точности. Например, электроизмерительному прибору, предназначенному для измерения силы постоянного тока в диапазонах 0–10, 0–20, 0–50 А, могут быть для отдельных диапазонов присвоены различные классы точности.

СИ, предназначенным для измерения двух или более физических величин, допускается присваивать различные классы точности для каждой измеряемой величины. Например, электроизмерительному прибору, предназначенному для измерения электрического напряжения и сопротивления, могут быть присвоены два класса точности: один – как вольтметру, другой – как омметру.

Классы точности цифровых измерительных приборов со встроенными вычислительными устройствами, предназначенными для дополнительной обработки результатов измерений, следует устанавливать без учета режима обработки.

Для ограничения номенклатуры СИ устанавливают определенное число классов точности, которые присваиваются СИ при их разработке и с учетом результатов государственных приемочных испытаний. Допускается устанавливать класс точности при выпуске из производства, а также понижать класс точности по результатам поверки. При этом класс точности набора мер определяется классом точности меры с наименьшей погрешностью.

4.4.1.2 Форма выражения метрологических характеристик средств измерений

Пределы допускаемой основной и дополнительной погрешностей СИ выражают в следующих формах: приведенной, относительной и абсолютной в зависимости:

- от характера изменения погрешностей в пределах диапазона измерений;
- условий применения СИ;
- назначения СИ конкретного вида.

1 В форме приведенных погрешностей – если границы погрешностей СИ практически неизменны в пределах диапазона измерений.

2 В форме относительных погрешностей – если указанные границы нельзя полагать постоянными.

3 Пределы допускаемых погрешностей выражают в форме абсолютных, если погрешность результатов измерений в данной области измерений принято выражать в единицах измеряемой величины или в делениях шкалы.

Выражение пределов допускаемой погрешности является предпочтительным в приведенной и относительной формах, т.к. они позволяют устанавливать пределы допускаемой погрешности, выраженной числом, которое остается одним и тем же для СИ одного уровня точности, но с различными верхними пределами измерений.

4.4.1.3 Способы нормирования основной погрешности средств измерений

Погрешность СИ, определенная в нормальных условиях эксплуатации СИ, называется *основной*.

При нормировании погрешностей СИ имеет значение вид шкалы, по которой производится отсчет показаний. По соотношению длин делений на отсчетных устройствах шкалы делятся на три вида:

– *практически равномерная шкала* – шкала, длина делений которой отличается друг от друга не более чем на 30% и имеет постоянную цену деления;

– *существенно неравномерная шкала* – шкала с сужающимися делениями, для которой значение выходного сигнала, соответствующее полусумме верхнего и нижнего пределов диапазона измерений входного сигнала, находится в интервале между 65 и 100% длины шкалы, соответствующей диапазону измерений входного сигнала;

– *степенная шкала* – шкала с расширяющимися или сужающимися делениями, отличная от шкал, указанных выше.

1. Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности устанавливаются по формуле

$$\Delta = \pm a \quad (4.1)$$

или

$$\Delta = \pm (a + b \cdot x), \quad (4.2)$$

где Δ – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности в единицах измеряемой величины или в делениях шкалы;

x – значение измеряемой величины или число делений, отсчитанных по шкале;

a и b – положительные числа, не зависящие от x .

В некоторых обоснованных случаях пределы допускаемой абсолютной погрешности устанавливаются по более сложной форме в виде графика либо таблицы.

2. Пределы допускаемой приведенной основной погрешности устанавливаются по формуле

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_N} = \pm p, \quad (4.3)$$

где γ – пределы допускаемой приведенной основной погрешности, %;

Δ – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности, устанавливаемые по формуле (4.1);

X_N – нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и Δ ;

p – положительное число, выбираемое из ряда $p = B \cdot 10^n$, $B=1; 1,5; (1,6); 2; 2,5; (3); 4; 5; 6$, $n = 1, 0, -1, -2, \dots$. Значения, указанные в скобках, не устанавливаются на вновь разрабатываемые СИ. При одном и том же показателе степени n допускается устанавливать не более пяти различных пределов допускаемой основной погрешности СИ конкретного вида.

Для СИ с равномерной, практически равномерной или степенной шкалой, а также для измерительных преобразователей X_N выбирают следующим образом:

- если нулевое значение шкалы находится на краю или вне диапазона измерений, X_N устанавливают равным большему из пределов измерений;
- если нулевое значение находится внутри диапазона измерений, то X_N равно большему из модулей пределов измерений.

В частном случае для электроизмерительных приборов, если нуль находится внутри диапазона измерений, X_N устанавливается равным сумме модулей пределов измерений.

Для СИ, у которых принята шкала с условным нулем, нормирующее значение X_N устанавливают равным модулю разности пределов измерений. Например, для милливольтметра термоэлектрического термометр с пределами измерений 200 и 600°C нормирующее значение $X_N = 400^\circ\text{C}$.

Для СИ с установленным номинальным значением X_N принимают равным этому номинальному значению. Например, для частотомера с диапазоном измерений 45 – 55 Гц и номинальной частотой 50 Гц $X_N = 50$ Гц.

В общем случае верхние значения пределов средств измерений выбираются из ряда $(1; 1,5; 2; 3; 5)10^{-n}$, где $n = 3, 2, 1, 0, -1, -2, \dots$. Например, из ряда $(1; 1,2; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 7,5; 8)10^{-n}$, где $n = 3, 2, 1, 0, -1, -2, \dots$ выбираются конечные значения диапазонов измерений аналоговых вольтметров.

Для СИ с существенно неравномерной шкалой X_N устанавливают равным всей длине шкалы или ее части, соответствующей диапазону измерений. В этом случае пределы абсолютной погрешности выражают в единицах длины шкалы.

3. В том случае, если Δ установлена по формуле (4.1), пределы допускаемой относительной основной погрешности устанавливают по формуле

$$\delta = \pm \frac{\Delta}{x} = \pm p \quad (4.4)$$

или по формуле

$$\delta = \frac{\Delta}{X} = \pm \left[c + d \cdot \left(\left| \frac{X_K}{X} \right| - 1 \right) \right], \quad (4.5)$$

где δ – предел допускаемой относительной основной погрешности, %;

X_K – больший (по модулю) из пределов измерений;

c и d выбираются из приведенного выше ряда при условии $c = b + d$, $d = a / |X_K|$.

Соотношение между числами c и d устанавливают в стандартах на средства измерений конкретного вида.

В обоснованных случаях предел допускаемой относительной основной погрешности устанавливают по более сложной формуле, либо в виде графика или таблицы.

4.4.1.4 Пределы допускаемых дополнительных погрешностей

Погрешности, обусловленные выходом значений влияющих величин за пределы нормальных значений, называются дополнительными. Пределы допускаемых дополнительных погрешностей устанавливают следующим образом:

- в виде кратного значения предела допускаемой основной погрешности;
- в виде постоянного значения для всей рабочей области влияющей величины или в виде постоянных значений по интервалам рабочей области влияющей величины;
- путем указания отношения предела допускаемой дополнительной погрешности к регламентированному интервалу влияющей величины;
- путем указания зависимости предела допускаемой дополнительной погрешности от влияющей величины (предельной функции влияния);
- путем указания функциональной зависимости пределов допустимых отклонений от номинальной функции влияния.

Пределы допускаемых основной и дополнительной погрешностей должны быть выражены не более чем двумя значащими цифрами, причем погрешности округления при вычислении пределов должны быть не более 5%.

4.4.1.5 Обозначение классов точности в документации и на средствах измерений

Обозначение классов точности приводится в документации на СИ и наносится на циферблаты, щитки и корпуса СИ принятыми условными обозначениями в зависимости от формы нормируемой основной погрешности СИ.

Правила построения и примеры обозначения классов точности в документации и на СИ приведены в таблице 4.9.

В некоторых случаях в обозначение класса точности, выраженного буквами латинского алфавита, добавляют индекс в виде арабской цифры. Классам точности, которым соответствуют меньшие пределы допускаемых погрешностей, соответствуют буквы, находящиеся ближе к началу алфавита, а если это цифры, то означающие меньшие числа.

Кроме рассмотренных вариантов допускается обозначать классы точности в документации так же, как и на самом СИ. В документации и на СИ должны быть указаны стандарт или технические условия, в которых установлен класс точности этого СИ. Обозначение класса точности допускается не наносить на высокоточные меры. Дополнительно на СИ с существенно неравномерной шкалой могут быть указаны пределы допускаемой основной относительной погрешности с добавлением знака % и помещают в кружок, например (10%) .

Таблица 4.9

Форма выражения погрешности	Способ нормирования основной погрешности	Обозначение класса точности		Предел допускаемой основной погрешности, %
		в документации	на средстве измерений	
Абсолютная	По формулам: $\Delta = \pm a = \text{const};$ $\Delta = \pm (a + bX).$ В виде графиков, таблиц и др.	Класс точности C Класс точности IV Класс точности A ₂	C IV A ₂	Указывается в нормативно-технической документации
Приведенная	По формуле $\gamma = \frac{\Delta}{X_N} 100 \% = \pm p,$ $p = (1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6) 10^n;$ $n = 1; 0; -1; -2; \dots$	Класс точности 2,5	2,5	$\gamma = \pm 2,5$
	X_N выражено в единицах измеряемой величины			
	X_N выражено в длине рабочего участка шкалы	Класс точности 0,5	0,5	$\gamma = \pm 0,5$
Относительная	По формуле $\delta = \frac{\Delta}{X} 100 \% = \pm p$	Класс точности 2,0	(2,0)	$\delta = \pm 2,0$
	По формуле $\delta = \frac{\Delta}{X} 100 = \pm \left[c + d \left(\left \frac{X_K}{X} \right - 1 \right) \right],$ $c, d = (1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6) 10^n;$ $n = 1; 0; -1; -2; \dots, c = b + d, d = a/X_K$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01	$\delta = \pm \left[0,02 + 0,01 \left(\left \frac{X_K}{X} \right - 1 \right) \right]$
	В виде таблиц, графиков и др.	Класс точности D Класс точности G ₁ Класс точности III	D G ₁ III	Указывается в нормативно-технической документации

4.4.2 Условные обозначения, наносимые на электроизмерительные приборы

Условные обозначения наносятся на СИ в соответствии с ГОСТ 28217-78 «Приборы электроизмерительные аналоговые с непосредственным отсчетом. Наносимые условные обозначения». Настоящий стандарт полностью соответствует международному стандарту МЭК 51.

4.4.2.1 Основные единицы измерения

Условные обозначения единиц измерения физических величин, наносимые на СИ, приведены в таблице 4.10.

Таблица 4.10

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
А. Основные единицы измерения и их основные, кратные и дольные значения		
A-1	Килоампер	<i>kA</i>
A-2	Ампер	<i>A</i>
A-3	Миллиампер	<i>mA</i>
A-4	Микроампер	μA
A-5	Киловольт	<i>kV</i>
A-6	Вольт	<i>V</i>
A-7	Милливольт	<i>mV</i>
A-8	Микровольт	μV
A-9	Мегаватт	<i>MW</i>
A-10	Киловатт	<i>kW</i>
A-11	Ватт	<i>W</i>
A-12	Мегавар	<i>Mvar</i>
A-13	Киловар	<i>kvar</i>
A-14	Вар	<i>var</i>
A-15	Мегагерц	<i>MHz</i>
A-16	Килогерц	<i>kHz</i>
A-17	Герц	<i>Hz</i>
A-18	Мегаом	<i>MΩ</i>
A-19	Килоом	<i>kΩ</i>
A-20	Ом	Ω
A-21	Миллиом	<i>mΩ</i>
A-22	Тесла	<i>T</i>
A-23	Миллитесла	<i>mT</i>
A-24	Градус Цельсия	$^{\circ}C$

4.4.2.2 Род тока и количество измерительных механизмов

Условные обозначения этой группы символов приведены в таблице 4.11.

Таблица 4.11

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
B-1	Ток постоянный	—
B-2	Ток переменный (однофазный)	~
B-3	Ток постоянный и переменный	— ~
B-4	Ток трехфазный переменный	~ ~ ~
B-5	Ток трехфазный переменный при неравномерной нагрузке фаз	~ ~ ~
B-6	Прибор с одним измерительным механизмом для трехпроводной сети	~ ~ ~
B-7	Прибор с одним измерительным механизмом для четырехпроводной сети	~ ~ ~ ~
B-8	Прибор с двумя измерительными механизмами для трехпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	~ ~
B-9	Прибор с двумя измерительными механизмами для четырехпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	~ ~ ~ ~
B-10	Прибор с тремя измерительными механизмами для четырехпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	~ ~ ~ ~



4.4.2.3 Безопасность

Условные обозначения, связанные с безопасностью эксплуатации и особенностями проведения испытаний на прочность изоляции СИ, приведены в таблице 4.12.

Таблица 4.12

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
C-1	Напряжение испытательное 500 В	☆
C-2	Напряжение испытательное, превышающее 500 В (например, 2 кВ)	☆ 2




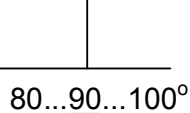
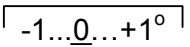
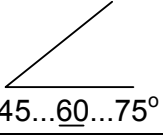
Продолжение таблицы 4.12

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
C-3	Прибор испытанию прочности изоляции не подлежит	
C-4	Прибор или вспомогательная часть под высоким напряжением	

4.4.2.4 Используемое положение

При проведении измерений положение СИ влияет на величину систематической погрешности полученного результата. Символы, определяющие положение СИ, приведены в таблице 4.13.

Таблица 4.13

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
D-1	Прибор применяется при вертикальном положении шкалы	
D-2	Прибор применяется при горизонтальном положении шкалы	
D-3	Прибор применяется при наклонном положении шкалы (например, под углом 60°) относительно горизонтальной плоскости	
D-4	Прибор применяется в положении D-1 при рабочей области от 80° до 100° градусов	
D-5	Прибор применяется в положении D-2 при рабочей области от -1° до +1°	
D-6	Прибор применяется в положении D-3 при рабочей области от 45° до 75°	
D-7	Обозначение, указывающее на ориентирование прибора во внешнем магнитном поле	N

4.4.2.5 Класс точности

Символы, указывающие на класс точности СИ, определены ГОСТ 8.401-80 и приведены в таблице 4.14.




Таблица 4.14

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
E-1	Обозначение класса точности при нормировании пределов допускаемых погрешностей в процентах от нормирующего значения, определенного в единицах измеряемой величины, за исключением случая, когда нормирующее значение равно длине шкалы (например, класс точности 1,5)	1,5
E-2	Обозначение класса точности при нормировании пределов допускаемых погрешностей в процентах от нормирующего значения, определенного длиной шкалы (например, класс точности 0,5)	0,5
E-3	Обозначение класса точности при нормировании пределов допускаемых погрешностей в процентах от действительного значения (например, класс точности 2,0)	2,0
E-4	Обозначение класса точности с неравномерной шкалой, когда нормирующее значение соответствует длине шкалы и основная погрешность выражается в процентах от действительного значения (например, класс точности 1, предел допустимой относительной погрешности 5%)	1 (5%)




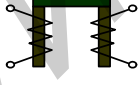






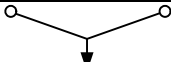


4.4.2.6 Общие условные обозначения

Общие условные обозначения, касающиеся особенностей конструктивного исполнения измерительных механизмов и построения самих СИ, приведены в таблице 4.15.

Таблица 4.15

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
F-1	Прибор магнитоэлектрический с подвижной рамкой	
F-2	Логометр магнитоэлектрический	
F-3	Прибор магнитоэлектрический с подвижным магнитом	


Продолжение таблицы 4.15

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
F-4	Логометр магнитоэлектрический с подвижным магнитом	
F-5	Прибор электромагнитный	
F-6	Прибор электромагнитный поляризованный	
F-7	Логометр электромагнитный	
F-8	Прибор электродинамический	
F-9	Прибор ферродинамический	
F-10	Логометр электродинамический	
F-11	Логометр ферродинамический	
F-12	Прибор индукционный	
F-13	Логометр индукционный	
F-14	Прибор тепловой с нагреваемой нитью	
F-15	Прибор биметаллический	
F-16	Прибор электростатический	

Продолжение таблицы 4.15

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
F-17	Прибор вибрационный	
F-18	Термопреобразователь неизолированный	
F-19	Термопреобразователь изолированный	
F-20	Преобразователь электронный в измерительной цепи	
F-21	Преобразователь электронный вспомогательной цепи	
F-22	Выпрямитель	
F-23	Шунт	
F-24	Сопротивление добавочное	
F-25	Сопротивление добавочное индуктивное	
F-26	Сопротивление добавочное полное	
F-27	Экран электростатический	
F-28	Экран магнитный	
F-29	Прибор астатический	ast
F-30	Магнитная индукция, выраженная в миллитеслах, вызывающая изменение показаний, соответствующее обозначению класса точности (например, 2мТ). Предпочтительно нанесение надписи единицы <i>mT</i>	а)  б) 

Продолжение таблицы 4.15

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
F-31	Зажим для заземления	
F-32	Корректор	
F-33	Ссылка на соответствующий документ	
F-34	Поле электрическое, выраженностью в кВ/м (например, 10 кВ/м), вызывающее изменение показаний, соответствующее классу точности. Предпочтительно нанесение единицы <i>kV/m</i>	а)  б) 
F-35	Часть вспомогательная общая	
F-37	Щит стальной толщиной «х» мм	<i>Fex</i>
F-38	Щит стальной любой толщины	<i>Fe</i>
F-39	Щит нестальной любой толщины	<i>NFe</i>
F-40	Щит любой толщины	<i>Fe.NFe</i>

4.4.3 Циферблаты и шкалы СИ

Основными элементами показывающих электроизмерительных приборов, предназначенных для измерения электрических и неэлектрических величин, являются отсчетные устройства, построенные на основе циферблатов и шкал.

4.4.3.1 Классификация шкал, наносимых на циферблаты СИ

Циферблат представляет собой часть отсчетного устройства СИ, содержащий шкалу (шкалы) и условные обозначения, необходимые для отсчитывания значений измеряемой величины. Циферблаты в зависимости от числа шкал, расположенных на них, подразделяют на *одношкальные*, содержащие одну шкалу, и *многошкальные*, содержащие две и более шкал.

Шкала СИ – часть отсчетного устройства СИ, представляющая собой упорядоченный ряд отметок, соответствующих последовательному ряду значений величины вместе со связанной с ним нумерацией.

Шкалы СИ делятся:

– по форме:

– прямоугольные (горизонтальные и вертикальные);

- секторные (размах шкалы до 180° включительно);
- круговые (размах шкалы более 180°);
- в зависимости от способа нанесения отметок:
 - равномерные;
 - неравномерные;
- в зависимости от наличия на шкале чисел:
 - оцифрованные;
 - неоцифрованные;
- по количеству строк в одной шкале:
 - однострочные – шкалы, в которых диапазон показаний или измерений расположен в одной строке;
 - многострочные – шкалы, в которых диапазон показаний или измерений расположен в двух или более строках;
- по светотехническим характеристикам:
 - светоотражающие;
 - светоизлучающие.

4.4.3.2 Построение шкалы и ее основные графические элементы

К основным графическим элементам, описывающим шкалу (рисунок 4.3) относятся:

- *A* – основные или числовые отметки шкалы - черточки, зубцы, точки или иные знаки на шкале СИ, соответствующие некоторому значению физической величины;
- *B* – средние;
- *C* – малые;
- Δ - длина деления шкалы;
- *L* – базовый блок шкалы – интервал между двумя последовательными основными числовыми отметками шкалы.
- «3» – числа отсчета измеряемой величины.

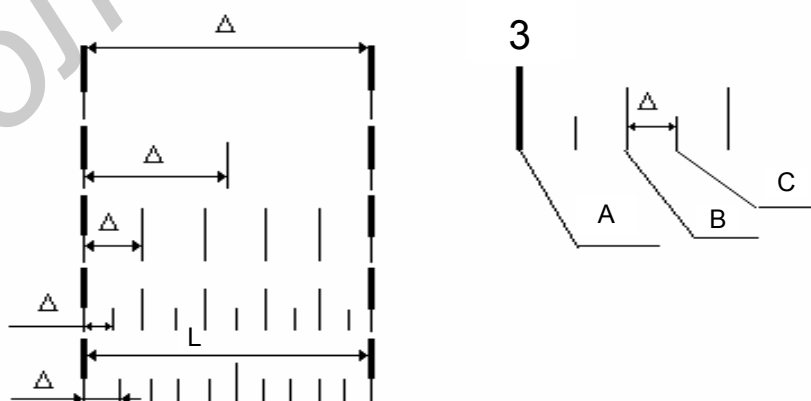


Рисунок 4.3 – Основные графические элементы шкалы

Длину деления шкалы, число делений и числовых отметок, разновидность отметок шкалы (*A*, *B*, *C*) устанавливают исходя из функционального назначения СИ, диапазона измерений, требований к точности и композиции шкалы. Шкала должна содержать не менее трех чисел отсчета.

Кроме отметок *A*, *B* и *C* для повышения точности и исключения интерполирования при отсчете показаний допускается наносить отметки на шкалы приборов с пределами допускаемого значения погрешности не более 0,5, позволяющие отсчитывать дольные значения наименьших делений. Например, масштабные деления (рисунок 4.4).

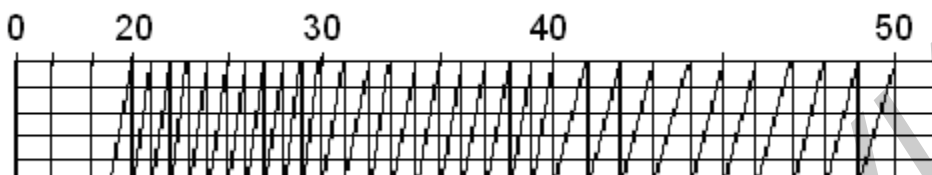


Рисунок 4.4 – Шкала для отсчета дольных значений наименьших делений

Цена деления шкалы – разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерений. Цена деления равномерной шкалы и минимальная цена деления неравномерной шкалы соответствуют требованиям стандартов и ТУ на СИ конкретных видов.

Диапазон показаний СИ – область значений шкалы прибора, ограниченная конечным и начальным значениями шкалы. Участок шкалы, *диапазона измерений* по сравнению с диапазоном показаний должен быть выделен сплошной строчной линией, соединяющей концы отметок шкалы этого диапазона или точками, проставленными у отметок шкалы начала и конца этого диапазона (рисунок 4.5).

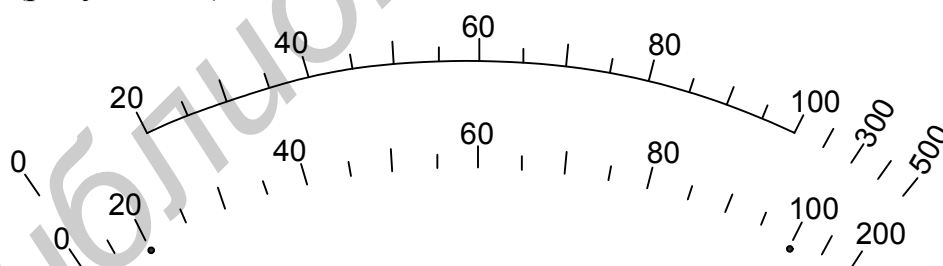


Рисунок 4.5 – Обозначение диапазонов измерений и показаний

На многошкальных циферблатах допускается наносить отметки двух смежных шкал на одной строчной линии (рисунок 4.6). Отметки шкалы *C* наносят только при наличии на шкале отметок *A* и *B* (см. рисунок 4.3). Числа отсчета должны состоять не более чем из трех цифр, за исключением конечного значения шкалы. Числа отсчета с большим числом цифр должны быть сокращены: применением десятичных кратных и дольных наименований единиц физической величины по ГОСТ 8.417 или коэффициента 10^n (n – любое целое положительное или отрицательное число). Между коэффициентом и обозначением

единицы физической величины наносят знак умножения (рисунок 4.6). Числовые отметки допускается выполнять с выносными линиями, если на многошкальном циферблате для двух смежных шкал установлен один ряд чисел отсчета, а числовые отметки сдвинуты относительно друг друга.

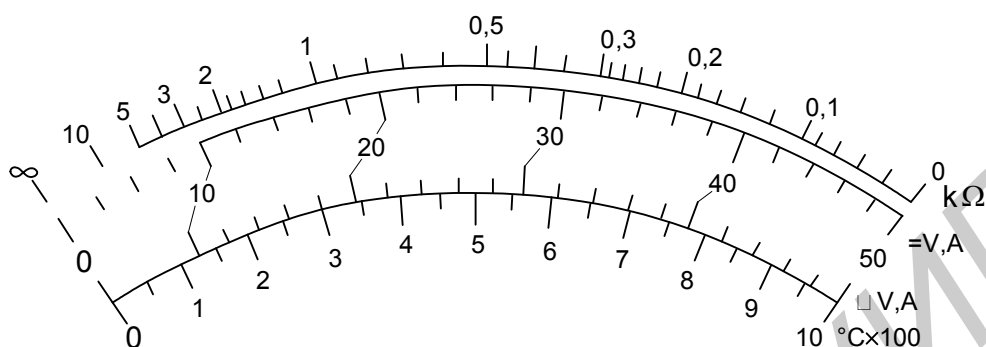


Рисунок 4.6 – Многошкальный циферблат

Числа отсчета наносят у отметок *A*, но у некоторых отметок шкалы *A* (не более двух следующих за числовой отметкой) допускается не наносить числа отсчета (рисунок 4.7). У отметок *B* и *C* наносят числа отсчета в следующих случаях:

- начала и конца диапазона измерений шкалы;
- при изменении цены деления шкалы;
- у отметок начальных и конечных участков строк многострочной шкалы, при этом размер шрифта чисел может быть меньше чисел отметок *A* (см. рисунок 4.7).

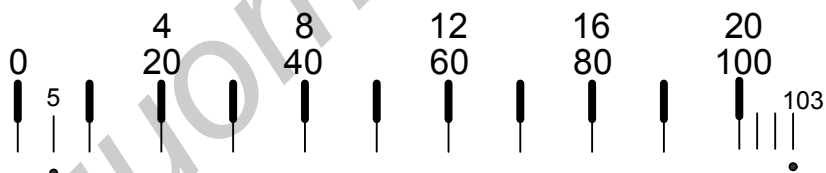


Рисунок 4.7 – Многострочная шкала

Многодиапазонный прибор – прибор с несколькими (двумя и более) диапазонами измерений или несколькими номинальными значениями.

Комбинированный прибор – прибор, предназначенный для измерений трех и более электрических и неэлектрических величин разного рода.

На прямолинейных шкалах числа отсчета размещаются вертикально в плоскости циферблата и симметрично оси отметок (см. рисунок 4.7). Числовые отметки шкал многодиапазонных и комбинированных приборов для простоты пользования допускается наносить в несколько рядов (см. рисунок 4.7). Кроме этого, при ограниченной площади многошкальных циферблатов многодиапазонных и комбинированных приборов допускается наносить числа отсчетов у двух-трех крайних отметок шкалы симметрично (см. рисунок 4.5) и располагать параллельно.

На круговых и секторных шкалах числа отсчета располагаются вертикально в плоскости циферблата (рисунки 4.8, 4.9).

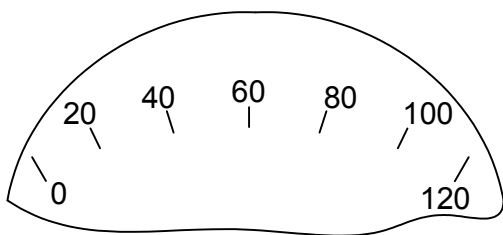


Рисунок 4.8 – Секторная шкала

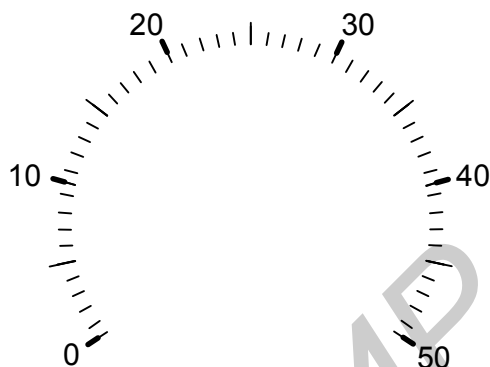


Рисунок 4.9 – Круговая шкала

При ограничении плоскости циферблата на секторных шкалах числа отсчета крайних отметок располагаются на разных уровнях по сравнению с остальными числами отсчета этой шкалы (см. рисунок 4.8).

4.4.4 Стандартизация требований воздействия климатических факторов внешней среды для средств измерений

Надежная, безотказная и долговечная эксплуатация СИ обеспечивается многочисленными техническими требованиями, нормированными электрическими параметрами, нормами эксплуатации и их обязательным соблюдением, как в ходе изготовления, так и в процессе их эксплуатации. При создании СИ необходимо учитывать, что они могут работать в различных условиях внешних воздействующих факторов. Неправильная оценка или незнание этих факторов, а также использование СИ с отступлением от номинальных режимов эксплуатации является почти всегда основной причиной метрологических отказов и повреждения СИ.

При выборе СИ и определении места его установки очень важно обеспечить соответствие степени его защиты условиям, в которых оно будет эксплуатироваться. Любой прибор должен одновременно удовлетворять двум требованиям защиты:

- обеспечивать электробезопасность обслуживающего персонала;
- защищать электронные компоненты, расположенные в СИ от воздействия окружающей среды.

В зависимости от условий эксплуатации все СИ классифицируются по стойкости к внешним воздействующим факторам: механическим, климатическим, биологическим и электромагнитным. Конструктивно-технологическое исполнение СИ, предназначенных для эксплуатации в различных климатических районах, категории исполнения, условия эксплуатации, хранения и транспортирования установлены ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов».

Климатическими факторами внешней среды являются: температура, влажность воздуха, давление воздуха или газа (высота над уровнем моря), солнечное излучение, дождь, ветер, пыль (в том числе снежная), смена температур, соляной туман, иней, гидростатическое давление воды, действие плесневых грибов, содержание в воздухе коррозионно-активных агентов.

Типы климатов земного шара для установления технических требований к СИ и их обозначения приведены в таблице 4.16.

Таблица 4.16

Климатическое исполнение изделий для различных районов земного шара	Обозначения		
	буквенные		цифровые
	русские	латинские	
Для эксплуатации на суше, реках, озерах			
Умеренный климат	У	<i>N</i>	0
Умеренный и холодный климат	УХЛ	<i>NF</i>	1
Влажный тропический климат	ТВ	<i>TH</i>	2
Сухой тропический климат	ТС	<i>TA</i>	3
Сухой и влажный тропический климат	Т	<i>T</i>	4
Все макроклиматические районы суши, кроме района с очень холодным климатом (общеклиматическое исполнение)	О	<i>U</i>	5
Для эксплуатации в районах с морским климатом			
Умеренно-холодный морской климат	М	<i>M</i>	6
Тропический морской климат	ТМ	<i>MT</i>	7
Умеренно-холодный, и тропический морской климат	ОМ	<i>MU</i>	8
Все макроклиматические районы суши и моря, кроме района с очень холодным климатом (всеклиматическое исполнение)	В	<i>W</i>	9
Очень холодный климат	ХЛ	<i>F</i>	–

Примечание – цифровые обозначения применяются только для обработки данных на ЭВМ и не применяются для маркировки СИ.

СИ в различных исполнениях (см. таблицу 4.16) в зависимости от места размещения при эксплуатации маркируют по укрупненным категориям, приведенным в таблице 4.17.

Таблица 4.17

Место размещения СИ при эксплуатации	Характер воздействия климатических факторов	Обозначение категории
На открытом воздухе	Воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района	1
Под навесом или в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха, например, в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в оболочке комплектного изделия категории 1	Отсутствие прямого воздействия солнечного излучения и атмосферных осадков	2
В закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры, влажности воздуха и воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе, например, в металлических с теплоизоляцией, каменных, бетонных, деревянных помещениях	Отсутствие воздействия атмосферных осадков, прямого солнечного излучения; существенное уменьшение ветра; существенное уменьшение или отсутствие воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги	3
В помещениях с искусственно регулируемыи климатическими условиями, например, в закрытых отапливаемых или охлаждаемых и вентилируемых производственных и других, в т. ч. хорошо вентилируемых подземных помещениях	Отсутствие воздействия прямого солнечного излучения, атмосферных осадков, ветра, песка и пыли наружного воздуха; отсутствие или существенное уменьшение воздействия рассеянного солнечного излучения и конденсации влаги	4

Продолжение таблицы 4.17

Место размещения СИ при эксплуатации	Характер воздействия климатических факторов	Обозначение категории
В неотопливаемых и невентилируемых подземных помещениях, в т. ч. шахтах, подвалах, в почве, судовых, корабельных и других помещениях, в которых возможно длительное наличие воды или частая конденсация влаги на стенах и потолке, в частности, в некоторых трюмах; в некоторых цехах текстильных, гидрометаллургических производств и т.п.	Повышенная влажность	5

Таким образом, климатические условия, нормированные в соответствии с классификацией, приведенной в таблицах 4.16 и 4.17 для конкретного вида климатического исполнения, обозначают следующим образом:

«условия _____».
вид климатического исполнения

Например: «условия Т2». А в условное обозначение типа СИ дополнительно, вводят буквы и цифры, обозначающие вид климатического исполнения. Например: ФК2-18Т2.

4.5 Стандартизация систем управления современным предприятием

Система управления любого современного предприятия представляет собой сложную организационную структуру, направленную на повышение качества выпускаемой продукции и удовлетворенности потребителей. В целом менеджмент – скоординированная деятельность по руководству организацией и контролю. Система управления предприятием может включать различные системы менеджмента, такие, как система менеджмента качества, система менеджмента финансовой деятельности, система экологического менеджмента, система безопасности труда, управление социальной средой, система информационной безопасности и др.

4.5.1 Общая характеристика основных систем управления

Основополагающие требования к системам управления предприятия устанавливаются совместимыми между собой международными стандартами *ISO 9001*, *ISO 14001*, *BS OHSAS 18001* и *SA 8000*, краткая характеристика которых представлена в таблице 4.18.

В Республике Беларусь эти международные стандарты приняты в качестве национальных СТБ *ISO 9001*, СТБ *ISO 14001*, СТБ 18001, на соответствие которым проводится сертификация систем менеджмента предприятий, включая стандарт *SA 8000*.

Таблица 4.18

Установленные критерии	Стандарты систем управления предприятием			
	<i>ISO 9001</i>	<i>ISO 14001</i>	<i>BS OHSAS 18001</i>	<i>SA 8000</i>
1 Область управления	Качество	Охрана окружающей среды	Профессиональная безопасность и здоровье	Социальная среда
2 Основная цель	Повышение удовлетворенности потребителя	Уменьшение негативного воздействия на окружающую среду	Улучшение условий производства для повышения безопасности и здоровья	Улучшение социальной среды
3 Основные заинтересованные стороны	Потребитель, контролирующие органы	Заинтересованные в защите окружающей среды, будущие поколения, контролирующие органы	Персонал предприятия, будущие поколения, контролирующие органы	Персонал предприятия, контролирующие органы
4 Критические аспекты	Показатели качества продукции или оказываемых услуг	Экологические показатели деятельности	Опасные факторы в деятельности предприятия	Социальная напряженность в коллективе, общественное мнение
5 Управленческая деятельность	Управление предприятием, влияющее на показатели качества продукции и услуг	Управление и деятельность по достижению соответствия экологическим требованиям	Идентификация рисков и опасных факторов	Соблюдение трудового законодательства и условий коллективного договора, реализация социальных программ

Продолжение таблицы 4.18

Установленные критерии	Стандарты систем управления предприятием			
	<i>ISO 9001</i>	<i>ISO 14001</i>	<i>BS OHSAS 18001</i>	<i>SA 8000</i>
6 Отрицательные результаты управления	Продукция не удовлетворяет потребителей	Негативное воздействие на окружающую среду	Нанесение вреда здоровью сотрудников, имуществу предприятия	Низкий уровень обеспечения безопасности, здоровья, благосостояния и социальной защищенности персонала
7 Негативные последствия	Не выполнение требований потребителей и законодательных норм. Последствия: судебные разбирательства, уменьшение рынка сбыта, финансовые потери	Состояние окружающей среды не соответствует нормам и требованиям. Последствия: судебные разбирательства, плохая репутация, финансовые потери	Система безопасности и здоровья не соответствует законодательным нормам и требованиям персонала. Последствия: судебные разбирательства, потеря рабочей силы, плохая репутация, финансовые потери	Несоблюдение трудового законодательства, социальных программ, коллективного договора. Последствия: судебные разбирательства, потеря рабочей силы, плохая репутация, финансовые потери

Продолжение таблицы 4.18

Установленные критерии	Стандарты систем управления предприятием			
	<i>ISO 9001</i>	<i>ISO 14001</i>	<i>BS OHSAS 18001</i>	<i>SA 8000</i>
8 Преимущества при успешном управлении	1 Максимальный учет требований и пожеланий потребителей. 2 Повышение конкурентоспособности продукции. 3 Минимизация затрат. 4 Расширение рынка сбыта. 5 Рост инвестиционной привлекательности предприятия	1 Экономия энергоресурсов 2 Минимизация отходов производства. 3 Доверие и уважение со стороны органов власти, населения и общественных организаций. 4 Уменьшение риска возникновения аварийных ситуаций	1 Улучшение условий и повышение безопасности труда. 2 Снижение травматизма. 3 Снижение потерь по больничным листам. 4 Повышение правовой безопасности. 5 Доверие и уважение со стороны органов власти, органов надзора, общественности. 6 Уменьшение риска возникновения аварийных ситуаций	1 Улучшение условий труда и отдыха персонала. 2 Рост ценности организации на рынке труда. 3 Рост производительности труда. 4 Снижение текучести персонала. 5 Снижение затрат на обучение новых работников. 6 Снижение потерь по больничным листам

4.5.2 Система менеджмента качества

В условиях рыночной экономики жизнеспособны только такие предприятия, руководство которых успешно определяет нужды потребителей и ожидания граждан в целом и организует производство таким образом, чтобы их удовлетворять. В силу этого ключевое положение в концепции менеджмента предприятия занимает менеджмент качества.

Само по себе установление требований к продукции не является гарантией качества, если в организационной системе предприятия имеются какие-либо несоответствия. Поэтому Международной организацией по стандартизации в рамках *ТС 176* «Управление качеством и обеспечение качества» были разработаны следующие международные стандарты:

- *ISO 8402:94* «Управление качеством и обеспечение качества. Словарь», устанавливающий единые понятия и определения в области управления качеством;

- серии *ISO 9000* на системы качества, предназначенные для обеспечения общего руководства качеством в основных отраслях промышленности и экономики;

- серии *ISO 10000*, позволяющие формировать отдельные элементы системы менеджмента качества и дополнительно улучшать деятельность организации.

Прототипом *ISO 9000* стал британский стандарт *BS 5750*. Стандарты серии *ISO 9000* оказывают методическую помощь при общем руководстве качеством и формировании общих требований к обеспечению качества, описывают элементы, которые должны включать системы качества, но не способы их внедрения в конкретной организации. Системы качества на разных предприятиях различны, т.к. зависят от задач конкретной организации, вида производимой продукции и практического опыта. При этом основной целью общего руководства качеством на каждом предприятии является такое совершенствование систем и процессов, при котором должно осуществляться постоянное улучшение качества.

Основу концепции новой версии стандартов *ISO 9000:2008*, разработанной *ТС 176*, составляют выводы исследований систем менеджмента качества 520 обычных японских предприятий, 19 лидеров японской экономики и 10 лидеров экономики Америки и Европы, проведенных Японским комитетом по стандартизации.

На соответствие стандартам системы менеджмента качества в настоящее время сертифицировано более 70 000 предприятий и компаний по всему миру.

4.5.3 Управление окружающей средой

Появление международных стандартов серии *ISO 14000* обусловлено необходимостью оценки эффективности существующих систем экологического менеджмента на разных предприятиях в разных странах мира по единым объективным критериям и для облегчения создания системы экологического менеджмента предприятия. Прототипом стандарта *ISO 14000* послужил британский стандарт *BS 7750*.

Система экологического менеджмента – часть общей системы управления предприятия, которая нацелена на поддержание его конкурентоспособности, определяемой экологическими аспектами деятельности предприятия. Она включает в себя организационную структуру, планирование, распределение ответственности, практические методы, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, реализации, анализа и развития экологической политики предприятия.

Управляя экологическими аспектами своей деятельности, предприятие не может не оказывать того или иного воздействия на окружающую природную среду. Экологический менеджмент нацелен, в конечном счете, на минимизацию негативных воздействий предприятия на окружающую среду, обеспечение экологической безопасности его функционирования, включая процессы производства и потребления выпускаемой предприятием продукции и оказываемых услуг. При этом достижение данных целей должно быть согласовано с достижением предприятием других его приоритетных целей, в том числе цели обеспечения текущей и долгосрочной конкурентоспособности.

Стандарты *ISO 14000* разработаны техническим комитетом *TC 207 ISO* с учетом уже зарекомендовавших себя международных стандартов на системы менеджмента качества продукции (*ISO 9000*). Эта система стандартов ориентирована не на количественные параметры и технологии. Основным предметом *ISO 14000* является система экологического менеджмента, которая предполагает внедрение в организации и соблюдение процедур, документов и ответственных за области экологически значимой деятельности.

Система стандартов *ISO 14000* призвана обеспечивать уменьшение неблагоприятных воздействий на окружающую среду на следующих трех уровнях:

- предприятия – путем улучшения экологического состояния предприятия;
- национальном – путем создания ТНПА в области экологии и формирования государственной экологической политики;
- международном – через формирование международной экологической политики.

Стандарт *ISO 14001* содержит требования к системе экологического менеджмента. Сертификация проходит только по этому стандарту. Остальные стандарты данной серии призваны дополнять стандарт *ISO 14001*. Например, *ISO 14004* содержит развернутое руководство по созданию системы экологического менеджмента, *ISO 14010 – 14012* определяет принципы аудита системы экологического менеджмента.

В соответствии со стандартом *ISO 14001* под воздействием на окружающую среду понимается не только воздействие, оказываемое в результате производственной деятельности предприятия, но и воздействие, оказываемое произведенной продукцией или предоставленными услугами. В связи с этим был разработан стандарт *ISO 14040*, описывающий методологию и принципы оценки жизненного цикла продукции с экологической точки зрения. Стандарт *ISO 14050* содержит все определения, используемые в стандартах этой серии.

4.5.4 Профессиональная безопасность и здоровье

Деятельность каждой организации в обязательном порядке должна соответствовать законодательным требованиям в области охраны труда. Построение системы управления охраной труда и производственной безопасностью поможет не только соответствовать общепринятым требованиям, но и гарантирует защищенность сотрудников от опасных факторов производства в соответствии с высокими международными требованиями.

BS OHSAS 18001:2007 разработан Британским институтом стандартов и предназначен для оценки систем управления охраной труда и производственной безопасности предприятий. Стандарт применим для предприятий с любыми видами деятельности, независимо от отрасли промышленности или сектора экономики, является совместимым с *ISO 9001* и *ISO 14001* и составляет часть общей системы управления предприятием вместе с системами менеджмента качества и охраны окружающей среды.

Система *OHSAS* способствует созданию безопасных и здоровых условий труда и обеспечивает базовый подход, позволяющий предприятию идентифицировать и контролировать риски, снижать вероятность несчастных случаев, соответствовать международным законодательным нормам и повышать общую эффективность труда.

BS OHSAS 18001:2007 «Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Требования» содержит требования к процессу внедрения современной системы менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Для оказания помощи предприятиям разработан стандарт *BS OHSAS 18002* «Руководство по применению *OHSAS 18001*», который содержит рекомендации по формированию системы безопасности и здоровья.

4.5.5 Управление социальной средой

Этика отношений с внешними и внутренними партнерами является важнейшей составляющей общей оценки делового имиджа современного предприятия. Основой для понимания социально-этических аспектов менеджмента и бизнеса являются такие понятия, как мораль, этика и культура.

Мораль – совокупность норм, установок и предписаний, которыми руководствуются люди в своем реальном поведении в различных жизненных сферах, включая трудовую деятельность.

В словаре Европейского фонда управления качеством (*EFQM*) *этика организации* определена как нравственные устои, взятые на вооружение и соблюдаемые всеми работниками данной организации. Базируясь на общечеловеческих ценностях, этические нормы деловых отношений выступают одним из главных критериев оценки профессионализма как отдельного сотрудника, так и предприятия в целом.

Мораль и этика составляют основу *деловой культуры организации*, под которой понимают принятые руководством предприятия и поддерживаемые

персоналом духовные ценности. Деловая культура организации проявляется в поведении сотрудников, в их восприятии себя, предприятия в целом и окружающей среды.

Этический уровень предприятия характеризуется степенью соблюдения ее руководителями и сотрудниками нравственных норм делового сотрудничества. Для поддержания надлежащего этического уровня многие организации принимают кодексы, представляющие собой свод правил поведения как руководителей, так и рядовых сотрудников. В этических кодексах закрепляется не только ответственность сотрудников перед организацией, но и обязательства организации перед сотрудниками и обществом в целом.

Решению социально-этических проблем на уровне предприятия посвящен международный стандарт *SA 8000:2001* «Социальная ответственность», позволяющий оказать существенную помощь в формировании на предприятии системы социального и этического менеджмента.

SA 8000 разработан по инициативе организации «Международная социальная ответственность» (*SAI*). В основу *SA 8000* положены права трудящихся, включенные в международные конвенции, разработанные Международной организацией труда (*ILO*), Всеобщую декларацию по правам человека и Конвенции ООН по правам ребенка, а также стандарты на системы менеджмента *ISO 9001*, *ISO 14001*, *BS OHSAS 18001*.

SA 8000 является добровольным для применения и предназначен для независимой оценки и сертификации третьей стороной – органом по сертификации, имеющим соответствующую аккредитацию.

Для решения социально-этических проблем предприятия с внешними сторонами (например заказчиками и поставщиками) предназначен международный стандарт *ISO 26000:2010* «Руководство по социальной ответственности». *ISO 26000:2010* является добровольным для применения, не предназначен для целей сертификации и не используется как основа для юридических действий.

Для разработки *ISO 26000* была сформирована специальная рабочая группа (*WGSR*), включающая представителей шести категорий заинтересованных:

- промышленности;
- правительственных организаций;
- потребителей;
- наемных работников и служащих;
- неправительственных организаций;
- научных кругов, организаций, представляющих различные услуги и т. д.

Социальную ответственность следует понимать в тесной взаимосвязи с концепцией устойчивого развития, под которым понимают такую модель движения вперед, при которой достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей без лишения такой возможности будущих поколений.

Принятие *ISO 26000* свидетельствует о том, что социально ответственное отношение к любому виду деятельности – требование общественности всего мира.

4.5.6 Менеджмент защиты информации

Информация является одним из основных ресурсов, обеспечивающих организации не только добавочную стоимость и эффективность, но и жизнеспособность. Наличие слабых мест в защите информации приводит к финансовым потерям и наносит серьезный ущерб коммерческой деятельности организации. Поэтому в наше время системе управления информационной безопасностью и вопросам ее внедрения в организации уделяется большое внимание на международном уровне.

Наибольший практический интерес представляют международные стандарты серии *ISO/IEC 27000*, обеспечивающие внедрение требований к системам менеджмента информационной безопасности (СМИБ):

- *ISO/IEC 27000:2009* Информационные технологии. Методы защиты. Системы менеджмента защиты информации. Обзор и словарь;

- *ISO/IEC 27001:2005* Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности. Требования;

- *ISO/IEC 27002:2005* Информационные технологии. Технологии безопасности. Практические правила менеджмента информационной безопасности;

- *ISO/IEC 27003:2010* Информационные технологии. Методы обеспечения безопасности. Руководство по внедрению системы менеджмента информационной безопасности;

- *ISO/IEC 27004:2009* Информационные технологии. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент информационной безопасности; Измерения;

- *ISO/IEC 27005:2008* Информационные технологии. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности;

- *ISO/IEC 27006:2007* Информационные технологии. Методы и средства обеспечения безопасности. Требования для органов, обеспечивающих аудит и сертификацию систем менеджмента информационной безопасности.

Развитие серий стандартов *ISO/IEC 27000* продолжается: на стадии разработки находятся такие стандарты как *ISO/IEC 27007*, устанавливающий требования к аудиту СМИБ, *ISO/IEC 27011* – руководство по применению телекоммуникаций в СМИБ, *ISO/IEC 27799* – руководство по применению *ISO/IEC 27002* в медицинской отрасли.

ISO/IEC 27001 определяет категории информационной безопасности: конфиденциальность, целостность, доступность, подлинность, достоверность, аутентичность и апеллируемость информации. Кроме этого, стандарт устанавливает требования к развертыванию СМИБ на предприятии независимо от его размеров и формы собственности. Сформированная и сертифицированная на соответствие требованиям *ISO/IEC 27001* система менеджмента информационной безопасности позволяет:

- сделать информационные активы наиболее понятными для менеджмента предприятия;

- выявлять основные угрозы безопасности для бизнес-процессов;

- рассчитывать риски и принимать решения на основе целей предприятия;
- обеспечивать эффективное управление системой в критических ситуациях;
- находить и исправлять слабые места в системе информационной безопасности;
- четко определять личную ответственность за информационную безопасность предприятия;
- снижать и оптимизировать стоимости поддержки системы безопасности;
- облегчить интеграцию системы безопасности с *ISO 9001*;
- добиться международного признания и повышения авторитета предприятия как на внутреннем, так и на внешнем рынке;
- обеспечить прозрачность и непротиворечивость бизнеса законодательным актам благодаря соответствию *ISO/IEC 27001*.

Построение СМИБ в соответствии с *ISO/IEC 27001* позволяет значительно упростить внедрение других систем менеджмента, таких как управление ИТ-сервисами в соответствии с *ISO/IEC 20000-1:2011*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристов, О. В. Основы стандартизации и контроль качества в радиоэлектронике / О. В. Аристов, В. И. Шебанов. – М. : Изд-во стандартов, 1974.
2. ГОСТ 8032-84. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел.
3. Тартаковский, Д. Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. – М. : Высш. шк., 2001.
4. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / А. Г. Архипенко [и др.], под ред. А.С.Елизарова. – Минск: МРТИ, 1986.
5. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения.
6. Исаев, Л. К. Нормативная база ГСИ сегодня и завтра / Л. К. Исаев, Г. П. Сафаров, А. Ю. Томилин, Л. Б. Чернышева // Законодательная и прикладная метрология. – 2004. – №5.
7. Кусакин, Н. А. О развитии стандартизации в области информационно-коммуникационных технологий / Н. А. Кусакин, В. Л. Гуревич // Новости стандартизации и сертификации. – 2003. – №5.
8. Международная стандартизация в разработке программного обеспечения и системного проектирования // Новости стандартизации и сертификации. – 2003. – №5.
9. Ткачев, А. Г. О техническом нормировании и стандартизации в области технической защиты информации / А. Г. Ткачев // Новости стандартизации и сертификации. – 2005. – №4.
10. Анищенко, В. В. Проведение работ по стандартизации в области информационной безопасности / В. В. Анищенко // Новости стандартизации и сертификации. – 2004. – №2.
11. Сорокин, М. П. Стандартизация сетей следующего поколения / М. П. Сорокин // Новости стандартизации и сертификации. – 2006. №2.
12. ГОСТ 16465-70. Сигналы радиотехнические измерительные. Термины и определения.
13. ГОСТ 8.401-80. ГСОЕИ. Классы точности средств измерений. Общие требования.
14. ГОСТ 23217-78. Приборы электроизмерительные аналоговые с непосредственным отсчетом. Наносимые условные обозначения.
15. ГОСТ 5365-83. Приборы электроизмерительные. Циферблаты и шкалы. Общие технические требования.
16. Применение международных стандартов для развития бизнеса в области информационных технологий / С. В. Левтеев [и др.] // Новости стандартизации и сертификации. – 2006. – №5.
17. Толстик, Л. И. Международный стандарт SA 8000:2001 «Социальная ответственность» / Л. И. Толстик, В. В. Бирюк // Метрология и приборостроение. – 2007. – №2.

18. Гончаров, А. А. Метрология, стандартизация и сертификация: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/ А. А. Гончаров, В. Д. Копытов. – М.: Изд. центр «Академия», 2005.
19. Бирюк, В. В. Социальная ответственность / В. В. Бирюк, М. Г. Чуйко // Метрология и приборостроение. – 2009. – №3.
20. Быстрова, И. Б. Создание системы управления охраной труда организации. Оценка рисков / И. Б. Быстрова // Стандартизация. – 2007. – №1.
21. Разумовская, Л. Н. Повышение эффективности систем менеджмента качества на основе рекомендаций международных стандартов ИСО серии 10000 / Л. Н. Разумовская // Стандартизация. – 2008. – №3.
22. Толстик, Л. И. Особенности разработки и внедрения СТБ 18001-2005 / Л. И. Толстик, В. В. Бирюк // Метрология и приборостроение. – 2007. – №4.
23. Быстрова, И. Б. Стандартизация в области охраны окружающей среды / И. Б. Быстрова // Стандартизация. – 2007. – №5.
24. Кусакин, Н. А. Стандарты: 10 причин необходимости внедрения в организации / Н. А. Кусакин // Стандартизация. – 2007. – №5.
25. Чуйко, М. Г. Социальная ответственность: разработка нового международного стандарта / М. Г. Чуйко // Новости стандартизации и сертификации. – 2006. – №5.
26. Ильющонок, Ю. В. Принят стандарт по социальной ответственности ISO 26000:2010 / Ю. В. Ильющонок, М. Г. Чуйко // Стандартизация. – 2009. – №6.

Учебное издание

**Гуревич Валерий Львович
Гусынина Юлия Анатольевна**

ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Методическое пособие
для студентов специальностей
1-54 01 01-02 Метрология, стандартизация и сертификация
(радиоэлектроника, информатика и связь)
1-54 01 04 Метрологическое обеспечение информационных
систем и сетей

В 2-х частях

Часть 2

Редактор Т. Н. Крюкова

Подписано в печать 15.12.2011.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 5,5.

Формат 60x84 1/16.
Отпечатано на ризографе.
Тираж 100 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 6,05.
Заказ 498.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.
220013, Минск, П. Бровки, 6