

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 14.09.2022 16:36:53  
Уникальный программный ключ:  
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

## МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

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

Кафедра управления качеством, метрологии и сертификации

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

2015 г.



### СПОСОБЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ГРУБЫХ И СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Методические указания по выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация»  
для обучающихся по направлениям подготовки бакалавров:  
29.03.05 (262200.62), 19.03.02 (260100.62),  
19.03.03 (260200.62), 20.03.01 (280700.62),  
04.03.01 (020100.62), 23.03.01, 23.03.03, 28.03.01, 15.03.06  
и по направлению подготовки специалистов  
04.05.01 (020201.65)

Курск 2015

УДК 658.562

Составитель: О.В. Аникеева

Рецензент

Доктор технических наук, профессор кафедры  
«Управление качеством, метрология и сертификация»

А.Г. Ивахненко

**Способы обнаружения и устранения грубых и систематических погрешностей:** методические указания по выполнению лабораторной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.В. Аникеева. Курск, 2015. 18 с. Библиогр.: с. 18.

Излагаются теоретические сведения о способах обнаружения и устранения грубых и систематических погрешностей. Приводятся варианты заданий для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

Методические указания соответствуют требованиям программ, утвержденных учебно-методическим объединением по направлениям подготовки бакалавров: 29.03.05 (262200.62), 19.03.02 (260100.62), 19.03.03 (260200.62), 20.03.01 (280700.62), 04.03.01 (020100.62), 23.03.01, 23.03.03, 28.03.01, 15.03.06 и специалистов 04.05.01 (020201.65).

Предназначены для обучающихся по направлениям подготовки: 29.03.05 (262200.62), 19.03.02 (260100.62), 19.03.03 (260200.62), 20.03.01 (280700.62), 04.03.01 (020100.62), 23.03.01, 23.03.03, 28.03.01, 15.03.06, 04.05.01 (020201.65) всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *14.08.15*. Формат 60×84 1/16.  
Усл. печ. л. *10*. Уч. - изд. л. *0,9*. Тираж 50 экз. Заказ *459*.

Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

**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.

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:

$$|\bar{x} - x_i| > 3\sigma, \quad (1)$$

где  $\bar{x}$  – среднее арифметическое отдельных результатов измерений;  $x_i$  – результат  $i$ -го измерения;  $\sigma$  – 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.

Величины  $\bar{x}$  и  $\sigma$  вычисляют без учета экстремальных (вызывающих подозрение) значений  $x_i$ .

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

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

и сравнивается с табличным значением  $\beta_T$ , выбранным из таблицы 1.

Величины  $\bar{x}$  и  $\sigma$  вычисляются без учета экстремальных (вызывающих подозрение) значений  $x_i$ .

Таблица 1

Значения критерия Романовского  $\beta_T$ 

$q$	$n=4$	$n=6$	$n=8$	$n=10$	$n=12$	$n=15$	$n=20$
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.

### 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-промах.

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

Если расчетное значение  $K_D$  будет больше табличного  $Z_q$ , то результат измерения 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

### Критерий Шовине.

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

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

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

### 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 не-

которая 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 по-

грешности 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).

**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

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

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

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.

**Дисперсионный анализ (критерий Фишера)** позволяет выявить 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 соответству-

ет 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 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.

Таблица 4

Значения критерия Фишера [2,4]

$k_2$	$F_q$ 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

Для определения  $F_q$  необходимо вычислить

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

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

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 « $3\sigma$ », 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	<b>28</b>	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	<b>25</b>	20	21	20	19	21	21	21
	21	20	22	20	20	19	18	21	22	21

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3	15	17	18	16	18	16	18	15	19	19
	16	17	<b>12</b>	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	<b>22</b>	27	26	28	26	28	26	25
	23	28	26	26	28	28	24	27	28	28
5	40	39	40	38	39	39	40	40	38	38
	39	39	<b>42</b>	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	<b>28</b>	24	24	26	25	24	25	26
	26	24	25	25	26	26	25	25	26	26
7	38	39	40	39	38	39	40	39	39	38
	38	40	<b>42</b>	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	<b>26</b>	24	23	22	22	24	22	23
	24	23	23	22	24	22	24	22	22	24
9	17	15	15	14	15	14	17	15	17	15
	14	14	<b>19</b>	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	<b>56</b>	54	53	52	52	54	52	53
	54	53	53	52	54	52	54	52	52	54
11	1	2	3	3	4	4	4	3	4	4
	4	3	<b>6</b>	4	3	3	3	4	3	4
	1	2	3	3	4	4	4	3	4	4
12	170	172	172	170	174	172	170	173	172	171
	173	174	<b>176</b>	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	<b>76</b>	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	<b>20</b>	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	<b>37</b>	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 сомнений. 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; <b>9,05</b> ; 9,50; 9,25
2	10,40; 10,55; <b>10,15</b> ; 10,50; 10,45
3	30,4; 30,6; <b>30,2</b> ; 30,5; 30,7
4	31,5; 31,6; <b>30,6</b> ; 31,8; 31,7
5	30,5; 30,6; <b>31,6</b> ; 30,8; 30,7
6	36,6; 36,5; <b>33,4</b> ; 36,8; 36,9
7	22,5; 22,6; <b>21,1</b> ; 22,8; 22,7
8	41,7; 41,5; <b>40,3</b> ; 41,6; 41,8
9	62,7; 62,5; <b>61,3</b> ; 62,6; 62,8
10	32,7; 32,5; <b>30,3</b> ; 31,6; 31,8
11	14,17; 14,15; <b>12,93</b> ; 14,16; 14,18
12	1,7; 1,5; <b>0,3</b> ; 1,6; 1,4
13	11,7; 11,5; <b>12,3</b> ; 11,6; 11,8
14	19,7; 19,5; <b>20,3</b> ; 19,4; 19,8
15	63,17; 63,25; <b>60,31</b> ; 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.

**Задание 4.**

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

Таблица 7

## Исходные данные к заданию 3

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

Таблица 8

## Исходные данные к заданию 4

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

**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
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

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

**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 <sup>2</sup>	Межсерийная дисперсия, мм <sup>2</sup>
1	0,054	0,2052
2	0,063	0,2030
3	0,072	0,1903
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

## 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.