

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 27.01.2022 10:54:54
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра стандартизации, метрологии, управления качеством,
технологии и дизайна

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 19 » 08 2019 г.



МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Метрология и стандартизация»
для обучающихся по направлению подготовки бакалавров
19.03.03 «Продукты питания животного происхождения»

Курск 2019

УДК 658.562

Составители: О.В. Аникеева, А.Г. Ивахненко

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Стандартизация, метрология, управление качеством,
технология и дизайн»

М.Л. Сторублев

Метрология и стандартизация: методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Метрология и стандартизация» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.В. Аникеева, А.Г. Ивахненко. Курск, 2019. 92 с. Библиогр.: с. 88.

Излагаются теоретические сведения, касающиеся метрологии и стандартизации при управлении качеством продукции. Приводятся: варианты заданий для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Метрология и стандартизация», примеры выполнения заданий.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по направлению подготовки бакалавров 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения».

Предназначены для обучающихся по направлению подготовки бакалавров 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 19.08.19. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 5,3. Уч. - изд. л. 4,9. Тираж 50 экз. Заказ 558.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Лабораторная работа № 1.....	4
Лабораторная работа № 2.....	13
Лабораторная работа № 3.....	29
Лабораторная работа № 4.....	40
Лабораторная работа № 5.....	43
Лабораторная работа № 6.....	48
Лабораторная работа № 7.....	55
Лабораторная работа № 8.....	62
Лабораторная работа № 9.....	77
Библиографический список	88
Приложение	90

Лабораторная работа № 1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Цель работы:

Изучение свойств и особенностей рядов предпочтительных чисел.

Краткие теоретические положения

Размеры деталей и соединений, ряды допусков, посадок и другие геометрические параметры изделий, а так же параметры, отражающие функциональные свойства сборочных единиц, механизмов и машин общетехнического применения (подшипники, редукторы, электродвигатели, номиналы резисторов и конденсаторов и др.), целесообразно упорядочить и делать общими для всех отраслей промышленности, где эти изделия применяются. Применение упорядоченных чисел, представляющих собой ряды предпочтительных чисел, позволяет сократить номенклатуру типоразмеров изделий, создать условия для взаимозаменяемости, широкой унификации деталей и узлов и способствовать агрегатированию, а так же выбирать рациональные параметры процессов производства [1,2].

Применение *рядов предпочтительных чисел* представляет собой параметрическую стандартизацию, которая позволяет получить значительный эффект на всех стадиях жизненного цикла изделий (проектирование, изготовление, эксплуатация и др.) [3]. Стандартами параметров охватывается большой диапазон характеристик: материалы, заготовки, размерный режущий инструмент, оснастка, контрольные калибры, узлы по присоединительным размерам, номиналы резисторов и конденсаторов, выходные параметры электродвигателей и многое другое, что используется в той или иной отрасли промышленности.

Параметрическим рядом является закономерно построенная в определенном диапазоне совокупность числовых значений главного параметра изделия одного функционального назначения и принципа действия [4]. Главный параметр служит базой при опре-

делении числовых значений основных параметров, поскольку выражает самое важное эксплуатационное свойство.

Параметрический ряд называют *типоразмерным* или просто *размерным рядом*, если его главный параметр относится к геометрическим размерам изделия. На базе типоразмерных параметрических рядов разрабатываются конструктивные ряды конкретных типов или моделей изделий одинаковой конструкции и одного функционального назначения.

Стандарты на параметрические ряды должны предусматривать внедрение в промышленность технически более совершенных и производительных машин, приборов и других видов изделий [5]. На базе параметрических стандартов следует проектировать, а затем стандартизовать и серийно производить продукцию конкретных типов, моделей, марок в соответствии с установленной классификацией по основным параметрам и другим характеристикам.

Параметрические стандарты предотвращают возможность производства неоправданно большой номенклатуры изделий в той или отрасли промышленности. Это обусловлено ограничением числа значений параметров и размеров, введенных в стандарты по рядам предпочтительных чисел.

Параметрические ряды следует назначать с учетом частоты применяемости для модификаций изделий, соответствующих каждому члену ряда [3].

Изготовителям целесообразно иметь более разреженный ряд, что позволяет уменьшить затраты на освоение производства, сократить номенклатуру оснастки, организовать более высокопроизводительное и рациональное производство. Для потребителей более выгоден густой ряд, позволяющий более рационально использовать применяемое оборудование, материалы, электроэнергию, производственные площади. Поэтому критерием для выбора сравниваемых рядов является минимум затрат на изготовление и эксплуатацию изделия. Имеются два способа экономического обоснования параметрических и размерных рядов [1,3,6]:

- первый способ – расчеты производят по себестоимости годовой программы изделий;

- второй способ – кроме себестоимости учитывают сроки окупаемости затрат и службы изделий, а также эксплуатационные расходы.

Второй способ применяют для обоснования параметрических рядов параметров узлов и машин, потребляющих или передающих большое количество энергии (редукторы, станки, электродвигатели).

Принцип предпочтительности является теоретической базой современной стандартизации.

В процессе изучения любой темы нужно четко представлять себе цель изучения. С какой целью изучаются ряды предпочтительных чисел? Эта система чисел является основой для параметрических стандартов. К сожалению, далеко не все существующие параметрические стандарты построены на основе предпочтительных чисел. Поэтому в процессе изучения нужно убедиться в необходимости этого и в своей практической деятельности содействовать проведению работ по стандартизации в указанном направлении.

ГОСТ 8032 [7] составлен с учетом рекомендаций ИСО и устанавливает четыре основных ряда предпочтительных чисел: R5, R10, R20, R40 и два дополнительных: R80 и R160. В эти ряды входят предпочтительные числа, представляющие собой округленные значения иррациональных чисел.

Почти во всех случаях необходимо использовать 40 основных предпочтительных чисел. Предложенные стандартом предпочтительные числа и их ряды должны быть положены в основу выбора градаций параметров и размеров, а также отдельных числовых характеристик продукции.

Ряды построены по геометрической прогрессии со знаменателем ϕ , равным [7]:

- для ряда R5 с членами ряда (1,00; 1,60; 2,50; 4,00 ...)
 $\phi = \sqrt[5]{10} \approx 1,6;$

- для ряда R10 с членами ряда (1,00; 1,25; 1,60; 2,00 ...)
 $\phi = \sqrt[10]{10} \approx 1,25;$

- для ряда R20 с членами ряда (1,00; 1,12; 1,25; 1,40 ...)
 $\phi = \sqrt[20]{10} \approx 1,12;$

- для ряда R40 с членами ряда (1,00; 1,06; 1,12; 1,18 ...)
 $\varphi = \sqrt[40]{10} \approx 1,06;$

- для ряда R80 с членами ряда (1,00; 1,03, 1,06; 1,09 ...)
 $\varphi = \sqrt[80]{10} \approx 1,03;$

- для ряда R160 с членами ряда (1,00; 1,015; 1,03; 1,045 ...)
 $\varphi = \sqrt[160]{10} \approx 1,015.$

Они являются бесконечными как в сторону малых, так и в сторону больших значений, т.е. допускают неограниченное развитие параметров или размеров в направлении их увеличения или уменьшения.

В таблице 1 представлены значения рядов предпочтительных чисел в интервале (1; 10].

Таблица 1

**Значения рядов предпочтительных чисел
на отрезке от 1 до 10 [7]**

R5	R10	R20	R40
1,00	1,00	1,00	1,00
			1,06
		1,12	1,12
			1,18
	1,25	1,25	1,25
			1,32
		1,40	1,40
			1,50
1,60	1,60	1,60	1,60
			1,70
		1,80	1,80
			1,90
	2,00	2,00	2,00
			2,12
		2,24	2,24
			2,36
2,50	2,50	2,50	2,50
			2,65
		2,80	2,80

Окончание табл. 1

R5	R10	R20	R40
			3,00
	3,15	3,15	3,15
			3,35
		3,55	3,55
			3,75
4,00	4,00	4,00	4,00
			4,25
		4,50	4,50
			4,75
	5,00	5,00	5,00
			5,30
		5,60	5,60
			6,00
6,30	6,30	6,30	6,30
			6,70
		7,10	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

Номер ряда предпочтительных чисел указывает на количество членов ряда в десятичном интервале от 1 до 10. При этом число 1,00 не входит в десятичный интервал как завершающее число предыдущего десятичного интервала $(0,10; 1,00]$.

Допускается образование специальных рядов путем отбора каждого n -го числа из существующего ряда. Так образуется ряд $R_{10/3}$, состоящий из каждого третьего значения основного ряда, причем начинаться он может с первого, второго или третьего значения.

Общие правила применения предпочтительных чисел и предпочтительных рядов чисел [7].

1. Предпочтительные числа и их ряды должны использоваться:

- 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 т.ч. природных констант), если использование предпочтительных чисел не влечет выхода за пределы допускаемого отклонения.

2. Производные и специальные ряды чисел допускается применять только в случае, если применение рядов предпочтительных чисел невозможно или нецелесообразно.

3. В случае альтернативных вариантов предпочтение следует отдавать ряду, имеющему меньшее число градаций, а также основному ряду перед выборочным и составным.

4. Применение дополнительных рядов предпочтительных чисел и предпочтительных рядов чисел допускается только в том случае, если ряд 40 или созданный на его основе производный ряд чисел не обеспечивает требуемого числа градаций. Применение дополнительного ряда должно сопровождаться подробным обоснованием.

5. Не допускается образовывать составные ряды путем соединения предпочтительных рядов различных видов, например, геометрического и арифметического, комплементарного и геометрического и т.д.

Задание 1.

В таблице 2 представлены ряды и интервалы.

1. Записать в развернутом виде члены ряда (не менее 10 членов).
2. Определить количество членов параметрического ряда в указанном интервале.

Таблица 2

Исходные данные к заданию 1

№ варианта	Обозначение ряда	Интервал
1	R20	(16...90)
2	R40	(53...95)
3	R5	(1...100)
4	R10	(2...100)
5	R10	(25...125)
6	R40	(112...630)
7	R40	(60...100)
8	R5	(6,3...40)
9	R10	(1,25...31,5)
10	R20	(0,25...63)
11	R40	(1,6...15)
12	R5	(1,6...25)
13	R20	(1...28)
14	R160	(3...9)
15	R80	(27...30)
16	R5	(3...105)

Задание 2.

Записать десять членов ряда: по пять в каждую сторону от указанного числа (табл. 3).

Исходные данные к заданию 2

№ варианта	Обозначение ряда
1	R10/3(...80...)
2	R10/2(...25...)
3	R5/3(...40...)
4	R20/3(...630...)
5	R20/3(...71...)
6	R40/2(...28...)
7	R5/2(...13...)
8	R20/3(...42...)
9	R40/3(...224...)
10	R20/3(...355...)
11	R10/2(...25...)
12	R10/3(...25...)
13	R40/3(...180...)
14	R40/3(...75...)
15	R160/3(...35...)
16	R160/4(...45...)

Примеры выполнения заданий.**Пример 1.**

1. Записать в развернутом виде члены ряда R160 (не менее 10 членов):

$$\varphi = \sqrt[160]{10} \approx 1,015.$$

(1,000; 1,015; 1,030; 1,046; 1,061; 1,077; 1,093; 1,110; 1,126; 1,143; 1,161; 1,178; 1,196; ...)

2. Определить количество членов параметрического ряда R160 в интервале (1...3).

Члены ряда, находящиеся в интервале (1...3):

1,000; 1,015; 1,030; 1,046; 1,061; 1,077; 1,093; 1,110; 1,126; 1,143; 1,161; 1,178; 1,196; 1,214; 1,232; 1,250; 1,269; 1,288; 1,307; 1,327; 1,347; 1,367; 1,388; 1,408; 1,430; 1,451; 1,473; 1,495; 1,517; 1,540; 1,563; 1,587; 1,610; 1,634; 1,659; 1,684; 1,709; 1,735; 1,761; 1,787; 1,814; 1,841; 1,869; 1,897; 1,925; 1,954; 1,984; 2,013; 2,043; 2,074; 2,105; 2,137; 2,169; 2,201; 2,234; 2,268; 2,302; 2,336; 2,372; 2,407;

2,443; 2,480; 2,517; 2,555; 2,593; 2,632; 2,672; 2,712; 2,752; 2,794;
2,835; 2,878; 2,921; 2,965.

Следующее за ними значение 3,009 не входит в интервал, поэтому, за исключением значения 1,000, в интервал (1...3) ряда R160 входит 73 члена.

Пример 2.

Записать десять членов ряда R40/2: по пять в каждую сторону от числа 3.

Для выполнения задания вначале необходимо определить все значения ряда R40/2 в интервале (1,00 ... 10,00). Для этого определяем члены основного ряда R40 в интервале (1,00 ... 10,00), а затем выбираем каждое второе значение, приняв за начальное первое число – 1,00.

$\overset{1}{1,00}$; $1,06$; $\overset{2}{1,12}$; $1,18$; $\overset{1}{1,25}$; $1,32$; $\overset{2}{1,40}$; $1,50$; $\overset{1}{1,60}$; $1,70$; $\overset{2}{1,80}$; $1,90$;
1 значение 2 значение 3 значение

$\overset{1}{2,00}$; $2,12$; $\overset{2}{2,24}$; $2,36$; $\overset{1}{2,50}$; $2,65$; $\overset{2}{2,80}$; $3,00$; $\overset{1}{3,15}$; $3,35$; $\overset{2}{3,55}$; $3,75$;

$\overset{1}{4,00}$; $4,25$; $\overset{2}{4,50}$; $4,75$; $\overset{1}{5,00}$; $5,30$; $\overset{2}{5,60}$; $6,00$; $\overset{1}{6,30}$; $6,70$; $\overset{2}{7,10}$; $7,50$;

$\overset{1}{8,00}$; $8,50$; $\overset{2}{9,00}$; $9,50$; $\overset{1}{10,00}$.

Таким образом, все подчеркнутые значения являются членами ряда R40/2. Пятью членами, стоящими от числа 3 с левой стороны, являются: 1,80; 2,00; 2,24; 2,50; 2,80. Пятью членами, стоящими от числа 3 с правой стороны, являются: 3,15; 3,55; 4,00; 4,50; 5,00.

Искомые значения: (1,80; 2,00; 2,24; 2,50; 2,80; 3,15; 3,55; 4,00; 4,50; 5,00).

Лабораторная работа № 2

СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ГРУБЫХ И СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Цели работы:

- углубить теоретические знания о грубых и систематических погрешностях;
- приобрести практические навыки исключения из результата измерения погрешностей.

Теоретические положения

1. Понятие о погрешности измерений.

Любой результат измерений содержит погрешность, как бы тщательно оно не проводилось. Для определения понятия «погрешность» необходимо пояснить различие между такими понятиями, как истинное и действительное значение физической величины [1].

Истинное значение физической величины – это значение, идеальным образом отражающее свойство данного объекта как в количественном, так и в качественном отношении. На практике это абстрактное понятие приходится заменять понятием «действительное значение».

Действительное значение физической величины – значение, найденное экспериментально и настолько приближающееся к истинному, что для данной цели оно может быть использовано вместо него. Результат измерения всегда отличается от истинного значения измеряемой величины и представляет ее приближенное значение.

Погрешность результата измерения (сокращенно – погрешность измерения) – это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины [2].

Количество факторов, влияющих на точность измерения, достаточно велико, чем и объясняется большое количество видов погрешностей.

По характеру изменения результатов при повторных измерениях, погрешности разделяются на: систематические, случайные и грубые погрешности (промахи) [2].

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

Случайная погрешность измерения – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

Грубая погрешность (промах) измерений – погрешность измерений, существенно превышающая ожидаемую при данных условиях.

2. Грубые погрешности.

2.1. Общие сведения о грубых погрешностях.

Грубая погрешность (или промах) – это погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда [3].

Источником грубых погрешностей нередко бывают резкие изменения условий измерения и ошибки, допущенные оператором. К ним можно отнести:

- неправильный отсчет по шкале измерительного прибора, происходящий из-за неверного учета цены малых делений шкалы;
- неправильная запись результата наблюдений, значений отдельных мер использованного набора, например гирь;
- хаотические изменения параметров напряжения, питающего средство измерения, например, его амплитуды или частоты.

Наиболее часто они допускаются неквалифицированным персоналом при неправильном обращении со средством измерения, неверным отсчетом показаний, ошибками при записи или вследствие внезапно возникшей посторонней причины.

Они сразу видны среди полученных результатов, так как полученные значения отличаются от остальных значений совокупности измерений.

Если в процессе измерений удастся найти причины, вызывающие существенные отличия, и после устранения этих причин повторные измерения не подтверждают подобных отличий, то такие измерения могут быть исключены из рассмотрения.

При однократных измерениях обнаружить промах не представляется возможным. Для уменьшения вероятности появления промахов измерения проводят 2-3 раза и за результат принимают среднее арифметическое полученных отсчетов.

При многократных измерениях для обнаружения промахов используют статистические критерии.

2.2. Методы обнаружения и исключения грубых погрешностей.

Вопрос о том, содержит ли результат наблюдений грубую погрешность, решается общими методами проверки статистических гипотез.

Проверяемая гипотеза состоит в утверждении, что результат наблюдения x_i не содержит грубой погрешности, т.е. является одним из значений измеряемой величины. Пользуясь определенными статистическими критериями, пытаются опровергнуть выдвинутую гипотезу. Если это удастся, то результат наблюдений рассматривают как содержащий грубую погрешность и его исключают.

Для выявления грубых погрешностей задаются вероятностью q (уровнем значимости) того, что сомнительный результат действительно мог иметь место в данной совокупности результатов измерений [4].

Обычно проверяют наибольшее и наименьшее значения результатов измерений. Для проверки гипотез используются следующие критерии.

1. Критерий «трех сигм» применяется для результатов измерений, распределенных по нормальному закону. Данный критерий надежен при числе измерений $n > 20 \dots 50$.

По этому критерию считается, что результат маловероятен и его можно считать промахом, если выполняется условие:

$$|\bar{x} - x^*| > 3\sigma \quad (1)$$

где \bar{x} – среднее арифметическое отдельных результатов измерений; x^* – результат измерения, вызывающий сомнение; σ – среднее квадратичное отклонение (СКО):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2)$$

где n – число измерений; x_i – результат i -го измерения.

Величины \bar{x} и σ вычисляют без учета экстремальных x^* (вызывающих подозрение) значений.

2. Критерий Романовского применяется, если число измерений меньше 20 [2,5]. При этом расчетное значение критерия Романовского определяется по формуле:

$$\beta = \left| \frac{\bar{x} - x^*}{\sigma} \right| \quad (3)$$

и сравнивается с табличным значением β_T , выбранным из таблицы 1.

Величины \bar{x} и σ вычисляют без учета экстремальных x^* (вызывающих подозрение) значений.

Таблица 1

Значения критерия Романовского β_T

q	$n=4$	$n=6$	$n=8$	$n=10$	$n=12$	$n=15$	$n=20$
0,01	1,73	2,16	2,43	2,62	2,75	2,90	3,08
0,02	1,72	2,13	2,37	2,54	2,66	2,80	2,96
0,05	1,71	2,10	2,27	2,41	2,52	2,64	2,78
0,10	1,69	2,00	2,17	2,29	2,39	2,49	2,62

Если $\beta \geq \beta_T$, то сомнительный результат является промахом и отбрасывается.

3. Критерий Диксона.

При применении этого критерия все результаты измерений располагаются в вариационный возрастающий ряд:

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_{n-1}, x_n \quad (x_1 < x_2 < \dots < x_n).$$

Значение критерия Диксона определяется по формуле:

$$K_D = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_1}. \quad (4)$$

Критическая область для этого критерия $P(K_D > Z_q) = q$. Если выполняется это условие, то результат x_1 или x_n – промах.

Значения Z_q приведены в табл. 2 [4,5].

Если расчетное значение K_D будет больше табличного Z_q , то результат измерения x_1 или x_n является промахом и отбрасывается.

Таблица 2

Значения критерия Диксона Z_q

n	Z_q при q , равном			
	0,10	0,05	0,02	0,01
4	0,68	0,76	0,85	0,89
6	0,48	0,56	0,64	0,70
8	0,40	0,47	0,54	0,59
10	0,35	0,41	0,48	0,53
14	0,29	0,35	0,41	0,45
16	0,28	0,33	0,39	0,43
18	0,26	0,31	0,37	0,41
20	0,26	0,30	0,36	0,39
30	0,22	0,26	0,31	0,34

4. Критерий Шовине.

Этот критерий может быть использован, если число измерений $n < 10$.

В этом случае грубой ошибкой (промахом) считается результат x^* , если разность $|\bar{x} - x^*|$ превышает значения σ , определяемые в зависимости от числа измерений [4,6]:

$$|\bar{x} - x^*| > \begin{cases} 1,6\sigma \text{ при } n : 3; \\ 1,7\sigma \text{ при } n : 6; \\ 1,9\sigma \text{ при } n : 8; \\ 2,0\sigma \text{ при } n : 10. \end{cases} \quad (5)$$

3. Систематические погрешности.

3.1. Классификация систематических погрешностей.

Систематические погрешности принято классифицировать в зависимости от причин их возникновения и по характеру их проявления при измерениях [2,3].

1. Инструментальная погрешность – это составляющая погрешности измерения, зависящая от погрешностей применяемых средств измерений.

Пример: равноплечие весы не могут быть идеально равноплечими. В весах для точного взвешивания всегда обнаруживается некоторая неравноплечность, полностью устранить которую путем регулировки не удастся.

2. Погрешности, возникающие в результате неправильной установки средств измерений.

Правильность показаний ряда средств измерений зависит от положения их подвижных частей по отношению к неподвижным. К ним относятся все средства измерений, принцип действия которых в той или иной степени связан с механическим равновесием. Отклонение такого средства измерений от правильного положения, которое указывается в технической документации, может привести к прямому или косвенному искажению его показаний.

3. Погрешности, возникающие вследствие влияния внешних величин.

Это могут быть тепловые и воздушные потоки, магнитные и электрические поля, изменения атмосферного давления, слишком высокая влажность воздуха; вибрации, часто не ощущаемые человеком. Помехи могут создаваться рентгеновскими аппаратами, ионизирующими излучениями и т. п.

4. Погрешность метода (теоретическая погрешность) измерения – составляющая погрешности измерений, происходящая от несовершенства метода измерений.

Во многих методах измерения можно обнаружить теоретические погрешности, являющиеся следствием тех или иных допущений или упрощений, применения эмпирических формул и функциональных зависимостей. В некоторых случаях влияние таких допущений оказывается незначительным, т.е. намного меньше, чем допускаемые погрешности измерений; в других оно превышает эти погрешности.

5. Субъективные систематические погрешности – являются следствием индивидуальных свойств человека, обусловленных особенностями его организма или укоренившимися неправильными навыками выполнения измерений. К этой систематической погрешности относятся, например, погрешности отсчитывания, параллакса, реакции наблюдателя и т.п.

3.2 Методы обнаружения и исключения систематических погрешностей.

При проведении измерений стараются в максимальной степени исключить или учесть влияние систематических погрешностей. Для того чтобы исключить систематические погрешности при измерении, необходимо проанализировать всю совокупность опытных данных.

Наиболее распространенные способы исключения систематических погрешностей из результатов измерений следующие.

1. Устранение источников погрешностей до начала измерения [5].

2. Исключение систематических погрешностей в процессе измерения с помощью способов [2-4]:

- замещения;
- компенсации погрешности по знаку;
- противопоставления;
- введения поправок;
- специальные статистические способы.

К специальным статистическим способам обнаружения систематических погрешностей относятся [5]:

- Способ последовательных разностей (критерий Аббе);
- Дисперсионный анализ (критерий Фишера).

1. Способ последовательных разностей (критерий Аббе) [3] применяется для обнаружения изменяющейся во времени систематической погрешности и состоит в следующем.

Отношение

$$v = \frac{Q^2(x)}{\sigma^2(x)} \quad (6)$$

является критерием для обнаружения систематических погрешностей, где

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (7)$$

$$Q^2 = \frac{1}{2(n-1)} \cdot \sum_{i=2}^n (x_i - x_{i-1})^2. \quad (8)$$

Это две оценки дисперсии (среднего квадратического отклонения) результатов наблюдений: обычным способом и вычислением суммы квадратов последовательных (в порядке проведения измерений) разностей $(x_i - x_{i-1})$.

Критическая область для критерия Аббе определяется как:

$$P(v < v_q) = q,$$

где $q = 1 - P$ – уровень значимости; P – доверительная вероятность.

Значения v_q для различных уровней значимости q и числа наблюдений n приведены в таблице 3.

Таблица 3

Значения критерия Аббе [2,4]

n	при q , равном		
	0,001	0,01	0,05
4	0,295	0,313	0,390
5	0,208	0,269	0,410
6	0,182	0,281	0,445
7	0,185	0,307	0,468
8	0,202	0,331	0,491
9	0,221	0,354	0,512
10	0,241	0,376	0,531
11	0,260	0,396	0,548
12	0,278	0,414	0,564

Если полученное значение критерия Аббе меньше v_q , то обнаруживается систематическая погрешность результатов измерений.

2. Дисперсионный анализ (критерий Фишера) позволяет выяснить наличие систематической погрешности результатов наблюдений, обусловленной влиянием какого-либо постоянно действующего фактора, или определить, вызывают ли изменения этого фактора систематическую погрешность [3].

В данном случае проводят многократные измерения, состоящие из достаточного числа серий, каждая из которых соответствует различным значениям влияющего фактора. Влияющими факторами, по которым производится объединение результатов наблюдений по сериям, могут быть внешние условия (температура, давление), временная последовательность проведения измерений и т.п.

После проведения N измерений их разбивают на s серий ($s > 3$) по n_j результатов наблюдений в каждой серии и затем устанавливают, имеется ли или отсутствует систематическое расхождение между результатами наблюдений в различных сериях.

Критерием оценки наличия систематических погрешностей в данном случае является дисперсионный критерий Фишера:

$$F = \frac{\sigma_{\text{мс}}^2}{\sigma_{\text{вс}}^2}, \quad (9)$$

где $\sigma_{\text{мс}}^2$ – межсерийная дисперсия, выражает силу действия фактора, вызывающего систематические различия между сериями; $\sigma_{\text{вс}}^2$ – внутрисерийная дисперсия, характеризует случайные погрешности измерений, обуславливающие различия (отклонения результатов наблюдений) внутри серии.

Критическая область для критерия Фишера соответствует выражению $P(F > F_q) = q$.

Значения F_q для различных уровней значимости q , числа измерений N и числа серий s приведены в таблице 4.

Для определения F_q необходимо вычислить

$$k_2 = N - s; \quad k_1 = s - 1,$$

где k_2 – число степеней свободы большей дисперсии, k_1 – число степеней свободы меньшей дисперсии.

Если полученное значение критерия Фишера больше F_q , то гипотеза об отсутствии систематических смещений результатов наблюдений по сериям отвергается, т.е. обнаруживается система-

тическая погрешность, вызываемая тем фактором, по которому группировались результаты наблюдений.

Таблица 4

Значения критерия Фишера [2,4]

k_2	F_α при k_1 , равном							
	1	2	3	4	5	6	8	12
2	98,49	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,42
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,80	14,37
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,10	7,72
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,03	5,67
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,06	4,71
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,50	4,16
14	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,14	3,80
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	3,89	3,55
18	8,28	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,71	3,37
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,56	3,23
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,17	2,84

Дисперсионный анализ (критерий Фишера) является наиболее эффективным и достоверным, так как позволяет не только установить факт наличия погрешности, но и дает возможность проанализировать источники ее возникновения.

Задания.**Задание 1.**

Для приведенного ряда измерений ($n = 30$, табл. 5), используя критерий «3 σ », проверить, является ли выделенное значение промахом.

Построить график частотного распределения, представляющий собой зависимость частоты появления значений (ось y) от измеряемой величины (ось x).

На графике показать среднее арифметическое значение и моду – наиболее часто получаемое значение измеряемой величины.

Проверить симметричность распределения (равенство моды и ср.арифм.).

Таблица 5

Исходные данные к заданию 1

№ варианта	Измеренные значения									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	25	25	23	24	23	25	27	23	22	24
1	24	25	28	23	24	22	23	24	25	24
	26	24	25	23	25	23	25	25	24	22
2	21	20	22	20	20	19	18	21	22	21
	19	21	25	20	21	20	19	21	21	21
3	21	20	22	20	20	19	18	21	22	21
	15	17	18	16	18	16	18	15	19	19
3	16	17	12	15	18	16	17	17	19	16
	15	17	18	16	18	16	18	15	19	19
4	23	28	26	26	28	28	24	27	28	28
	27	27	22	27	26	28	26	28	26	25
5	23	28	26	26	28	28	24	27	28	28
	40	39	40	38	39	39	40	40	38	38
5	39	39	42	40	38	38	40	39	39	38
	40	39	40	38	39	39	40	40	38	38
6	26	24	25	25	26	26	25	25	26	26
	25	25	28	24	24	26	25	24	25	26
7	26	24	25	25	26	26	25	25	26	26
	38	39	40	39	38	39	40	39	39	38
7	38	40	42	40	39	38	38	38	40	39
	38	39	40	39	38	39	40	39	39	38
8	24	23	23	22	24	22	24	22	22	24
	22	23	26	24	23	22	22	24	22	23
9	24	23	23	22	24	22	24	22	22	24
	17	15	15	14	15	14	17	15	17	15
9	14	14	19	15	17	14	14	14	15	14
	17	15	15	14	15	14	17	15	17	15
10	54	53	53	52	54	52	54	52	52	54
	52	53	56	54	53	52	52	54	52	53
11	54	53	53	52	54	52	54	52	52	54
	1	2	3	3	4	4	4	3	4	4
11	4	3	6	4	3	3	3	4	3	4
	1	2	3	3	4	4	4	3	4	4

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	170	172	172	170	174	172	170	173	172	171
	173	174	176	172	171	173	172	173	171	173
	170	172	172	170	174	172	170	173	172	171
13	74	74	74	75	74	75	74	73	73	73
	73	73	76	75	74	74	75	74	75	74
	74	74	74	75	74	75	74	73	73	73
14	24	21	23	21	24	21	24	23	24	23
	24	24	20	24	23	24	23	21	24	21
	24	21	23	21	24	21	24	23	24	23
15	33	35	32	35	33	32	34	32	33	31
	31	32	37	33	32	34	32	32	33	34
	33	35	32	35	33	32	34	32	33	31

Задание 2.

При диагностировании топливной системы автомобиля результаты пяти измерений расхода топлива представлены в табл. 6.

Выделенный результат вызывает сомнения. Проверить по критерию Романовского, является ли он промахом.

Таблица 6

Исходные данные к заданию 2

№ варианта	Расход топлива, л/100 км
1	9,30; 9,45; 9,05 ; 9,50; 9,25
2	10,40; 10,55; 10,15 ; 10,50; 10,45
3	30,4; 30,6; 30,2 ; 30,5; 30,7
4	31,5; 31,6; 30,6 ; 31,8; 31,7
5	30,5; 30,6; 31,6 ; 30,8; 30,7
6	36,6; 36,5; 33,4 ; 36,8; 36,9
7	22,5; 22,6; 21,1 ; 22,8; 22,7
8	41,7; 41,5; 40,3 ; 41,6; 41,8
9	62,7; 62,5; 61,3 ; 62,6; 62,8
10	32,7; 32,5; 30,3 ; 31,6; 31,8
11	14,17; 14,15; 12,93 ; 14,16; 14,18
12	1,7; 1,5; 0,3 ; 1,6; 1,4
13	11,7; 11,5; 12,3 ; 11,6; 11,8
14	19,7; 19,5; 20,3 ; 19,4; 19,8
15	63,17; 63,25; 60,31 ; 62,16; 64,18

Задание 3.

Было проведено пять измерений напряжения в электросети. Получены данные, представленные в табл. 7.

Проверить по критерию Диксона, не является ли выделенный результат промахом.

Таблица 7

Исходные данные к заданию 3

№ варианта	Напряжение, В
1	127,1; 127,2; 126,9; <u>127,6</u> ; 127,2
2	12,71; 12,72; 12,69; <u>12,76</u> ; 12,72
3	127,71; 126,72; 127,69; <u>125,76</u> ; 126,72
4	117,7; 116,7; 117,6; <u>115,8</u> ; 116,8
5	147,2; 146,6; 147,6; <u>145,5</u> ; 146,9
6	317,5; 316,5; 317,4; <u>315,8</u> ; 316,3
7	217,5; 216,3; 217,3; <u>215,1</u> ; 216,8
8	177,3; 176,4; 177,6; <u>175,5</u> ; 176,4
9	237,2; 236,3; 237,1; <u>235,5</u> ; 236,3
10	77,13; 76,14; 77,16; <u>75,25</u> ; 76,54
11	31,3; 32,4; 31,6; <u>35,5</u> ; 32,7
12	73,3; 74,4; 74,6; <u>75,5</u> ; 73,4
13	147,13; 146,14; 147,16; <u>145,51</u> ; 146,14
14	57,3; 56,4; 57,6; <u>55,5</u> ; 56,7
15	307,5; 306,6; 307,5; <u>303,5</u> ; 305,5

Задание 4.

При измерении размера отверстия детали получены результаты, представленные в табл. 8. Пользуясь критерием Шовине, проверить, является ли выделенный размер промахом.

Таблица 8

Исходные данные к заданию 4

№ варианта	Размер диаметра отверстия, мм
1	20,32; 20,18; 20,26; 20,21; 20,28; <u>20,42</u>
2	25,12; 25,28; 25,36; 25,41; 25,38; <u>25,47</u>
3	45,42; 45,48; 45,46; 45,41; 45,38; <u>45,54</u>
4	135,32; 135,38; 135,36; 135,31; 135,28; <u>135,44</u>
5	13,35; 13,38; 13,37; 13,35; 13,29; <u>13,41</u>
6	165,3; 165,8; 165,6; 165,4; 165,4; <u>165,9</u>
7	145,22; 145,28; 145,26; 145,21; 145,24; <u>145,43</u>
8	135,312; 135,318; 135,346; 135,311; 135,228; <u>135,454</u>
9	135,312; 135,318; 135,346; 135,311; 135,228; <u>135,454</u>
10	35,12; 35,18; 35,46; 35,11; 35,28; <u>35,49</u>
11	15,31; 15,32; 15,35; 15,31; 15,23; <u>15,46</u>
12	115,12; 115,18; 115,46; 115,11; 115,22; <u>115,48</u>
13	5,312; 4,318; 5,346; 4,311; <u>6,228</u> ; 5,454
14	35,2; 35,8; 35,6; 35,3; 35,2; <u>36,0</u>
15	353,12; 353,18; 353,46; 353,11; 352,28; <u>354,54</u>

Задание 5.

Используя способ последовательных разностей, определить, присутствует ли систематическая погрешность в ряду результатов наблюдений, представленных в табл. 9, для всех уровней значимости. Результаты расчетов свести в табл. 10.

Таблица 9

Исходные данные к заданию 5

№ вар.	Размер диаметра отверстия, мм
1	13,4; 13,3; 14,5; 13,8; 14,5; 14,6; 14,1; 14,3; 14,0; 14,3; 13,2
2	15,5; 15,7; 15,3; 15,4; 15,5; 15,6; 14,8; 14,9; 15,0; 15,3; 15,6
3	17,5; 17,6; 17,5; 17,4; 17,5; 17,8; 17,8; 17,9; 17,0; 17,3; 16,8
4	11,5; 11,7; 11,5; 11,4; 11,5; 11,8; 11,7; 11,9; 11,0; 11,3; 11,8
5	19,5; 19,7; 19,5; 19,4; 19,5; 19,8; 19,7; 19,9; 20,0; 19,3; 19,8
6	31,5; 31,7; 31,5; 31,4; 31,5; 31,8; 31,7; 31,9; 31,0; 31,3; 31,8
7	131,52; 131,73; 131,52; 131,43; 131,52; 131,81; 131,72; 131,91; 131,01; 131,33; 131,83
8	116,5; 117,7; 116,5; 117,4; 117,5; 116,8; 116,7; 117,9; 116,0; 116,3; 116,8

Окончание табл. 9

№ вар.	Размер диаметра отверстия, мм
9	214,5; 215,6; 214,6; 215,5; 215,6; 215,7; 214,8; 215,9; 214,0; 215,6; 215,8
10	11,5; 11,7; 11,5; 11,4; 11,5; 11,8; 11,7; 11,9; 11,0; 11,3; 11,8
11	196,15; 197,27; 196,25; 197,14; 197,25; 196,18; 196,17; 197,19; 196,20; 126,23; 196,18
12	1,5; 1,7; 1,5; 1,4; 1,5; 1,8; 1,7; 1,9; 1,0; 1,3; 1,8
13	11,25; 17,17; 25,11; 24,41; 15,25; 25,18; 25,07; 25,19; 25,07; 21,35; 22,18
14	62,5; 67,7; 66,5; 67,4; 67,5; 66,8; 66,7; 61,9; 66,0; 61,3; 65,8
15	106,15; 107,27; 102,5; 104,4; 105,5; 105,8; 106,7; 107,9; 106,0; 105,3; 104,8

Таблица 10

Форма таблицы результатов

n	x_i	$\sigma^2(x)$	$d_i = x_i - x_{i-1}$	d_i^2	$Q^2(x)$	ν
1			-	-		
2						
...						
11						
	$\bar{x} =$			$\sum d_i^2 =$		

Задание 6.

Было сделано 40 измерений диаметра детали восемью различными штангенциркулями. Каждым из них проводилось по пять измерений. Значения внутрисерийной и межсерийной дисперсий представлены в табл. 11. Определить наличие систематической погрешности измерения диаметра детали.

Таблица 11

Исходные данные к заданию 6

№ варианта	Внутрисерийная дисперсия, мм ²	Межсерийная дисперсия, мм ²
1	0,054	0,2052
2	0,063	0,2030
3	0,072	0,1903

Окончание табл. 11

№ варианта	Внутрисерийная дисперсия, мм²	Межсерийная дисперсия, мм²
4	0,061	0,18
5	0,068	0,23
6	0,071	0,23
7	0,075	0,3801
8	0,0523	0,118
9	0,0423	0,128
10	0,0123	0,418
11	0,0412	0,318
12	0,0431	0,111
13	0,0751	0,321
14	0,062	0,228
15	0,0578	0,128

Лабораторная работа № 3
РАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТЕЙ И ОКРУГЛЕНИЕ
РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.
ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ
СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОГРЕШНОСТИ

Цели работы:

- углубить теоретические знания о правилах округления результатов измерений;
- приобрести практические навыки оценки величины систематической погрешности измерений.

Теоретические положения

1. Правила представления результатов измерения [1-3].

Любое число состоит из цифр, определяющих количество единиц в различных разрядах числа. Так, в число 312,42 включает 5 цифр, в нем содержится 3 сотни, 1 десяток, 2 единицы, 4 десятых и 2 сотых. Старший разряд – сотни, младший – сотые.

Цифры в числе могут быть значащими и незначащими.

Значащие цифры – это все цифры числа, кроме нулей, стоящих слева. Нули, стоящие в середине или в конце числа (справа) являются значащими, т.к. обозначают отсутствие единиц в соответствующем разряде. При этом цифры множителя 10^n не учитываются.

В таблице 1 представлены примеры определения количества значащих цифр в числах.

Таблица 1

Примеры определения
количества значащих цифр в числах

Число	Количество значащих цифр
0,0001	1
$0,1 \cdot 10^5$	1
0,00010	2
3,1250	5
$0,051 \cdot 10^{-4}$	2
$51,0 \cdot 10^{-4}$	3
51	2

В процессе измерения получают измеренное значение величины x и две погрешности: абсолютную ΔX и относительную δ_x . Для того, чтобы снизить погрешности обработки результатов измерений, в погрешностях ΔX и δ_x необходимо ограничить число значащих цифр по следующим правилам.

1. Погрешности измерения должны содержать не более двух (одну или две) значащих цифры.

2. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности ΔX : «1», «2» или «3», то в погрешности необходимо оставить 2 значащие цифры. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности ΔX : «4», «5», «6», «7», «8» или «9», то в погрешности необходимо оставить 1 значащую цифру.

3. Измеренное значение X должно заканчиваться тем же младшим разрядом, что и абсолютная погрешность ΔX .

4. В относительной погрешности δ_x число значащих цифр ограничивается по тем же правилам, что и в абсолютной погрешности ΔX .

При ограничении числа значащих цифр необходимо использовать операцию округления – отбрасывание значащих цифр справа после определенного разряда с возможным изменением цифры этого разряда.

Существуют следующие правила округления:

1. Если первая из отбрасываемых цифр меньше «5», то цифра предыдущего разряда не изменяется; если – больше «5», то цифра предыдущего разряда увеличивается на единицу.

2. Если отбрасывается несколько цифр и первая из отбрасываемых «5», то цифра предыдущего разряда увеличивается на единицу.

3. Если отбрасывается только одна цифра «5», а за ней нет цифр, то округление производится до ближайшего четного числа (если цифра предыдущего разряда четная, то она не изменяется, если нечетная, то увеличивается на единицу).

4. Округление выполняется сразу до желаемого числа значащих цифр.

2. Классификация погрешностей измерений.

2.1. Погрешность средств измерения и результатов измерения.

Погрешности средств измерений – это отклонения метрологических свойств или параметров средств измерений от номинальных, влияющие на погрешности результатов измерений (создающие так называемые инструментальные ошибки измерений) [4].

Погрешность результата измерения – это отклонение результата измерения от действительного (истинного) значения измеряемой величины [4].

2.2. Инструментальные и методические погрешности.

Методическая погрешность обусловлена несовершенством метода измерений или упрощениями, допущенными при измерениях [5-8]. Она возникает из-за использования приближенных формул при расчете результата или неправильной методики измерений. Выбор ошибочной методики возможен из-за несоответствия (неадекватности) измеряемой физической величины и ее модели.

Причиной методической погрешности может быть не учитываемое взаимное влияние объекта измерений и измерительных приборов или недостаточная точность такого учета. Например, методическая погрешность возникает при измерениях падения напряжения на участке цепи с помощью вольтметра, так как из-за шунтирующего действия вольтметра измеряемое напряжение уменьшается. Механизм взаимного влияния может быть изучен, а погрешности рассчитаны и учтены.

Инструментальная погрешность обусловлена несовершенством применяемых средств измерений [4,5]. Причинами ее возникновения являются неточности, допущенные при изготовлении и регулировке приборов, изменение параметров элементов конструкции и схемы вследствие старения. В высокочувствительных приборах могут сильно проявляться их внутренние шумы.

2.3. Статическая и динамическая погрешности.

Статическая погрешность измерений – это погрешность результата измерений, свойственная условиям статического измерения, то есть при измерении постоянных величин после заверше-

ния переходных процессов в элементах приборов и преобразователей [8].

Статическая погрешность средства измерений возникает при измерении с его помощью постоянной величины. Если в паспорте на средства измерений указывают предельные погрешности измерений, определенные в статических условиях, то они не могут характеризовать точность его работы в динамических условиях.

Динамическая погрешность измерений – это погрешность результата измерений, свойственная условиям динамического измерения. Динамическая погрешность появляется при измерении переменных величин и обусловлена инерционными свойствами средств измерений. Динамической погрешностью средства измерений является разность между погрешностью средства измерений в динамических условиях и его статической погрешностью, соответствующей значению величины в данный момент времени. При разработке или проектировании средства измерений следует учитывать, что увеличение погрешности измерений и запаздывание появления выходного сигнала связаны с изменением условий.

Статические и динамические погрешности относятся к погрешностям результата измерений. В большей части приборов статическая и динамическая погрешности оказываются связаны между собой, поскольку соотношение между этими видами погрешностей зависит от характеристик прибора и характерного времени изменения величины.

2.4. Систематическая и случайная погрешности.

Систематическая погрешность измерения – это составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины. Систематические погрешности являются в общем случае функцией измеряемой величины, влияющих величин (температуры, влажности, напряжения питания и пр.) и времени. В функции измеряемой величины систематические погрешности входят при поверке и аттестации образцовых приборов.

Причинами возникновения систематических составляющих погрешности измерения являются [8]:

- отклонение параметров реального средства измерений от расчетных значений, предусмотренных схемой;
- неуравновешенность некоторых деталей средства измерений относительно их оси вращения, приводящая к дополнительному повороту за счет зазоров, имеющихся в механизме;
- упругая деформация деталей средства измерений, имеющих малую жесткость, приводящая к дополнительным перемещениям;
- погрешность градуировки или небольшой сдвиг шкалы;
- неточность подгонки шунта или добавочного сопротивления, неточность образцовой измерительной катушки сопротивления;
- неравномерный износ направляющих устройств для базирования измеряемых деталей;
- износ рабочих поверхностей, деталей средства измерений, с помощью которых осуществляется контакт звеньев механизма;
- усталостные измерения упругих свойств деталей, а также их естественное старение;
- неисправности средства измерений.

Случайной погрешностью называют составляющие погрешности измерений, изменяющиеся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины. Случайные погрешности определяются совместным действием ряда причин: внутренними шумами элементов электронных схем, наводками на входные цепи средств измерений, пульсацией постоянного питающего напряжения, дискретностью счета.

2.5. Погрешности адекватности и градуировки [8].

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

Погрешностью адекватности модели называют погрешность при выборе функциональной зависимости. Характерным примером может служить построение линейной зависимости по

данным, которые лучше описываются степенным рядом с малыми нелинейными членами.

Погрешность адекватности относится к измерениям для проверки модели. Если зависимость параметра состояния от уровней входного фактора задана при моделировании объекта достаточно точно, то погрешность адекватности оказывается минимальной. Эта погрешность может зависеть от динамического диапазона измерений, например, если однофакторная зависимость задана при моделировании параболой, то в небольшом диапазоне она будет мало отличаться от экспоненциальной зависимости. Если диапазон измерений увеличить, то погрешность адекватности сильно возрастет.

2.6. Абсолютная, относительная и приведенная погрешности.

Абсолютная погрешность – это алгебраическая разность между измеренным (полученным) и действительным (номинальным) значениями измеряемой величины. Абсолютная погрешность измеряется в тех же единицах измерения, что и сама величина, в расчетах её принято обозначать греческой буквой Δ . На рис.1 ΔX и ΔY – абсолютные погрешности.

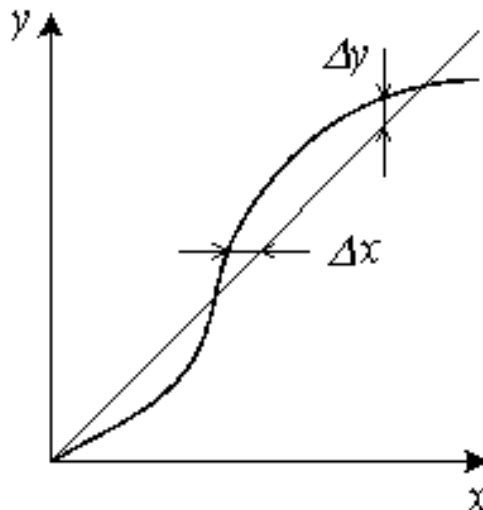


Рис. 1. Абсолютные погрешности измеряемых величин [8]

Абсолютная погрешность ΔX определяется по формуле:

$$\Delta X = X - X_n, \quad (1)$$

где ΔX – абсолютная погрешность; X – измеренное (полученное) значение измеряемой величины; X_n – действительное (номинальное) значение измеряемой величины.

Относительная погрешность – это отношение абсолютной погрешности к тому значению, которое принимается за истинное. Относительная погрешность является безразмерной величиной, либо измеряется в процентах, в расчетах обозначается буквой δ [8]:

$$\delta_x = \left| \frac{\Delta X}{X_n} \right|. \quad (2)$$

Приведённая погрешность – это погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины, постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона [8]. Вычисляется по формуле:

$$\delta_{\text{пр}} = \left| \frac{\Delta X}{X_n} \right|, \quad (3)$$

где X_n – нормирующее значение, которое зависит от типа шкалы измерительного прибора и определяется по его градуировке:

- если шкала прибора односторонняя и нижний предел измерений равен нулю (например, диапазон измерений 0...100), то X_n определяется равным верхнему пределу измерений ($X_n=100$);

- если шкала прибора односторонняя, нижний предел измерений больше нуля, то X_n определяется как разность между максимальным и минимальным значениями диапазона (для прибора с диапазоном измерений 30...100, $X_n = X_{\text{max}} - X_{\text{min}} = 100 - 30 = 70$);

- если шкала прибора двухсторонняя, то нормирующее значение равно ширине диапазона измерений прибора (диапазон измерений -50 ... +50, $X_n = 100$).

Приведённая погрешность является безразмерной величиной, либо измеряется в процентах.

2.7. Аддитивные и мультипликативные погрешности.

Аддитивной погрешностью называется погрешность, постоянная в каждой точке шкалы (рис. 2а).

Мультипликативной погрешностью называется погрешность, линейно возрастающая или убывающая с ростом измеряемой величины (рис. 2б).

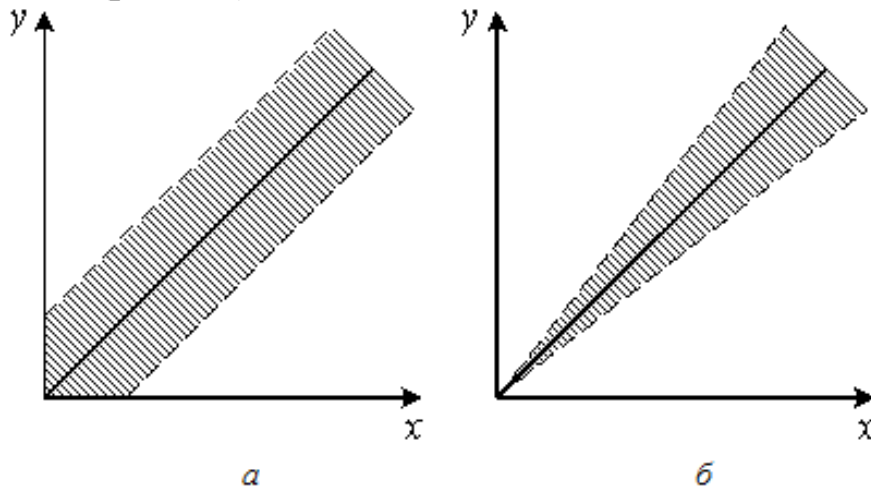


Рис. 2. Погрешности измерений [8]:

а) аддитивная погрешность; б) мультипликативная погрешность

Если абсолютная погрешность не зависит от значения измеряемой величины, то полоса определяется аддитивной погрешностью. Иногда аддитивную погрешность называют погрешностью нуля.

Если постоянной величиной является относительная погрешность, то полоса погрешностей меняется в пределах диапазона измерений и погрешность называется мультипликативной. Ярким примером аддитивной погрешности является погрешность квантования (оцифровки).

Задания.

Задание 1.

Округлить представленные в табл. 2 значения абсолютной и относительной погрешностей.

Таблица 2

Исходные данные к заданию 1

№ вар.	Абсолютная погрешность измерения, ΔX					Относительная погрешность измерения, δx				
	1	0,125	43,24	68,00	1235	976,2	2,94	16,04	2,015	0,012
2	0,650	12,25	15,29	1,320	8,399	0,630	2,001	3,000	3,769	0,001
3	1,040	40,033	4,0437	42,021	5,430	47,72	4,8342	49,70	9,461	52,83
4	52,31	0,0048	5,0002	21,04	11,90	5,444	0,868	13,99	1,604	1,038
5	0,302	12,845	83,24	12,904	1,400	2,905	4,893	16,89	79,01	89,99
6	23,81	4902	0,678	80,08	34,59	35,90	0,489	6,93	20,40	0,099
7	0,984	41,00	13,89	4,905	9,954	78,99	0,430	45,81	6,907	1,200
8	18,50	12,89	41,09	16,5	3499	57,04	29,57	2379	13,95	0,840
9	4,060	4987	78,01	34,98	7,809	43,09	5,000	58,01	13,66	3798
10	37,78	98,99	450,5	0,231	3,098	0,004	2,005	12,99	3,000	6666
11	31,56	99,99	4556	4,000	36,21	0,370	670,5	90,56	0,547	34,29
12	0,005	44,5	2890	56,89	1,009	90,99	50,00	0,509	68,5	4890
13	6,000	0,051	42,09	6783	0,909	34,50	76,55	36,99	45,11	65,33
14	1,111	54,99	0,490	4329	90,67	0,993	70,00	0,385	50,09	89,00
15	0,589	4326	34,11	0,338	80,00	8987	98,51	27,90	0,781	94,99

Задание 2.

Температура в масляном термостате измеряется образцовым палочным стеклянным термометром и поверяемым парогазовым термометром. Данные измерений представлены в табл. 3.

1. Определить действительное значение температуры;
2. Определить погрешность поверяемого прибора;
3. Определить поправку к показаниям прибора;
4. Оценить относительную погрешность термометра.

Исходные данные к заданию 2

№ вар.	Показания образцового СИ, °С	Показания поверяемого СИ, °С
1	210	211
2	211	210
3	135	134
4	123	122
5	136	137
6	98	96
7	81	82
8	145	144
9	178	177
10	138	137
11	162	161
12	178	179
13	156	157
14	149	148
15	136	137
16	146	145

Примеры выполнения заданий.**Пример 1.**

Округлить значения абсолютной погрешности: 0,154; 8123; 41,1; 0,956; 0,394.

$0,154 \approx 0,15$: первая значащая цифра погрешности – это «1», поэтому необходимо оставить 2 значащие цифры. Т.к. после второй значащей цифры стоит «4», и ее нужно отбросить, то после отбрасывания «4» цифру предыдущего разряда не изменяем.

$8123 \approx 8 \cdot 10^3$: первая значащая цифра – это «8», поэтому оставляем одну значащую цифру.

$41,1 \approx 4 \cdot 10$: первая значащая цифра – это «4», поэтому оставляем одну значащую цифру.

$0,956 \approx 1,0$: первая значащая цифра – это «9», поэтому оставляем одну значащую цифру. Т.к. все стоящие после нее цифры меньших разрядностей нужно отбросить, а первая из отбрасываемых – «5», то «9» нужно округлить до «10», т.е. значение «0,9» до

«1». Т.к. после округления первой значащей цифрой стала «1», то необходимо оставить 2 значащих цифры, т.е. «1,0»,

$0,394 \approx 0,39$: первая значащая цифра погрешности – это «3», поэтому необходимо оставить 2 значащие цифры. Т.к. после второй значащей цифры стоит «4», и ее нужно отбросить, то после отбрасывания «4» цифру предыдущего разряда не изменяем.

Пример 2.

При поверке СИ номинального размера 200 у.е. получено значение 200,0005 у.е.

1. Определить действительное значение измеряемой величины;
2. Определить погрешность поверяемого СИ;
3. Определить поправку к показаниям СИ;
4. Оценить относительную погрешность СИ.

1. Действительное значение – это номинальное значение, т.е. 200 у.е.

2. Погрешность (абсолютная погрешность) поверяемого СИ:

$$\Delta X = 200,0005 \text{ у.е.} - 200 \text{ у.е.} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ у.е.}$$

3. Поправка к показаниям СИ – это абсолютная погрешность измерения, взятая с обратным знаком:

$$\nabla X = -\Delta X = -0,5 \cdot 10^{-3} \text{ у.е.}$$

4. Относительная погрешность СИ:

$$\delta_x = \left| \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ у.е.}}{200 \text{ у.е.}} \right| \cdot 100\% \approx 2,5 \cdot 10^{-6}\%$$

Лабораторная работа № 4 ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ. ДОВЕРИТЕЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ ПОГРЕШНОСТИ

Цель работы:

приобрести практические навыки проведения интервальных оценок среднеквадратического отклонения результатов измерений.

Краткие теоретические положения

Погрешности средств измерений могут быть выражены двумя различными способами: с помощью точечных оценок и с помощью интервальных [1,2].

К *точечным оценкам* относятся математическое ожидание погрешности и среднеквадратическое отклонение.

В качестве *интервальной оценки* используют интервал погрешности, который охватывает все возможные значения погрешности измерений с вероятностью P . Эта вероятность называется *доверительной* или надежностью оценки погрешности.

Предел допускаемой погрешности можно рассматривать как точечную оценку или как интервальную для доверительной вероятности, равной единице.

Интервальная оценка является более гибкой, поскольку она позволяет указать погрешность измерений в зависимости от того, какая требуется вероятность реализации этой погрешности для конкретных условий эксплуатации средства измерений.

Интервальной называют оценку, которая определяется двумя числами – концами интервала, покрывающего оцениваемый параметр [1,2].

Доверительным называют интервал, который с заданной надежностью γ покрывает заданный параметр [9].

Интервальной оценкой (с надежностью γ) математического ожидания μ нормально распределенного признака X по выборочной средней $x_{в.ср.}$ при известном среднем квадратическом отклонении σ генеральной совокупности служит доверительный интервал:

$$x_{в.ср.} - t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < x_{в.ср.} + t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где $t \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ – точность оценки, n – объем выборки; t – значение аргумента функции Лапласа $\Phi(t)$, при котором $\Phi(t) = 0,5$ [9,10].

Задания.

Задание 1.

Известны результаты 28-ми измерений длины детали, мм (табл. 1). Определить границы доверительного интервала для среднего квадратического отклонения результатов наблюдений. Уровень доверительной вероятности $P = 90\%$.

Примечание: N – порядковый номер обучающегося в алфавитном списке академической группы.

Таблица 1

Исходные данные к заданию 1

10,305N	10,306N	10,306N	10,309N	10,308N	10,309N	10,313N
10,310N	10,305N	10,307N	10,309N	10,303N	10,307N	10,309N
10,305N	10,308N	10,310N	10,306N	10,305N	10,307N	10,311N
10,308N	10,312N	10,304N	10,308N	10,301N	10,313N	10,312N

Задание 2.

После обработки результатов 30-ти наблюдений получена точечная оценка среднего квадратического отклонения результатов наблюдений (см. табл. 2). Приняв уровень доверительной вероятности $P = 1 - q = 90\%$, найти границы доверительного интервала для среднего квадратического отклонения.

Таблица 2

Исходные данные к заданию 2

№ варианта	S, c	№ варианта	S, c
1	0,00013	9	0,00041
2	0,09021	10	0,00472
3	0,00051	11	0,00052
4	0,00029	12	0,00412
5	0,00001	13	0,00640
6	0,00073	14	0,03921
7	0,00021	15	0,01900
8	0,00092	16	0,00001

Пример выполнения заданий.

Известны результаты шести измерений длины детали, мм:
15,5; 15,6; 15,4; 15,5; 15,5; 15,4.

Определить границы доверительного интервала для среднего квадратического отклонения результатов наблюдений.

В качестве оценки математического ожидания длины детали μ принимаем ее среднее арифметическое: $\bar{X} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 x_i = 15,483$ мм.

Точечная оценка среднего квадратического отклонения результатов наблюдений составляет:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^6 (x_i - \bar{X})^2} = 0,075 \text{ мм.}$$

При уровне доверительной вероятности $P = 90\%$ (0,9) (уровень значимости q при этом будет равен $100\% - 90\% = 10\%$ или 0,1) для числа степеней свободы $k = n - 1 = 6 - 1 = 5$ по таблице распределения Пирсона (Приложение [10]) находим:

$$\chi_{k; \frac{1}{2}q}^2 = \chi_{5; 0,05}^2 = 1,145; \chi_{5; 0,05} = 1,070;$$

$$\chi_{k; 1-\frac{1}{2}q}^2 = \chi_{5; 0,95}^2 = 11,070; \chi_{5; 0,95} = 3,327.$$

Находим границы доверительного интервала для среднего квадратического отклонения результатов наблюдений:

$$S_{\text{в}} = \frac{\sqrt{n-1} \cdot S}{\chi_{k; \frac{1}{2}q}} = \frac{\sqrt{6-1} \cdot 0,075}{1,070} = 0,157 \text{ мм;}$$

$$S_{\text{н}} = \frac{\sqrt{n-1} \cdot S}{\chi_{k; 1-\frac{1}{2}q}} = \frac{\sqrt{6-1} \cdot 0,075}{3,327} = 0,050 \text{ мм.}$$

Вывод: полученные результаты говорят о том, что истинное значение среднего квадратического отклонения результатов наблюдений с вероятностью 90% лежит в интервале (0,050 ... 0,157) мм.

Лабораторная работа № 5 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ КОСВЕННЫХ МНОГОКРАТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель работы:

приобрести практические навыки обработки и представления результатов косвенных многократных измерений.

Краткие теоретические положения

Классификация средств измерений может проводиться по перечисленным ниже критериям [5].

1. По характеристике точности измерения делятся на:

- равноточные;
- неравноточные.

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

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

2. По количеству измерений измерения делятся на:

- однократные;
- многократные.

3. По типу изменения величины измерения делятся на:

- статические;
- динамические.

Статические измерения – это измерения постоянной, неизменной физической величины.

Динамические измерения – это измерения изменяющейся, непостоянной физической величины.

4. По назначению измерения делятся на:

- технические;
- метрологические.

Технические измерения – это измерения, выполняемые техническими средствами измерений.

Метрологические измерения – это измерения, выполняемые с использованием эталонов.

5. По способу представления результата измерения делятся на:

- абсолютные;
- относительные.

Абсолютные измерения – это измерения, которые выполняются посредством прямого, непосредственного измерения основной величины и (или) применения физической константы.

Относительные измерения – это измерения, при которых вычисляется отношение однородных величин, причем числитель является сравниваемой величиной, а знаменатель – базой сравнения (единицей).

6. По методам получения результатов измерения делятся на: прямые; косвенные; совокупные; совместные.

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

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

Совокупные измерения – это измерения, результатом которых является решение некоторой системы уравнений.

Совместные измерения – это измерения, в ходе которых измеряется минимум две неоднородные физические величины с целью установления существующей между ними зависимости.

Косвенные измерения осуществляются с помощью датчиков, которые сами по себе не являются измерительными инструментами, а выполняют роль преобразователей информации.

Таким образом, при выполнении косвенных измерений велика вероятность возникновения погрешностей измерений. При этом общая погрешность косвенного измерения будет включать погрешности всех измеренных величин, составляющих искомую величину.

Пусть каждая из m физических величин x_i измерена с некоторой погрешностью Δx_i . Если предположить, что погрешности Δx_i малы, то для погрешности косвенного измерения можно записать [10]:

$$dZ = \sum_{i=1}^m \frac{df}{dx_i} \Delta x_i, \quad (1)$$

где $f(x_i)$ – функция, характеризующая искомую величину.

Каждое слагаемое $\frac{df}{dx_i} \Delta x_i$ представляет собой частную погрешность результата косвенного измерения, вызванную погрешностью Δx_i . Частные производные называются **коэффициентами влияния** соответствующих погрешностей [10].

Задание.

Обработать результаты косвенных многократных измерений следующей величины:

$$F = \frac{\gamma D^3 G m}{2P}$$

при значениях, представленных в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные

№ вар.	D , м	G , Н	P , м	γ	m , кг
1	1±0,01	245±3	20±0,05	0,013	27,09±0,03
2	2±0,1	175±1	45±0,2	0,011	32,56±0,05
3	1,5±0,05	390±3	50±0,01	0,29	34,72±0,01
4	3±0,05	345±2	80±0,01	0,57	21,03±0,03
5	2±0,01	245±2,5	30±0,05	0,32	22,01±0,01
6	1,5±0,01	175±1,5	70±0,05	0,511	45,83±0,1
7	1±0,2	458±2,1	60±0,1	0,582	36,71±0,05
8	2±0,05	321±1,8	40±0,01	9,316	21,56±0,02
9	1,5±0,1	345±2,4	20±0,2	6,311	31,68±0,03
10	3±0,1	237±1,2	45±0,05	6,903	56,72±0,01
11	1±0,05	128±3,1	50±0,2	5,81	23,48±0,02
12	2±0,1	284±1,7	80±0,05	4,869	12,43±0,03
13	1,5±0,05	187±3	30±0,01	2,734	12,05±0,1
14	3±0,01	369±1,6	70±0,1	1,890	14,58±0,03
15	1±0,01	365±2,6	60±0,01	2,00	34,12±0,05
16	2±0,1	421±2,2	40±0,2	5,679	13,09±0,01

Пример выполнения задания.

Обработать результат косвенных многократных измерений величины:

$$\gamma = \frac{4}{3a} \beta Q m N \mu^2 t.$$

Измерения величин: a , β , Q , m , N , μ , t проводились прямым методом:

$$a = (25,00 \pm 0,06) 10^3 \text{ кг};$$

$$\beta = (10,05 \pm 0,10) 10^2 \text{ с};$$

$$Q = (315,11 \pm 0,31) 10^5 \text{ Па};$$

$$m = (5,25 \pm 0,05) 10^2 \text{ кг};$$

$$N = 10;$$

$$\mu = (1,50 \pm 0,10) \text{ м/с};$$

$$t = (250,00 \pm 0,09) 10 \text{ с}.$$

Вначале необходимо получить оценку истинного значения искомой величины. Для этого в исходную формулу (функцию) необходимо подставить средние значения всех измеряемых прямым методом величин, а также значения коэффициентов:

$$\bar{\gamma} = \frac{4 \cdot 10,05 \cdot 10^2 \cdot 315,11 \cdot 10^5 \cdot 5,25 \cdot 10^2 \cdot 10 \cdot 2,25 \cdot 2500}{3 \cdot 25 \cdot 10^3} \approx 56,53 \cdot 10^{12} (\text{Па} \cdot \text{м}^2).$$

Для оценки точности полученного результата необходимо определить частные производные и частные погрешности результата измерений:

$$\Delta a = \frac{\partial \gamma}{\partial a} \Delta \bar{a} = \frac{56,53 \cdot 10^{12}}{25,00 \cdot 10^3} \cdot 0,06 \cdot 10^3 = 0,136 \cdot 10^{12} (\text{Па} \cdot \text{м}^2);$$

$$\Delta \beta = \frac{\partial \gamma}{\partial \beta} \Delta \bar{\beta} = \frac{56,53 \cdot 10^{12}}{10,05 \cdot 10^2} \cdot 0,10 \cdot 10^2 = 0,562 \cdot 10^{12} (\text{Па} \cdot \text{м}^2);$$

$$\Delta Q = \frac{\partial \gamma}{\partial Q} \Delta \bar{Q} = \frac{56,53 \cdot 10^{12}}{315,11 \cdot 10^5} \cdot 0,31 \cdot 10^5 = 0,0556 \cdot 10^{12} (\text{Па} \cdot \text{м}^2);$$

$$\Delta m = \frac{\partial m}{\partial Q} \Delta \bar{m} = \frac{56,53 \cdot 10^{12}}{5,25 \cdot 10^2} \cdot 0,05 \cdot 10^2 = 0,538 \cdot 10^{12} \text{ (Па} \cdot \text{м}^2\text{)};$$

$$\Delta \mu = 2 \frac{\partial \mu}{\partial Q} \Delta \bar{\mu} = \frac{2 \cdot 56,53 \cdot 10^{12}}{1,5} \cdot 0,1 = 7,5 \cdot 10^{12} \text{ (Па} \cdot \text{м}^2\text{)};$$

$$\Delta t = \frac{\partial t}{\partial Q} \Delta \bar{t} = \frac{56,53 \cdot 10^{12}}{2500} \cdot 0,9 = 0,020 \cdot 10^{12} \text{ (Па} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

Таким образом, погрешность косвенного измерения искомой величины составляет:

$$\begin{aligned} \Delta \gamma &= \sqrt{\Delta a^2 + \Delta \beta^2 + \Delta Q^2 + \Delta m^2 + \Delta \mu^2 + \Delta t^2} \approx \\ &\approx 7,54 \cdot 10^{12} \approx 8 \cdot 10^{12} \text{ (Па} \cdot \text{м}^2\text{)}. \end{aligned}$$

Результат косвенного измерения искомой величины:

$$\gamma = (57 \pm 8) \cdot 10^{12} \text{ Па} \cdot \text{м}^2.$$

Лабораторная работа № 6 ПРЯМЫЕ ОДНОКРАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Цель работы:

приобрести практические навыки обработки и представления результатов прямых однократных измерений.

Краткие теоретические положения

1. Форма представления результатов прямых однократных измерений.

Прямые однократные измерения являются основным видом технических измерений и проводятся в том случае, когда ожидается пренебрежимо малая (по сравнению с инструментальной) случайная погрешность [2,4,6].

При однократных измерениях за измеренное значение величины принимают результат одного измерения:

$$\bar{X} = x_1.$$

По инструментальной погрешности Δ_i средства измерения определяют абсолютную погрешность измерения:

$$\Delta x = \Delta_i.$$

Относительную погрешность вычисляют по формуле [5,10]:

$$\delta_x = \left| \frac{\Delta x}{\bar{X}} \right| \cdot 100\%. \quad (1)$$

Результат измерений записывают следующим образом:

$$x = (A \pm B)C; \quad \delta_x = D\%; \quad P = 1, \quad (2)$$

где A – измеренное значение; B – абсолютная погрешность; C – единицы измерения; D – относительная погрешность; P – доверительная вероятность (вероятность того, что полученное значение является истинным – 100%).

Результат измерений записывают с учетом правил представления результатов.

2. Правила представления результатов измерений.

Любое число состоит из цифр, определяющих количество единиц в различных разрядах числа. Так, в число 312,42 включает 5 цифр, в нем содержится 3 сотни, 1 десяток, 2 единицы, 4 десятых и 2 сотых. Старший разряд – сотни, младший – сотые.

Цифры в числе могут быть значащими и незначащими.

Значащие цифры – это все цифры числа, кроме нулей, стоящих слева. Нули, стоящие в середине или в конце числа (справа) являются значащими, т.к. обозначают отсутствие единиц в соответствующем разряде. При этом цифры множителя 10^n не учитываются.

В таблице 1 представлены примеры определения количества значащих цифр в числах.

Таблица 1

Примеры определения количества значащих цифр в числах

Число	Количество значащих цифр
0,0001	1
$0,1 \cdot 10^5$	1
0,00010	2
3,1250	5
$0,051 \cdot 10^{-4}$	2
$51,0 \cdot 10^{-4}$	3
51	2
302,0	4
302,010	6

В процессе измерения получают измеренное значение величины x и две погрешности: абсолютную ΔX и относительную δ_x . Для того, чтобы снизить погрешности обработки результатов измерений, в погрешностях ΔX и δ_x необходимо ограничить число значащих цифр по следующим правилам [2,4,10].

1. Погрешности измерения должны содержать не более двух (одну или две) значащих цифры.

2. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности ΔX : «1», «2» или «3», то в погрешности необходимо оставить 2

значащие цифры. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности ΔX : «4», «5», «6», «7», «8» или «9», то в погрешности необходимо оставить 1 значащую цифру.

3. Измеренное значение X должно заканчиваться тем же младшим разрядом, что и абсолютная погрешность ΔX .

4. В относительной погрешности δ_x число значащих цифр ограничивается по тем же правилам, что и в абсолютной погрешности ΔX .

В таблице 2 представлены примеры ограничения количества значащих цифр в измеренном значении и его погрешностях.

Таблица 2

**Примеры ограничения
количества значащих цифр в числах**

Полученный результат	Верный результат с ограничением
$567,650 \pm 0,0789$	$567,65 \pm 0,08$
$567 \pm 0,013$	$567,000 \pm 0,013$ или $(5670,00 \pm 0,13) \cdot 10^{-1}$ или $(56700,0 \pm 1,3) \cdot 10^{-2}$
$567,65 \pm 33,6$	568 ± 34
$567,65 \pm 43,6$	$(57 \pm 4) \cdot 10$ или $(5,7 \pm 0,4) \cdot 10^2$
$567,65 \pm 0,297$	$567,7 \pm 0,3$

При ограничении числа значащих цифр необходимо использовать операцию округления – отбрасывание значащих цифр справа после определенного разряда с возможным изменением цифры этого разряда.

Существуют следующие правила округления:

1. Если первая из отбрасываемых цифр меньше «5», то цифра предыдущего разряда не изменяется; если – больше «5», то цифра предыдущего разряда увеличивается на единицу.

2. Если отбрасывается несколько цифр и первая из отбрасываемых «5», то цифра предыдущего разряда увеличивается на единицу.

3. Если отбрасывается только одна цифра «5», а за ней нет цифр, то округление производится до ближайшего четного числа (если цифра предыдущего разряда четная, то она не изменяется, если нечетная, то увеличивается на единицу).

4. Округление выполняется сразу до желаемого числа значащих цифр.

Задания.

Задание 1.

Ограничить количество значащих цифр в представленных в табл. 3 измеренных значениях и их погрешностях.

Таблица 3

Исходные данные к заданию 1

№ вар.	Результаты измерений, мм				
1	37,1±0,5902	91,509±0,8159	646,59±0,822	57,993±0,2441	10,368±0,6398
2	916,86±3,7768	28,81±0,3507	52,805±5,77	762,82±0,0523	756,6±0,197261
3	57,425±0,930	53,953±0,169	531,90±0,3	3272±0,0021	13,35±0,7348
4	20,260±2,216	779±2,261	7,542±1,98	19725±0,815	15,6009±4,2811
5	43405±20,662	46,92±0,4768	562±0,5757	1,0792±0,3942	26,899±0,320717
6	83,019±0,5367	85,358±0,07785	8,2048±0,6099	86,386±7,54857	5,7967±0,768427
7	5,891±0,0322	751,24±0,395	81766±0,401	988,51±5,184	5,551±0,457
8	152,33±0,542	472,14±0,838	4,4862±0,6090	9,138±0,4173	97,61±0,958
9	39,180±0,572	35,9±0,979	916,85±0,770	84,545±0,37217	27,5±0,664
10	243,64±0,855	506,18±0,6221	62,515±0,9113	26,820±0,632	78,96±6,5018
11	65,300±0,84	90,59±0,5303	6655,1±7,8492	55,083±0,53	23,59±0,873
12	91,034±0,9759	85,1±4,6966	4957±0,2992	63,675±0,717	40,34±0,6802
13	15,259±0,7458	39,51±0,636	55,683±0,02	46,0±0,7087	79146±9,6518
14	50,9±0,6690	59,28±7,7206	8,026±0,1718	4,7518±0,0164	44,75±0,9714
15	516,32±0,583	908,50±0,208	200,67±4,657	7710,1±7,1715	75,77±0,6796
16	4036,3±0,175	855,10±0,3082	115,51±0,2553	89,090±0,7444	86513±5,9237

Задание 2.

Секундомером с известной погрешностью было проведено однократное измерение. Результаты измерения представлены в табл. 4. При условии, что доверительная вероятность результата измерения составляет 100%, записать в правильной форме результат измерения.

Примечание: N – порядковый номер обучающегося в алфавитном списке академической группы.

Таблица 4

Исходные данные к заданию 2

№ вар.	Полученное значение, с	Погрешность секундомера, с
1	123 N	1 N
2	12,5 N	0,1 N
3	157,2 N	0,2 N
4	12,607 N	0,001 N
5	134,741 N	0,011 N
6	73,21 N	0,000143 N
7	32,6711 N	0,123 N
8	126 N	12,5 N
9	45,0004 N	0,000001 N
10	32,84567 N	0,01 N
11	94,4512 N	0,03 N
12	78,001 N	1,1 N
13	28,3931 N	0,39 N
14	99,99 N	0,999 N
15	5,945 N	0,0035 N
16	36,98643 N	2,0 N

Примеры выполнения заданий.

Пример 1.

Ограничить количество значащих цифр в измеренных значениях и их погрешностях:

$87,236 \pm 0,0426 \approx 87,24 \pm 0,04$: в погрешности оставляем одну значащую цифру, т.к. первая значащая цифра – «4». Младший разряд – сотые, поэтому в измеренном значении также оставляем сотые, с предварительным округлением, т.к. первая отбрасываемая цифра – «6».

$87,236 \pm 0,0456 \approx 87,24 \pm 0,05$: в погрешности оставляем одну значащую цифру, т.к. первая значащая цифра – «4». Т.к. после нее

первая отбрасываемая цифра «5», то «4»-ку округляем. Младший разряд – сотые, поэтому в измеренном значении также оставляем сотые, с предварительным округлением, т.к. первая отбрасываемая цифра – «6».

$87,231 \pm 0,103 \approx 87,23 \pm 0,10 \approx (872,3 \pm 1,0) \cdot 10^{-1}$: в погрешности оставляем две значащих цифры, т.к. первая значащая цифра – «1». Здесь возможны варианты: «0,10», «1,0». В первом случае младший разряд – сотые, во втором – десятые. Во втором случае должен появиться коэффициент 10^n ($n = -1$).

$287,231 \pm 39,8 \approx (29 \pm 4) \cdot 10 \approx (2,9 \pm 0,4) \cdot 10^2$: в погрешности оставляем две значащих цифры, но, т.к. отбрасываемая цифра «8», то «9»-ку перед ней необходимо округлить до «10»-ки, т.е. «39» округляем до «40». Т.к. теперь первая значащая цифра «4», то оставляем 1 цифру. Это может быть либо «4», либо «0,4». Во втором случае должен появиться коэффициент 10^n ($n = 2$). Измеренное значение округляем соответственно.

$0,0002872 \pm 0,00018 \approx (2,9 \pm 1,8) \cdot 10^{-4}$: в погрешности оставляем две значащих цифры. За скобки выносим общий множитель « 10^{-4} ». Младший разряд – десятые. Округляем измеренное значение до десятых.

Пример 2.

Некоторым СИ с погрешностью $\Delta_i = 0,04721$ у.е. было проведено однократное измерение, при этом полученное значение составило 45,9471 у.е. При условии, что доверительная вероятность результата измерения составляет 100%, записать в правильной форме результат измерения.

Абсолютной погрешностью измерения Δ является погрешность СИ: $\Delta = \Delta_i = 0,04721$ у.е.

Относительная погрешность измерения, согласно (1), равна:

$$\delta = \left| \frac{0,04721}{45,9471} \right| \cdot 100\% = 0,1027\%.$$

Учитывая правила представления результатов измерений, абсолютную и относительную погрешности нужно округлить, а затем

ограничить количество значащих цифр в измеренном значении и его абсолютной погрешности.

С учетом округления $\delta \approx 0,10\%$.

С учетом округления $\Delta \approx 0,05$ у.е.

Тогда результат однократного измерения можно записать следующим образом:

$$x = (45,95 \pm 0,05) \text{ у.е.}; \quad \delta_x = 0,10 \%; \quad P = 1.$$

Лабораторная работа № 7 ПРЯМЫЕ МНОГОКРАТНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Цель работы:

приобрести практические навыки обработки и представления результатов прямых многократных измерений.

Краткие теоретические положения

1. Форма представления результатов прямых многократных измерений.

Многократные измерения проводятся с целью уменьшения влияния случайных погрешностей на результат измерения [1-3]. При многократных измерениях за измеренное значение величины принимается среднее арифметическое из всех полученных отдельных измерений.

Теория метода обработки прямых многократных измерений базируется на теории вероятности.

Порядок обработки прямых многократных измерений [10]:

1. Провести n измерений x_i измеряемой величины x :

$$x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n.$$

2. Вычислить среднее арифметическое значение измеряемой величины по формуле:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (1)$$

3. Вычислить оценку среднего квадратического отклонения (СКО) результата измерения по формуле:

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

4. Рассчитать доверительный интервал случайной погрешности (случайную погрешность) по формуле:

$$\Delta_{\bar{x}} = t_{\alpha, n} \cdot S_{\bar{x}}, \quad (3)$$

где $t_{\alpha, n}$ – коэффициент Стьюдента, который учитывает требуемую доверительную вероятность α и количество проведенных измерений n , на основании которых вычислена величина $S_{\bar{x}}$.

Для технических измерений принята доверительная вероятность $P = \alpha = 0,95$.

Коэффициент Стьюдента выбирается из табл. 1 для заданного числа измерений n .

Таблица 1

Значения коэффициента Стьюдента для $\alpha = 0,95$ [4]

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30
$t_{\alpha, n}$	12,7	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,36	2,31	2,26	2,09	2,04

5. Определить абсолютную погрешность измерения с учетом случайной погрешности $\Delta_{\bar{x}}$ и инструментальной погрешности $\Delta_{\text{их}}$ по формуле:

$$\Delta_x = \sqrt{\Delta_{\bar{x}}^2 + \left(\frac{2}{3} \Delta_{\text{их}}\right)^2}. \quad (4)$$

Множитель «2/3» в выражении (4) учитывает разные доверительные вероятности определения случайной $\Delta_{\bar{x}}$ и инструментальной $\Delta_{\text{их}}$ погрешностей. Случайная погрешность рассчитывается для доверительной вероятности $P = 0,95$, а величина инструментальной погрешности $\Delta_{\text{их}}$ прибора нормируется для доверительной вероятности $P = 1$.

6. Вычислить относительную погрешность измерения по формуле:

$$\delta_x = \left| \frac{\Delta_x}{\bar{x}} \right| \cdot 100\%. \quad (5)$$

7. Используя правила представления результатов измерения, определить количество значащих цифр в абсолютной и относительной погрешностях, и в значении измеряемой величины.

Результат измерений записывают следующим образом:

$$x = (A \pm B)C; \quad \delta_x = D\%; \quad P = 0,95, \quad (6)$$

где A – измеренное значение; B – абсолютная погрешность; C – единицы измерения; D – относительная погрешность; P – доверительная вероятность (вероятность того, что полученное значение является истинным – 100%).

2. Правила представления результатов измерений [5,10].

Любое число состоит из цифр, определяющих количество единиц в различных разрядах числа. Так, в число 312,42 включает 5 цифр, в нем содержится 3 сотни, 1 десяток, 2 единицы, 4 десятых и 2 сотых. Старший разряд – сотни, младший – сотые.

Цифры в числе могут быть значащими и незначащими.

Значащие цифры – это все цифры числа, кроме нулей, стоящих слева. Нули, стоящие в середине или в конце числа (справа) являются значащими, т.к. обозначают отсутствие единиц в соответствующем разряде. При этом цифры множителя 10^n не учитываются.

В таблице 2 представлены примеры определения количества значащих цифр в числах.

Таблица 2

Примеры определения количества значащих цифр в числах

Число	Количество значащих цифр
0,0001	1
$0,1 \cdot 10^5$	1
0,00010	2
3,1250	5
$0,051 \cdot 10^{-4}$	2
$51,0 \cdot 10^{-4}$	3

В процессе измерения получают измеренное значение величины x и две погрешности: абсолютную ΔX и относительную δ_x . Для того, чтобы снизить погрешности обработки результатов измерений, в погрешностях ΔX и δ_x необходимо ограничить число значащих цифр по следующим правилам [3].

1. Погрешности измерения должны содержать не более двух (одну или две) значащих цифры.

2. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности ΔX : «1», «2» или «3», то в погрешности необходимо оставить 2 значащие цифры. Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности ΔX : «4», «5», «6», «7», «8» или «9», то в погрешности необходимо оставить 1 значащую цифру.

3. Измеренное значение X должно заканчиваться тем же младшим разрядом, что и абсолютная погрешность ΔX .

4. В относительной погрешности δ_x число значащих цифр ограничивается по тем же правилам, что и в абсолютной погрешности ΔX .

В таблице 3 представлены примеры ограничения количества значащих цифр в измеренном значении и его погрешностях.

Таблица 3

**Примеры ограничения
количества значащих цифр в числах**

Полученный результат	Верный результат с ограничением
$567,650 \pm 0,0789$	$567,65 \pm 0,08$
$567 \pm 0,013$	$567,000 \pm 0,013$ или $(5670,00 \pm 0,13) \cdot 10^{-1}$ или $(56700,0 \pm 1,3) \cdot 10^{-2}$
$567,65 \pm 33,6$	568 ± 34
$567,65 \pm 43,6$	$(57 \pm 4) \cdot 10$ или $(5,7 \pm 0,4) \cdot 10^2$
$567,65 \pm 0,297$	$567,7 \pm 0,3$

При ограничении числа значащих цифр необходимо использовать операцию округления – отбрасывание значащих цифр спра-

ва после определенного разряда с возможным изменением цифры этого разряда.

Существуют следующие правила округления:

1. Если первая из отбрасываемых цифр меньше «5», то цифра предыдущего разряда не изменяется; если – больше «5», то цифра предыдущего разряда увеличивается на единицу.

2. Если отбрасывается несколько цифр и первая из отбрасываемых «5», то цифра предыдущего разряда увеличивается на единицу.

3. Если отбрасывается только одна цифра «5», а за ней нет цифр, то округление производится до ближайшего четного числа (если цифра предыдущего разряда четная, то она не изменяется, если нечетная, то увеличивается на единицу).

4. Округление выполняется сразу до желаемого числа значащих цифр.

Задание.

Секундомером с известной погрешностью были проведены многократные измерения (20 измерений). Результаты измерений представлены в табл. 4. Инструментальная погрешность составляет $0,01N$ с. При условии, что доверительная вероятность результата измерения составляет 95%, записать в правильной форме результат измерения.

Примечание: N – порядковый номер обучающегося в алфавитном списке академической группы.

Таблица 4

Исходные данные

№	Полученные значения, с	№	Полученные значения, с
1	$623,40N$	11	$623,37N$
2	$623,31N$	12	$623,35N$
3	$623,32N$	13	$623,38N$
4	$623,37N$	14	$623,36N$
5	$623,39N$	15	$623,34N$
6	$623,36N$	16	$623,29N$
7	$623,31N$	17	$623,39N$
8	$623,38N$	18	$623,29N$
9	$623,40N$	19	$623,33N$
10	$623,30N$	20	$623,29N$

Пример выполнения задания.

Некоторым СИ с погрешностью $\Delta_{ix} = 0,3$ у.е. были проведены многократные измерения, в результате которых получены следующие значения:

21,3 у.е.; 21,4 у.е.; 21,2 у.е.; 21,3 у.е.; 21,2 у.е.

При условии, что доверительная вероятность результатов измерений составляет 95%, записать в правильной форме результат измерения.

1. Среднее арифметическое значение измеряемой величины составляет 21,28 у.е. (по правилам приближенных вычислений среднее арифметическое значение должно иметь на один разряд больше, чем исходные данные).

2. Оценка СКО результатов измерения составляет:

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{5(5-1)} \cdot \sum_{i=1}^5 (x_i - 21,28)^2} = 0,0374 \text{ у.е.}$$

По правилам представления результатов погрешностей, погрешность должна содержать не более 2-х значащих цифр. Но, т.к. оценка СКО является промежуточной величиной, в ней необходимо оставить 3 значащие цифры.

3. Из таблицы значений коэффициентов Стьюдента (табл. 1) для $n = 5$, $P = \alpha = 0,95$ выбираем значение коэффициента $t_{\alpha,n} = 2,78$.

Доверительный интервал случайной погрешности принимаем равным: $\Delta_{\bar{x}} = 2,78 \cdot 0,0374 = 0,104$ у.е. (в промежуточном значении необходимо оставить 3 значащие цифры).

4. Абсолютная погрешность измерений составляет:

$$\Delta_x = \sqrt{0,104^2 + \left(\frac{2}{3} \cdot 0,3\right)^2} = 0,225 \text{ (у.е.)}$$

В промежуточном значении необходимо оставить 3 значащие цифры.

5. Относительная погрешность составляет:

$$\delta_x = 1,06\%.$$

В промежуточном расчете также оставляем 3 значащие цифры.

6. По правилам ограничения количества значащих цифр:

- относительная погрешность составит: 1,1%;

- абсолютная погрешность составит: 0,23 у.е.;

- среднее значение измеряемой величины должно содержать те же разряды, что и арифметическая погрешность, т.е. составит: 21,28 у.е.

Тогда результат многократных измерений можно записать следующим образом:

$$x = (21,28 \pm 0,23) \text{ у.е.}; \quad \delta_x = 1,1 \%; \quad P = 0,95.$$

Лабораторная работа № 8 ВИДЫ СТАНДАРТОВ

Цели работы:

- изучить нормативную документацию по стандартизации;
- изучить принцип деления стандартов по их видам;
- закрепить изученные теоретические сведения.

Теоретические положения

В зависимости от объекта и аспекта стандартизации, а также содержания устанавливаемых требований разрабатываются стандарты следующих видов [11,12]:

- стандарты основополагающие (организационно-методические и общетехнические);
- стандарты на продукцию;
- стандарты на процессы (работы) производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции;
- стандарты на услуги;
- стандарты на термины и определения;
- стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

В таблице 1 представлены виды стандартов и требования, предъявляемые к соответствующим объектам стандартизации.

Руководство ИСО/МЭК определяет основополагающий стандарт как стандарт, имеющий широкую область распространения или содержащий общие положения для определённой области [13].

Основополагающие стандарты часто называют межотраслевыми, поскольку они устанавливают общие организационно-технические положения для видов деятельности, осуществляемых в разных отраслях, а также общетехнические требования, нормы и правила, обеспечивающие взаимопонимание, техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники и производства в процессах создания и использования продукции, охрану окружающей среды, безопасность продукции, процессов и услуг для жизни, здоровья, имущества, и другие общетехнические требования.

Таблица 1

Виды стандартов

Вид стандарта	Требования	Пример
<p>Основополагающие стандарты</p>	<p>Общие организационно-методические положения для определенной области деятельности, а также общетехнические требования (нормы и правила), обеспечивающие взаимопонимание, совместимость и взаимозаменяемость; техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники и производства в процессах создания и использования продукции; охрану окружающей среды; безопасность здоровья людей и имущества и другие общетехнические требования, обеспечивающие интересы национальной экономики и безопасности</p>	<p>ГОСТ Р 1.0-2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»</p>
<p>Стандарты на продукцию</p>	<p>Требования и методы контроля по безопасности, основным потребительским свойствам, требования к условиям и правилам эксплуатации, транспортирования, хранения, применения и утилизации групп однородной продукции или конкретной продукции</p>	<p>ГОСТ 30765-2001 «Тара транспортная металлическая. Общие технические условия»</p>
<p>Стандарты на процессы и работы</p>	<p>Требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам (способам, приемам, режимам, нормам) выполнения различного рода работ, а также методы контроля этих требований в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортирования, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции</p>	<p>ГОСТ 12.3.002-75 «ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.3.009-76 «ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности»</p>

Окончание табл. 1

Вид стандарта	Требования	Пример
Стандарты на услуги	Требования и методы их контроля для групп однородных услуг или для конкретной услуги в части состава, содержания и формы деятельности по оказанию помощи, принесения пользы потребителю услуги, а также требования к факторам, оказывающим существенное влияние на качество услуги	ГОСТ 25826-83 «Тракторы промышленные. Техническое обслуживание»
Стандарты на термины и определения	Устанавливают наименование и содержание понятий, используемых в стандартизации и смежных видах деятельности	ГОСТ Р 22.2.08-96 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасность движения поездов. Термины и определения»
Стандарты на методы контроля, испытаний, измерений и анализа	Требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, квалификации персонала	ГОСТ 8.113-85 ГСИ «Штангенциркули. Методика поверки»

Основополагающие организационно-методические стандарты устанавливают:

- цели, задачи, классификационные структуры различных объектов стандартизации;
- общие положения по проведению работ в определённой области деятельности;
- порядок (правила) разработки, утверждения и применения нормативных документов (конструкторских, технологических, проектных, программных и др.), а также технических документов.

Основополагающие общетехнические стандарты устанавливают:

- научно-технические термины и определения;

- условные обозначения различных объектов стандартизации, включая определения физических величин;
- требования к построению, изложению, оформлению и содержанию различных видов документов;
- общетехнические величины, требования и нормы, необходимые для технического и метрологического обеспечения производственных процессов, в том числе:
 - нормы точности измерений;
 - предпочтительные числа, параметрические и размерные ряды;
 - допуски и посадки;
 - ряды номинальных частот и напряжений электрического тока;
 - классы точности оборудования;
 - требования к различным видам технической совместимости продукции (конструкторский, электрический, программный и др.);
 - значения предельно допустимых выбросов и сбросов и предельно допустимых концентраций вредных веществ, и т.п.

К основополагающим можно также отнести стандарты на различные документы (учётные, отчётные, товаросопроводительные и др.), имеющие унифицированную форму и содержание

Основополагающие стандарты объединены, как правило, в системе стандартов, которым присвоены регистрационные порядковые номера.

Руководство 2 ИСО/МЭК определяет **стандарт на продукцию** как стандарт, устанавливающий требования, которым должна удовлетворять продукция или группа продукции с тем, чтобы обеспечить её соответствие назначению [13].

Стандарт на продукцию может включать кроме требований соответствия назначению такие аспекты, как термины и определения, отбор проб, испытания, упаковывание и этикетирование, а также технологические требования.

Стандарт на продукцию может быть полным или неполным в зависимости от того, устанавливает ли он все или только часть необходимых требований. В этом смысле различают стандарты размеров, стандарты на материалы и стандарты поставки, устанавливающие всесторонние требования к продукции.

Национальные стандарты (ГОСТ и ГОСТ Р) разрабатывают, как правило, на группы однородной продукции, то есть, на определённую номенклатуру продукции, объединённую под одним наименованием, одного функционального (потребительского) назначения и идентифицируемую одинаковыми (по номенклатуре) характеристиками.

Группы однородной продукции могут объединять достаточно большую номенклатуру однородных изделий, например: «Бетоны», «Холодильное оборудование», «Тракторы», «Краски» и т.д. В этом случае наименование группы однородной продукции включается в наименование стандарта, указывающее на объект стандартизации.

Практически содержание стандарта на продукцию определяется аспектом стандартизации, который указывается в наименовании в виде подзаголовка. К наиболее широко используемым аспектам можно отнести:

- термины и определения продукции;
- классификация;
- общие технические условия;
- технические условия;
- технические требования;
- типы, основные параметры и размеры;
- марки и сортамент;
- конструкция и размеры;
- правила приёмки и методы отбора проб;
- методы испытаний (анализа, измерений, определений);
- требования по безопасности;
- маркировка и упаковка;
- транспортирование и хранение;
- утилизация.

Стандарты на продукцию могут включать сочетания разных аспектов стандартизации с необходимыми конкретизирующими уточнениями.

Стандарты общих технических условий (ОТУ) и стандарты технических условий (ТУ) устанавливают требования к продукции, входящей в группу однородной продукции. Стандарты технических условий в отличие от стандартов ОТУ устанавливают требования к более конкретным группам однородной продукции.

Наряду со стандартами на продукцию общих технических условий и технических условий, устанавливающих всесторонние требования к ней, в фонде национальных стандартов имеется большое количество документов, устанавливающих требования, относящиеся к другим аспектам стандартизации.

Стандарты технических требований к продукции оформляются в виде «Общих технических требований» (ОТТ) и «Технических требований» (ТТ) в случаях, когда требования к продукции устанавливает потребитель, желающий приобрести продукцию с необходимыми ему характеристиками, особенно если качество выпускаемой продукции зависит от качества приобретаемого сырья, материалов, комплектующих изделий.

Стандарты ОТТ, по аналогии с ОТУ, разрабатываются на группы однородной продукции, а стандарты ТТ разрабатывают на конкретные типы, марки, модели, исполнения и по содержанию соответствуют подразделам «Технические требования» стандартов ОТУ и ТУ и разделу «Основные параметры и (или) размеры».

Стандарты параметров и размеров устанавливают параметрические ряды основных характеристик продукции, определяющих её потребительские (эксплуатационные) свойства и являющиеся основой для проектирования конкретных марок, моделей, типоразмеров и исполнений продукции.

Стандарты типов и основных параметров (размеров) устанавливают не только параметры, характеризующие основные потребительские свойства продукции, но устанавливают также типы по дополнительным признакам, например, по конструкторской схеме, компоновке, технологическим особенностям и т.д. Эти стандарты устанавливают также основные габаритные и присоединительные размеры, присущие определённому типу, и используются при проектировании конкретных конструктивных исполнений, типоразмеров продукции.

Стандарты конструкций и размеров устанавливают конструктивные решения и основные размеры для определённой группы (вида) изделий, в том числе для деталей и сборочных единиц машин и приборов в целях их унификации и обеспечения взаимозаменяемости при разработке конкретных типоразмеров, моделей и т.д.

Стандарты конструкций и размеров содержат, как правило, чертежи, необходимые для понимания принципа работы изделия и взаимодействия его составных частей, включая присоединительные и габаритные размеры с предельными отклонениями, необходимые для обеспечения качества и взаимозаменяемости изделий.

Стандарты марок устанавливают номенклатуру и обозначение марок материалов (сырья) и их химический состав, а в отдельных случаях — основные потребительские характеристики, включая физико-механические свойства и методы их контроля. В отличие от стандартов технических условий, в стандартах марок содержится идентификация марок и некоторые характеристики, определяющие качество продукции.

Стандарты сортамента широко применяются для стандартизации металлургической промышленности. Они устанавливают размеры, геометрическую форму, требования к точности, а также методы измерения размеров при проверке геометрической формы и условные обозначения.

Стандарты правил приёмки устанавливают порядок приёмки определённой группы (вида) поставляемой, добываемой или заготавливаемой продукции в целях обеспечения единства требований при приёмке продукции по качеству и количеству. Стандарт может содержать правила приёмки продукции отделом технического контроля предприятий поставщика и потребителя. Стандарт устанавливает программы испытаний (приёмо-сдаточные, типовые, периодические, контрольные и т.д.), а также методы приёмки по количеству.

Стандарты методов испытаний устанавливают методы контроля, определения, анализа, измерения потребительских (эксплуатационных) характеристик определённой группы продукции в целях обеспечения единства оценки показателей качества. Стандартами могут устанавливаться методы контроля одного определённого параметра (свойства), характеризующие какую-либо группу продукции, либо методы контроля (испытаний) комплекса параметров.

Эти стандарты могут включать необходимое для испытаний оборудование, материалы и реактивы, правила подготовки к испы-

таниям, правила отбора и подготовки проб, правила проведения испытаний и обработки результатов.

Стандарты правил маркировки, упаковки, транспортирования и хранения устанавливают требования к потребительской маркировке отдельных групп (видов) продукции с целью информирования потребителей об основных характеристиках продукции и её соответствии стандарту, а также об условиях (температура, влажность и т.д.), обеспечивающих сохранность свойств и качественных показателей при транспортировании и хранении.

В стандарте устанавливают место и вид представления информации (гравировка, травление, этикетка, ярлык и т.п.), а также правила подготовки продукции к упаковке, включая консервацию. Наряду с этим, устанавливают виды потребительской тары, вспомогательные материалы, применяемые для упаковки, количество продукции в единице упаковки, порядок размещения и способ укладки продукции, перечень документов, вкладываемых в тару.

Условия транспортирования продукции включают требования к выбору транспортных средств (крытые или открытые вагоны, цистерны, трюмы и т.п.), а также к способам крепления продукции на этих средствах, например, способы крепления грузового автомобиля на железнодорожной платформе.

Условия хранения включают требования к режиму хранения (температура, влажность и т.п.), а также к месту хранения (открытая площадка, отапливаемые складские помещения и т.п.).

Правила маркировки, упаковки, транспортирования и хранения могут быть оформлены в виде открытого стандарта с указанием подзаголовка (аспекта) «Маркировка», «Транспортирование».

Многие стандарты включают положения, относящиеся к нескольким аспектам стандартизации, которые указываются в виде подзаголовков.

Руководство 2 ИСО/МЭК определяет стандарт на процесс как стандарт, устанавливающий требования, которым должен удовлетворять процесс с тем, чтобы обеспечить соответствие процесса его назначению.

Стандарты на процессы и работы устанавливают основные требования к организации производства и оборота продукции, к методам (способам, приёмам, режимам, нормам) выполнения раз-

личного рода работ, а также методы контроля этих требований в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортирования, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции [13].

В стандартах на технологические процессы, как правило, устанавливают требования к широко распространённым технологическим процессам, которые используются в различных отраслях промышленности, а также могут применяться в строительстве, сельском хозяйстве и на транспорте. К таким технологическим процессам относятся сварка, пайка и клёпка металлов, обработка металлов давлением и резанием термическая и термохимическая обработка металлов, сварка полимеров и т. п.

В стандартах также могут быть установлены требования к типовым технологическим процессам изготовления продукции, производство которой имеет массовый характер.

В стандартах на технологические процессы устанавливают:

- общие требования к их проведению;
- термины и определения;
- классификацию (например, по основным типам сварных соединений с указанием требований к их конструктивным элементам и размерам);
- требования к оборудованию, приспособлениям, инструменту и материалам, используемым в технологическом процессе;
- последовательность выполнения отдельных технологических операций с приведением при необходимости принципиальной технологической схемы;
- способы и/или приёмы выполнения отдельных работ в технологических процессах;
- требования к технологическим режимам и другие нормы выполнения различного рода работ в технологических процессах;
- допуски, припуски, напуски, которые необходимо соблюдать для оптимального проведения технологического процесса;
- методы контроля качества;
- требования безопасности и/или охраны окружающей среды (для технологических процессов, проведение которых связано с риском техногенных катастроф, аварий, реальной или потенциаль-

ной опасностью для жизни или здоровья человека, возможностью загрязнения окружающей среды)

При установлении требований безопасности к технологическим процессам указывают:

- характеристики опасных и вредных воздействующих факторов данного технологического процесса или его отдельных операций (включая допустимые значения уровней каждого из воздействий);
- требования по снижению и/или локализации опасных и вредных воздействующих факторов технологического процесса;
- требования к применению средств индивидуальной и/или коллективной защиты при проведении технологического процесса (отдельных операций);
- требования к соблюдению санитарно-гигиенических правил;
- требования к наличию средств пожаротушения, технических средств противопожарной защиты пожарной техники;
- требования к производственному персоналу;
- требования к устройству аварийной сигнализации.

При установлении требований охраны окружающей среды для технологических процессов приводят требования к предотвращению или уменьшению вредных воздействий на окружающую среду путём:

- повторного использования отходов;
- очистки отходов и выбросов;
- дополнительного ограничения технологических режимов;
- ограничения применения в технологическом процессе материалов, опасных в экологическом отношении;
- установления предельно допустимых норм сбросов или выбросов;
- предотвращения аварийных сбросов (выбросов) и т. п.

В стандартах на процессы могут быть также установлены:

- порядок, методы и нормы выполнения работ в информационных технологиях;
- методы автоматизированного проектирования и проведения других работ по применению информационных технологий;

- методы блочно-модульного конструирования;
- иные методы (способы, приёмы) и нормы (режимы) выполнения различного рода работ.

Стандарты, устанавливающие требования непосредственно к технологическим процессам, существуют относительно в небольшом количестве.

Ряд стандартов устанавливает требования к типовым технологическим процессам.

Стандарты на услуги устанавливают требования по составу, содержанию и форме предоставления услуг, оказываемых потребителю с целью удовлетворения его потребностей при обеспечении необходимого качества [13].

Как правило, стандарты разрабатывают на группу однородных услуг и методы их контроля. К группе однородных услуг могут быть установлены общие требования, излагаемые в отдельном стандарте.

В зависимости от особенностей услуг, оказываемых в определённой сфере, в стандартах общих требований к услугам приводят требования:

- по организации данного вида обслуживания и управлению качеством услуг;
- безопасности услуг для жизни и здоровья обслуживаемого населения, персонала обслуживаемых и обслуживающих предприятий, других потребителей и исполнителей услуг;
- сохранности имущества обслуживаемого населения (предприятий);
- охраны окружающей среды (экологичности услуг);
- соответствия услуг целевому назначению;
- точности, своевременности и (или) скорости исполнения;
- комплексности услуг;
- эргономичности и (или) комфортности услуг;
- эстетичности услуг;
- к обслуживающему персоналу и культуре обслуживания;
- социальной адресности (соответствия особенностям определённого контингента потребителей);
- к предприятию (помещению) для обслуживания и его материально-техническому оснащению.

В области производственных услуги разрабатывают стандарты, в основном, на техническое обслуживание и ремонт оборудования и машин, используемых в производственных процессах.

Объектами стандартизации в бытовом обслуживании населения являются:

- группы однородных бытовых услуг;
- конкретные бытовые услуги;
- виды бытовых услуг;
- типовые технологические процессы;
- требования к условиям обслуживания;
- общие требования и нормы;
- порядок организации работ.

Национальные *стандарты на термины и определения* призваны способствовать осуществлению единой научно-технической политики и обеспечению единообразного понимания терминов изготовителем и заказчиком (потребителем) [13].

В сфере производственной деятельности используется более 90% терминов, так как именно эта деятельность требует однозначного определения и понимания понятий, необходимых для организации производства, обмена информацией при производстве и обороте продукции. Это термины, использующиеся в конструкторской, технологической, товаросопроводительной и торговой документации, а также в промышленных информационных системах.

В условиях бурного развития компьютерных информационных систем, широкого обмена информацией и, в первую очередь, информацией о выпускаемой продукции, обеспечение взаимопонимания является непреложной необходимостью.

Возможность использования естественного языка для поиска информации о продукции в компьютерных системах может быть реализована на основе стандартизированных терминов.

Основной целью стандартизации научно-технической терминологии является установление однозначно понимаемых и непротиворечивых терминов во всех видах документации и литературы.

Стандартизация терминологии является основой языка общения, обеспечивающего взаимопонимание между специалистами и сопоставимость технико-экономической информации.

Основными задачами стандартизации научно-технической терминологии являются:

- установление терминов и их определений на современном уровне научного знания и технического развития;
- гармонизация (обеспечение сопоставимости) отечественных терминов и определений с международными и региональными;
- обеспечение взаимосвязанного и согласованного развития лексических средств, используемых в информационных системах.

В настоящее время действует около 800 стандартов, устанавливающих исключительно термины и определения, а также около полутора тысяч стандартов, содержащих терминологические разделы, но включающих и другие требования. Стандарты на термины и определения входят в системы основополагающих стандартов и обеспечивают однозначное понимание объектов, относящихся к конкретным системам.

Примерно четвертую часть от общего количества национальных стандартов составляют стандарты на *методы контроля (испытаний, определений, измерений, анализа)*, которые устанавливают методы контроля конкретной группы однородной продукции или методы контроля для нескольких групп однородной продукции [2]. В этом случае наименование стандарта включает наименование группы однородной продукции, а метод контроля указывается в виде подзаголовка стандарта (аспекта стандартизации).

Большое количество стандартов регламентируют непосредственно метод контроля (испытаний, определений, измерений, анализа) и входят в государственную систему обеспечения единства измерений (ГСИ), которая включает основополагающие стандарты в области метрологии. Основной целью ГСИ является обеспечение единства измерений и получение количественной измерительной информации об окружающем нас мире с требуемой точностью.

Стандарты ГСИ устанавливают правила измерений физических величин в виде совокупности операций по применению технических средств, обеспечивающих нахождение соотношений измеряемой величины и её единиц и получение значения данной величины.

К стандартам на методы контроля отнесены также документы, устанавливающие требования к методикам поверки измерительных приборов.

Наряду со стандартами на методы контроля в фонде национальных стандартов представлены документы, устанавливающие требования к условиям испытаний, включая климатические, механические, электрические, электронные неразрушающие испытания.

В обоснованных случаях в отдельном стандарте могут быть установлены один, два или несколько альтернативных методов контроля (определения, анализа или испытания на соответствие) одного показателя, широко применяемого в различных стандартах для установления технических требований к нескольким группам однородной продукции или более высоким классификационным группировкам продукции.

Если в одном стандарте устанавливают два или более альтернативных методов контроля одного показателя, то указывают, что эти методы обеспечивают (гарантируют) сопоставимость результатов испытаний (измерений, анализа, определений), полученных при использовании данных методов. Если установленные в стандарте методы контроля одного показателя не являются полностью взаимозаменяемыми, то приводят характеристику их различий и (или) особенностей предназначения каждого из них. При этом указывают, какой из методов контроля следует использовать в качестве арбитражного или поверочного.

Для каждого метода в зависимости от специфики его проведения излагают сущность метода, приводят общие требования и требования безопасности, а затем устанавливают:

- требования к условиям, при которых проводят контроль (испытания, измерения, анализ);
- требования к средствам контроля (измерений), аппаратуре, материалам, реактивам и растворам, а также вспомогательным устройствам;
- порядок подготовки к проведению контроля;
- порядок проведения контроля;
- правила обработки результатов контроля;
- правила оформления результатов контроля;
- точность данного метода контроля.

При установлении требований к средствам контроля, аппаратуре, материалам, реактивам, растворам и вспомогательным устройствам приводят перечень необходимого стандартного оборудования (испытательных установок, приборов, приспособлений, инструмента и др.) и стандартных материалов (реактивов, растворов), а также стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, допущенных к выпуску и применению в РФ.

Задание.

Дать характеристику перечисленным стандартам, заполнив табл. 2:

- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. ГОСТ 10.76-74 | 21. ГОСТ Р 51448-99 |
| 2. ГОСТ 12512-67 | 22. ГОСТ Р 51488-99 |
| 3. ГОСТ 12513-67 | 23. ГОСТ Р 51491-99 |
| 4. ГОСТ 1349-85 | 24. ГОСТ Р 53221-2008 |
| 5. ГОСТ 17483-72 | 25. ГОСТ Р 54354-2011 |
| 6. ГОСТ 18056-88 | 26. ГОСТ Р 54901-2012 |
| 7. ГОСТ 19588-2006 | 27. ГОСТ Р 54902-2012 |
| 8. ГОСТ 20919-75 | 28. ГОСТ Р 55290-2012 |
| 9. ГОСТ 25292-82 | 29. ГОСТ Р 56104-2014 |
| 10. ГОСТ 26668-85 | 30. ГОСТ 7453-86 |
| 11. ГОСТ 26669-85 | 31. ГОСТ 8558.1-2015 |
| 12. ГОСТ 26670-91 | 32. ГОСТ 9792-73 |
| 13. ГОСТ 26929-94 | 33. ГОСТ 9793-2016 |
| 14. ГОСТ 27095-86 | 34. ГОСТ 9862-90 |
| 15. ГОСТ 27568-87 | 35. ГОСТ ISO 7889-2015 |
| 16. ГОСТ 27747-2016 | 36. ГОСТ Р 51074-2003 |
| 17. ГОСТ 31802-2012 | 37. ГОСТ Р 51446-99 |
| 18. ГОСТ 31809-2012 | 38. ГОСТ Р 51447-99 |
| 19. ГОСТ 33629-2015 | 39. ГОСТ 4025-95 |
| 20. ГОСТ 33922-2016 | 40. ГОСТ 7269-2015 |

Таблица 2

Характеристика стандартов

№ п/п	ГОСТ	Название ГОСТ	Статус	Область распространения	Объект стандартизации	Вид стандарта

Лабораторная работа № 9

ПОРЯДОК ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В НАЦИОНАЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ

Цели работы:

- изучить порядок пересмотра, обновлений и внесения поправок в национальные стандарты;
- закрепить изученные теоретические сведения.

Теоретические положения

1. Обновление национальных стандартов [14]

Национальный стандарт подлежит обновлению в следующих случаях:

- если его содержание вошло в противоречие с федеральными законами, иными нормативными правовыми актами РФ, целями и принципами национальной стандартизации и в результате не удовлетворяет современным экономическим, социальным или иным потребностям страны, в том числе не соответствует достигнутому уровню развития науки и техники;

- если содержание стандарта не обеспечивает соблюдение требований принятого или разрабатываемого технического регламента (в том числе технического регламента Таможенного союза) или препятствует соблюдению вновь заключенного международного соглашения;

- если его содержание противоречит содержанию вновь разрабатываемого или другого обновляемого национального стандарта РФ (в том числе межгосударственного стандарта, вводимого в действие в качестве национального стандарта) или утвержденного или разрабатываемого свода правил.

При организации обновления действующего национального стандарта необходимо стремиться к обеспечению комплексности работ по стандартизации взаимосвязанных объектов по срокам введения в действие распространяющихся на них стандартов и сводов правил.

Обновление действующего национального стандарта может быть осуществлено путем его пересмотра, разработки изменения к

стандарту, а в исключительных случаях (при наличии опечаток, ошибок или иных неточностей, а также при необходимости актуализации датированных нормативных ссылок) – путем внесения поправки в стандарт.

При необходимости обновления национального стандарта члены ТК, заинтересованные федеральные и иные органы исполнительной власти, юридические и физические лица направляют соответствующие предложения (с аргументированным обоснованием и предложением по финансированию данной работы) в секретариат ТК, за которым закреплен данный объект стандартизации, или в национальный орган РФ по стандартизации (Росстандарт). Вместе с предложениями могут быть представлены документы, подтверждающие их обоснованность, а также текст изменения (поправки), который целесообразно внести в данный стандарт.

Секретариат ТК (национальный орган РФ по стандартизации) рассматривает, анализирует и обобщает полученные предложения по обновлению национального стандарта, оценивает их актуальность, определяет способ обновления стандарта (в виде изменения, пересмотра или поправки) и определяет возможные источники финансирования этой работы.

Если в течение пяти лет после утверждения национального стандарта в секретариат ТК не поступали предложения по его обновлению, то секретариат ТК самостоятельно проводит проверку содержания данного стандарта или направляет членам ТК запрос о представлении предложений, позволяющих оценить целесообразность обновления стандарта или его отмены.

Проверку национального стандарта проводят с целью выявления необходимости его обновления, которое может быть направлено на:

- обеспечение соблюдения требований разрабатываемых технических регламентов (в том числе технического регламента Таможенного союза);
- устранение противоречий с действующими и вводимыми нормами законодательства РФ;
- приведение стандарта в соответствие с вновь заключенными международными соглашениями;

- гармонизацию стандарта на международном и/или региональном уровне;
- распространение передового опыта, повышение качества продукции (работ или услуг) в соответствии с уровнем развития науки, техники и технологии, потребностями населения, экономики и безопасности страны;
- более полное достижение целей национальной стандартизации;
- устранение противоречий или дублирования с вновь разработанными, пересмотренными и измененными национальными стандартами РФ и межгосударственными стандартами, действующими на ее территории в качестве национальных стандартов, а также сводами правил;
- исключение ссылок на отмененные стандарты или на межгосударственные стандарты, действие которых на территории РФ прекращено в одностороннем порядке.

При проведении работ следует оценить необходимость одновременного обновления взаимосвязанных с обновляемым стандартом других национальных стандартов РФ и межгосударственных стандартов (в том числе стандартов, в которых даны нормативные ссылки на данный стандарт), а также сводов правил.

Если в процессе анализа выявлена необходимость обновления взаимосвязанного стандарта, закрепленного за другим ТК, то соответствующее предложение направляют в секретариат этого ТК, а также в национальный орган РФ по стандартизации.

При необходимости одновременного обновления национального стандарта и свода правил соответствующее предложение по изменению или пересмотру данного свода правил направляют в федеральный орган исполнительной власти, который утвердил этот документ.

Секретариат ТК, в который поступило это предложение, анализирует его, определяет способ обновления закрепленного за ним стандарта (в виде изменения или пересмотра), возможность финансирования этой работы и сообщает свое мнение в национальный орган РФ по стандартизации.

Национальный орган РФ по стандартизации рассматривает предложения различных ТК и принимает решение, направленное

на обеспечение координации проводимых ими работ, доводя его до секретариатов соответствующих ТК.

При необходимости национальный орган по стандартизации может организовать проведение анализа определенной части фонда действующих национальных стандартов с целью его обновления путем оценки научно-технического уровня входящих в него стандартов. К этой работе привлекается уполномоченная научная организация по стандартизации по закрепленной тематике.

Проверку действующих национальных стандартов проводят при включении их в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований принятого технического регламента, или в перечень документов в области стандартизации, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, необходимые для применения и исполнения принятого технического регламента и осуществления оценки соответствия.

В случае, когда по результатам проверки действующего стандарта выявлена необходимость его изменения или пересмотра, данный стандарт может быть включен в один из указанных перечней только после введения в действие этого изменения или заменяющего стандарта.

Если в действующем стандарте даны датированные нормативные ссылки, то разработчик данного стандарта должен постоянно следить за актуальностью этих ссылок. Если ссылочный стандарт был пересмотрен или отменен без замены, то разработчик готовит поправку или изменение к разработанному им стандарту для актуализации датированных нормативных ссылок на пересмотренный (отмененный) стандарт. Необходимость внесения поправки может быть также обусловлена внесением в ссылочный стандарт изменения, если содержание этого изменения затрагивает структурный элемент, на который дана ссылка.

2. Разработка изменений к национальным стандартам [14].

Изменение к стандарту на продукцию разрабатывают при необходимости замены (модификации) или исключения отдельных его положений или их фрагментов, если это не влечет за собой

нарушения взаимозаменяемости продукции, изготовленной по измененному стандарту, с продукцией, изготовленной по стандарту до внесения в него изменения, а также не приводит к нарушению совместимости с другой продукцией, с которой была совместима продукция, изготовленная по стандарту до внесения в него изменения.

Изменение к стандарту на метод контроля разрабатывают, если вносимое изменение не влияет на метрологические характеристики результатов испытаний (измерений), полученных при использовании данного метода.

Для остальных видов стандартов изменение к стандарту разрабатывают, если его объем не превышает 20% текста стандарта.

Изменение к стандарту только редакционного (лингвистического) или ссылочного характера в форме самостоятельного документа, как правило, не разрабатывают, а включают в изменение, необходимость которого обусловлена заменой, дополнением и/или исключением определенных положений стандарта, или оформляют в виде поправки.

Если в стандарте дана нормативная ссылка на стандарт, который отменен без замены или утратил статус действующего в Российской Федерации на национальном уровне без утверждения вместо него национального стандарта РФ, то в стандарт вносят изменение. В этом случае положение стандарта, в котором дана данная ссылка, исключают или модифицируют путем включения недостающего требования (правила).

Если по какой-либо причине в стандарт не было внесено такое изменение, то положение (или его часть), в котором дана эта ссылка, может не применяться.

Если в стандарт уже внесено три изменения, то следующее изменение не разрабатывают, а осуществляют пересмотр стандарта.

Пересмотр стандарта также является предпочтительным, если объем вносимого изменения может превысить 20% текста стандарта, или при необходимости существенного изменения наименования или области применения стандарта.

Построение и изложение изменения – по ГОСТ Р 1.5 [2]. При этом вносимому в стандарт изменению присваивают очередной порядковый номер.

Разработку изменения к стандарту, его утверждение и регистрацию проводят в соответствии с установленными правилами. При этом в качестве разработчика изменения к стандарту рекомендуется привлекать лицо, являющееся разработчиком данного стандарта.

При необходимости одновременно с разработкой данного изменения осуществляют работы по разработке изменений к взаимосвязанным с ним стандартам и сводам правил.

В пояснительной записке к проекту изменения приводят характеристику вносимого изменения, а также технико-экономическое, социальное или иное обоснование целесообразности внесения данного изменения и ожидаемую эффективность от его внедрения. В пояснительной записке к проекту изменения к стандарту допускается не приводить сведения о международных и региональных стандартах, если вносимое изменение не обусловлено необходимостью гармонизации данного национального стандарта РФ на международном или региональном уровне.

Подготовку уведомления о разработке проекта изменения к национальному стандарту осуществляют по форме, установленной ГОСТ Р 1.13. При этом даты начала и завершения публичного обсуждения проекта изменения к стандарту устанавливают с учетом того, что срок этой процедуры должен быть не менее двух месяцев.

Данное уведомление целесообразно направлять заранее (за три месяца до даты начала публичного обсуждения), а заинтересованным лицам, направившим запросы до даты начала публичного обсуждения, рекомендуется сообщать, что проект изменения будет предоставлен им после наступления этой даты.

Изменение к стандарту вводят в действие не ранее трех месяцев после его утверждения и с учетом времени, необходимого для проведения соответствующих организационно-технических мероприятий.

Информацию об утвержденном изменении к стандарту и текст этого изменения публикуют в ИУС (информационном указа-

теле стандартов) и размещают на официальном сайте национального органа РФ по стандартизации в сети Интернет.

В обоснованных случаях вместо публикации текста изменения осуществляют новое опубликование стандарта, включающее это и все предыдущие изменения к стандарту, а также поправки к этому стандарту.

В случаях, когда необходимо использование официальных изданий стандартов, например при использовании стандартов для подтверждения соблюдения требований технических регламентов, при проведении подтверждения соответствия данным стандартам, аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий, заключении договоров и контрактов, в арбитражных спорах, судебных разбирательствах и иных видах разрешения разногласий между изготовителями и потребителями продукции, исполнителями и заказчиками услуг и т. п., а также в библиотеках и органах научно-технической информации, следует применять только те экземпляры стандартов, изменения в которые внесены в соответствии с установленным порядком (порядок см. ниже).

В остальных случаях способы внесения изменений в экземпляры стандарта, находящиеся у его пользователей, определяются ими самостоятельно.

3. Пересмотр национальных стандартов [14].

Пересмотр стандарта осуществляют при необходимости значительного изменения его содержания, структуры и/или наименования стандарта, а также при установлении в нем новых и/или более прогрессивных требований, если это приводит к следующим последствиям:

- нарушению взаимозаменяемости с продукцией, изготовленной до введения этих требований;
- нарушению совместимости с другой продукцией, с которой была совместима продукция, изготовленная по стандарту до введения в него новых требований;
- оказывает влияние на метрологические характеристики результатов испытаний (измерений), проводимых по пересмотренному стандарту и действующему ранее стандарту.

При пересмотре стандарта разрабатывают новый стандарт взамен действующего. При этом разработку стандарта, его утверждение, регистрацию, издание и введение в действие проводят в установленном порядке для вновь разрабатываемых стандартов. В качестве разработчика обновляемого стандарта, как правило, привлекают лицо, являющееся разработчиком действующего стандарта.

При необходимости одновременно с пересмотром данного стандарта осуществляют работы по разработке изменений к взаимосвязанным с ним стандартам и сводам правил или работы по их пересмотру.

В пояснительной записке к проекту обновленного стандарта приводят технико-экономическое, социальное или иное обоснование целесообразности пересмотра действующего стандарта и краткую характеристику пересмотра, а также ожидаемую эффективность применения обновленного стандарта вместо действующего стандарта. В пояснительной записке к проекту обновленного стандарта допускается не приводить сведения о международных и региональных стандартах, если пересмотр действующего стандарта не обусловлен необходимостью гармонизации данного национального стандарта РФ на международном или региональном уровне.

При пересмотре действовавший ранее стандарт отменяют, а в пересмотренном стандарте (в предисловии) указывают, взамен какого стандарта он разработан. При присвоении обозначения обновленному стандарту сохраняют регистрационный номер действовавшего ранее стандарта и приводят после него (отделяя тире) четыре цифры, означающие год утверждения обновленного стандарта.

Информацию о замене действующего национального стандарта и об утверждении обновленного стандарта публикуют в ИУС и размещают на официальном сайте Росстандарта в сети Интернет в виде соответствующего уведомления в порядке, установленном в административном регламенте исполнения государственной функции по учету национальных стандартов.

Официальное опубликование обновленного стандарта осуществляет национальный орган Российской Федерации по стандартизации в соответствии с положением, утвержденным Правитель-

ством Российской Федерации и административным регламентом исполнения государственной функции по учету национальных стандартов.

4. Внесение поправок в национальные стандарты [14].

При необходимости внесения исправлений в изданный национальный стандарт, которые направлены на устранение опечаток, ошибок или неточностей, допущенных при подготовке стандарта к утверждению или изданию, любой пользователь стандарта может направить в секретариат ТК, за которым закреплен данный объект стандартизации (при его отсутствии – непосредственно в национальный орган Российской Федерации по стандартизации), предложение по внесению в стандарт поправки.

Необходимость внесения в стандарт поправки может быть обусловлена отсутствием в предисловии стандарта информации о защищенном патентом изобретении (полезной модели, промышленном образце) и (или) патентообладателе в случае, когда в содержании данного стандарта присутствуют объекты патентного права, или недостоверностью этой информации. В таком случае патентообладатель может заявить о своих правах и направить в национальный орган по стандартизации аргументированное предложение о внесении в этот стандарт поправки для указания информации о наличии в стандарте объектов патентного права и патентообладателе или уточнения уже приведенной в предисловии стандарта информации о патентных правах.

Секретариат ТК рассматривает данное предложение и в случае согласия с ним оформляет решение и направляет его вместе с докладной запиской в Росстандарт.

В случае принятия Правительством РФ или федеральным органом исполнительной власти нормативного правового акта, требования которого необходимо срочно учесть в действующем стандарте, а разработка изменения не позволяет это сделать, Росстандарт принимает решение по внесению в данный стандарт поправки без проведения процедуры публичного обсуждения и одобрения членами ТК.

Такое же решение может быть принято в случае необходимости актуализации ссылочных документов в действующем стандар-

те, если замена ссылок не влияет на техническое содержание данного стандарта.

Поправку к стандарту оформляют и утверждают в соответствии с правилами, установленными Росстандартом.

Текст поправки к национальному стандарту публикуют в ИУС и размещают на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет, а также учитывают при переиздании данного стандарта, соблюдая при этом положение, утвержденное Правительством РФ.

Внесение поправки в экземпляры стандарта, находящиеся у пользователей стандартом, рекомендуется осуществлять в соответствии со следующим порядком.

Порядок внесения изменений и поправок в экземпляры национального стандарта [14].

1. Для внесения изменения (поправки) в экземпляр официально опубликованного национального стандарта РФ, находящийся у пользователя, в библиотеке или в фонде научно-технической информации, текст данного изменения (поправки), официально опубликованный в ИУС, размножают любым способом копирования и подклеивают (или надежно прикрепляют иным способом) к корешку первой страницы стандарта.

2. Экземпляр ИУС, на основании которого были внесены изменения (поправки) в стандарты, оставляют в качестве контрольного.

3. На первой странице контрольного экземпляра ИУС ставят штамп (или делают запись) «Контрольный экземпляр». Контрольный экземпляр указателя хранят в том подразделении организации-пользователя, которое осуществляет учет и хранение официально опубликованных национальных стандартов.

Задание.

Выбрать 5 национальных стандартов и, используя источники [12,14-17], изучить внесенные в них изменения. Результаты изучения свести в таблицу 1.

Таблица 1

Форма для представления результатов работы

№ и название ГОСТ	Статус	Кол-во изме- нений, их дата	Разделы ГОСТ, подлежащие изменению	Краткое содержание изменения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дунин-Барковский, И.В. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст] – М.: Издательство стандартов, 1985, - 370с.
2. Крылова, Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: [Текст]: учебник / Г.Д. Крылова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 671 с.
3. Кутай, А.К. Точность и производственный контроль в машиностроении [Текст]: справочник / Под общей редакцией А.К. Кутая, Б.М. Сорочкина. М.: Машиностроение, 1983. С. 139-150.
4. Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: [Текст]: учебник для вузов / Я.М. Радкевич, А.Г. Схиртладзе, Б.И. Локтионов. – М.: Высшая школа, 2006. – 800 с.
5. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация, сертификация: [Текст]: А.Г. Сергеев, М.В. Латышев, В.В. Терегеря. – М.: Логос, 2005. – 560 с.
6. Якушев, А.И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст] / А.И. Якушев, Л.Н. Воронцов, Н.М. Федотов. – 6-е изд., перераб. и допол. – М.: Машиностроение, 1987. – 362 с.
7. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел [Текст]: ГОСТ 8032-84; взамен ГОСТ 8032-56. – Введ. 01.07.1985 г.
8. Главный форум метрологов STEELBOX [Электронный ресурс], 2015. – Режим доступа: <http://metrologu.ru/info/metrologia/izmereniya/pogreshnost-izmereniy-klassifikacia.html>, свободный. – Загл. с экрана.
9. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения [Текст]: ГОСТ Р 8.736-2011. – Введ. 01.01.2013.
10. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 6-е изд. стер. — М.: Высш. шк., 1999. – 576 с.
11. Федеральный закон РФ № 184-ФЗ «О техническом регулировании», принят Государственной Думой 15.12.2002 г. (с изменениями на 13.07.2015 г.).

12. Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения [Текст]: ГОСТ Р 1.0-2012, взамен ГОСТ Р 1.0-2004. - Введ. 01.07.2013.

13. Виды стандартов [Электронный ресурс], 2015. – Режим доступа: http://www.rostest.ru/vidy-standartov.php?clear_cache=Y, свободный. – Загл. с экрана.

14. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены [Текст]: ГОСТ Р 1.2-2014, взамен ГОСТ Р 1.2-2004. - Введ. 26.11.2014.

15. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения [Текст]: ГОСТ Р 1.5-2012, взамен ГОСТ Р 1.5-2004. - Введ. 01.07.2013.

16. Промышленный портал Complexdoc: нормативные документы, блоги о промышленности, промышленные товары, выставки, обучение [Электронный ресурс], 2015. – Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

17. ГОСТ эксперт. Единая база ГОСТов РФ. 80 000 документов бесплатно [Электронный ресурс], 2015. – Режим доступа: <http://gostexpert.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Интегральная функция χ^2 – распределения Пирсона
Значения $\chi^2_{k; q}$ для различных k и q

k	q													
	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50	0,70	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	
1	0,000157	0,000628	0,00393	0,0158	0,0642	0,148	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	5,412	6,635	
2	0,0201	0,0404	0,103	0,211	0,446	0,713	1,386	2,408	3,219	4,605	5,991	7,824	9,210	
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005	1,424	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	9,837	11,345	
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649	2,195	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	11,668	13,277	
5	0,554	0,752	1,145	1,610	2,343	3,000	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	13,388	15,086	
6	0,872	1,134	1,635	2,204	3,070	3,828	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	15,033	16,812	
7	1,239	1,564	2,167	2,833	3,822	4,671	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	16,622	18,475	
8	1,646	2,032	2,733	3,490	4,594	5,527	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	18,168	20,090	
9	2,088	2,532	3,325	4,168	5,380	6,393	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	19,679	21,666	
10	2,558	3,059	3,940	4,865	6,179	7,267	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	21,161	23,209	
11	3,053	3,609	4,575	5,578	6,989	8,148	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	22,618	24,725	
12	3,571	4,178	5,226	6,304	7,807	9,034	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	24,054	26,217	
13	4,107	4,765	5,892	7,042	8,634	9,926	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	25,472	27,688	
14	4,660	5,368	6,571	7,790	9,467	10,821	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	26,873	29,141	

k	q													
	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50	0,70	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99	
15	5,229	5,985	7,261	8,547	10,307	11,721	14,339	17,322	19,311	22,307	24,996	28,259	30,578	
16	5,812	6,614	7,962	9,312	11,152	12,624	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	29,633	32,000	
17	6,408	7,255	8,672	10,085	12,002	13,531	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	30,995	33,409	
18	7,015	7,906	9,390	10,865	12,857	14,440	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	32,346	34,805	
19	7,633	8,567	10,117	11,651	13,716	15,352	18,338	21,689	23,900	27,204	30,144	33,687	36,191	
20	8,260	9,237	10,851	12,444	14,578	16,266	19,337	22,775	25,038	28,412	31,410	35,020	37,566	
21	8,897	9,915	11,591	13,240	15,445	17,182	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	36,343	38,932	
22	9,542	10,600	12,338	14,041	16,314	18,101	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	37,659	40,289	
23	10,196	11,293	13,091	14,848	17,187	19,021	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	38,968	41,638	
24	10,856	11,992	13,848	15,659	18,062	19,943	23,337	27,096	29,553	33,196	36,415	40,270	42,980	
25	11,524	12,697	14,611	16,473	18,940	20,867	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	41,566	44,314	
26	12,198	13,409	15,379	17,292	19,820	21,792	25,336	29,246	31,795	35,563	38,885	42,856	45,642	
27	12,879	14,125	16,151	18,114	20,703	22,710	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	44,140	46,963	
28	13,565	14,847	16,928	18,939	21,588	23,647	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	45,419	48,278	
29	14,256	15,574	17,708	19,768	22,475	24,577	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	46,693	49,588	
30	14,953	16,306	18,493	20,599	23,364	25,508	29,336	33,530	36,250	40,256	43,773	47,962	50,892	