

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»**

Агроинженерный факультет

Кафедра прикладной механики

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

**ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ»**

**для студентов, обучающихся по направлению
заочной формы обучения по направлениям
35.03.06 «Агроинженерия» » профиль
«Электрооборудование и электротехнологии в АПК»**

Студент _____

курс, группа _____

факультет _____

учебный год _____

ВОРОНЕЖ

201 г.

**Составитель: доцент кафедры прикладной механики
Т.В. Тришина**

**Рецензент: доцент кафедры технического сервиса
и технологии машиностроения Н.Н. Булыгин**

Рабочая тетрадь для лабораторных работ по МСС одобрена и рекомендована к изданию решением кафедры прикладной механики ВГАУ (протокол № 10118-07 от 27 января 2014 г.) и методической комиссии агроинженерного факультета ВГАУ (протокол № 10100-04 от 30 января 2014 г.)

© Тришина Т.В.

© Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Стандартные посадки

Назначение работы: ознакомиться с основными отклонениями и особенностью (принципами) их обозначения для валов и отверстий; освоить понятия качества и принцип его выбора; научиться обозначать стандартные посадки в разных системах; освоить принцип определения отклонений по таблицам ГОСТ.

Оборудование: копии стандартов, содержащие основные термины и определения, данные по выбору и обоснованию предельных отклонений, допусков и посадок гладких соединений.

Отчет по работе

Дано: номинальный размер соединения -

обозначение поля допуска: отверстия -

вала -

1.1. Величина допуска, величина и знаки основного и предельных отклонений размеров вала и отверстия (таблица [])

Допуск	TD =	Td =
Основное отклонение		
Верхнее отклонение	ES =	es =
Нижнее отклонение	EI =	ei =

Полное обозначение посадки

1.2. Предельные размеры вала и отверстия:

$$d_{\max} =$$

$$d_{\min} =$$

$$D_{\max} =$$

$$D_{\min} =$$

1.3. Допуски размеров вала и отверстия, подсчитанные двумя способами:

$$Td =$$

$$Td =$$

TD =

TD =

1.4. Величины предельных зазоров или натягов, подсчитанные двумя способами (ненужное зачеркнуть):

$S_{\max}, N_{\max} =$

$S_{\max}, N_{\max} =$

$S_{\min}, N_{\min}, N_{\max} =$

$S_{\min}, N_{\min}, N_{\max} =$

1.5. Допуск посадки, подсчитанный двумя способами (ненужное зачеркнуть):

TS, TN, TP =

TS, TN, TP =

1.6. Характеристика посадки

1.7. Схема полей допуска соединения

1.8. Выбор средств измерений.

Результаты выбора средств измерений по предельной Δ_{lim} и допустимой δ погрешностям измерения в соответствии с неравенством $\pm\delta \geq \pm\Delta_{lim}$ занести в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

Обозначение деталей соединения	Допуск TD (Td), мкм.	Допустимая погрешность измерения $\pm\delta$ мкм.	Предельная погрешность измерения $\pm\Delta_{lim}$, мкм	Измерительный прибор
Отверстие				
Вал				

Контрольные вопросы

1. Дайте определение: «Основное отклонение». 2. Дайте определение: «Квалитет». 3. Перечислите все буквенные обозначения стандартных посадок с зазором. 4. Перечислите все буквенные обозначения стандартных посадок с натягом. 5. Перечислите все буквенные обозначения стандартных переходных посадок. 6. Дайте характеристику посадки, например

$$\varnothing 30 \frac{K7}{h6}$$

Работу принял _____ Дата _____

Эскизы соединения и его деталей

					Кафедра прикладная механика			
					Лабораторная работа по МСС	Лит.	Масса	Масштаб
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
Разраб.								
Провер.								
Т. Контр.					Лис	Листов		
Реценз.					ВГАУ			
Н. Контр.								
Утверд.								
					6			

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Посадки подшипников качения

Назначение работы: ознакомиться с классами точности и обозначениями подшипников; понять и усвоить особенности допусков и посадок подшипников; разобраться с видами нагружения колец подшипников; освоить принцип назначения посадок в зависимости от вида нагружения колец; научиться нормировать посадочные поверхности, сопрягаемые с кольцами подшипников.

Оборудование: копии стандартов, содержащие основные термины и определения, данные по выбору и обоснованию допусков и посадок подшипников в зависимости от вида нагружения колец и данные по нормированию посадочных поверхностей, сопрягаемых с кольцами подшипников.

Отчет по работе

Дано: номер подшипника качения - _____, величина его радиальной нагрузки $R =$ _____ Н, чертеж узла № _____

2.1. Дополнительные данные:

Класс точности подшипника - _____

Характер нагрузки _____

Корпус _____

Вал _____

2.2. Вид нагружения каждого кольца подшипника (устанавливаем по чертежу).

Внутреннее кольцо - _____.

Наружное кольцо - _____.

2.3. Конструктивные размеры подшипника (табл. [])

$D =$ _____ $d =$ _____ $B =$ _____ $r =$ _____

2.4. Выбор посадки при циркуляционном виде нагружения кольца подшипника.

Для выбора посадки рассчитываем интенсивность радиальной нагрузки

$$P_r = \frac{R}{(B - 2r)} \times K_1 \times K_2 \times K_3 = \frac{\quad}{\quad}$$

Выбор коэффициентов обосновывается на основе дополнительных данных (см. пункт 3.1)

$K_1 =$ _____

$K_2 =$

$K_3 =$

По значению интенсивности радиальной нагрузки **выбираем по таблице [] поле допуска детали, сопрягаемой с циркуляционно нагруженным кольцом** (ненужное не заполнять).

Вал

Корпус

2.5. Выбор посадки при местном нагружении кольца.

Посадка определяется по таблице [] (ненужное не заполнять).

Вал

Корпус

2.6. Поля допусков колец подшипника и их отклонения (табл. []).

Внутреннее кольцо -

Наружное кольцо -

2.7. Полученные данные сведем в таблицу 2.1

Таблица 2.1

Внутреннее кольцо	Вал	Наружное кольцо	Корпус

2.8. Схема полей допуска соединения внутреннее кольцо – вал и наружное кольцо – корпус.

Эскизы узла и деталей подшипникового соединения

					Кафедра прикладная механика			
					Лабораторная работа по МСС	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>								
<i>Провер.</i>								
<i>Т. Контр.</i>								
<i>Реценз.</i>						<i>Лис</i>	<i>Листов</i>	
<i>Н. Контр.</i>					9		ВГАУ	
<i>Утверд.</i>								

2.9. Условное обозначение соединения:

Внутреннее кольцо - вал -

Наружное кольцо - корпус -

2.10. Выбираем значения торцевого биения (таблица []):

заплечиков вала -

заплечиков корпуса -

2. 11. Определяем значения допуска круглости и профиля продольного сечения (таблица []):

	для корпуса	для вала
отклонение профиля продольного сечения, мм -		

отклонение от круглости, мм -

Контрольные вопросы

1. Дайте определение видам нагружения колец подшипников качения. 2. Какие классы точности подшипников предусмотрены стандартом? 3. В каких системах выполняются посадки «наружное кольцо-корпус» и «внутреннее кольцо-вал»? 4. В чем особенность расположения схемы поля допуска внутреннего кольца подшипника качения? 5. Как нормируются погрешности формы и расположения вала и корпуса, сопрягаемых с подшипниками качения класса 0? 6. Объясните принцип выбора посадок при циркуляционном и местно нагруженных кольцах.

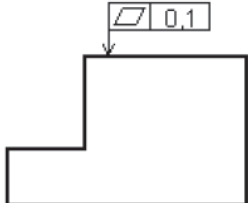
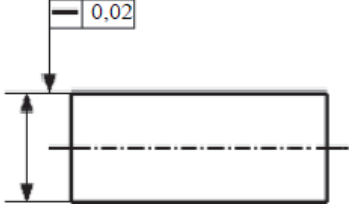
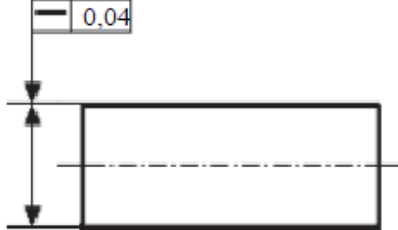
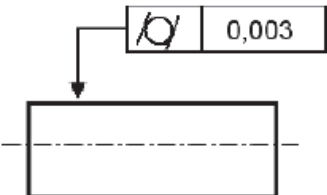
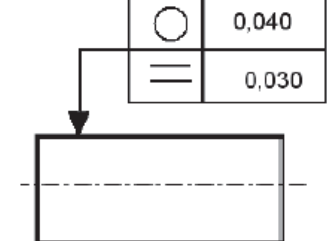
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 НОРМИРОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ФОРМЫ, РАСПОЛОЖЕНИЯ И ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ НА ЧЕРТЕЖАХ

Назначение работы: ознакомиться и усвоить знаки, нормирующие погрешности формы и расположения поверхностей и осей; освоить принципы нормирования этих погрешностей на чертежах; понять и усвоить различие в нормировании погрешностей формы и погрешностей расположения поверхностей и осей; ознакомиться и усвоить знаки и параметры шероховатости, используемые при нормировании шероховатости поверхности; освоить принципы нормирования шероховатости поверхности.

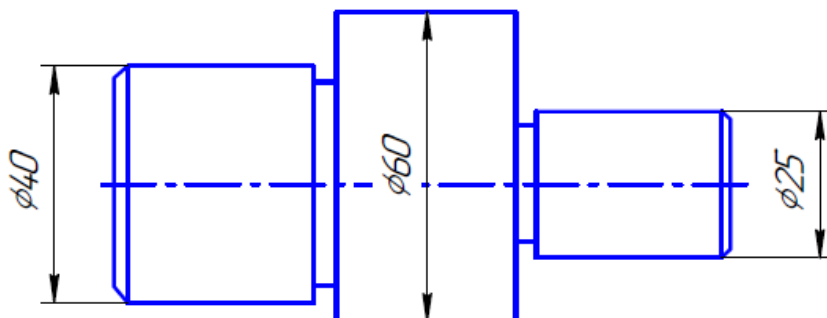
Оборудование: копии стандартов, содержащие основные термины и определения, данные по выбору и обоснованию погрешностей формы и расположения поверхностей и осей, параметров шероховатости.

Отчет по работе

Задание 1. В соответствии с заданием расшифровать знаки условных обозначений погрешностей формы

Задание 2. По словесному описанию требований к точности формы оформить чертеж детали с помощью условных обозначений.



Дан эскиз детали с указанием необходимых размеров. К поверхностям детали предъявляются следующие требования к точности формы:

1. Отклонения от круглости и профиля продольного сечения на всей длине поверхности $\phi 40$ мм не более 0,02 мм.
2. Отклонение от цилиндричности на всей длине поверхности $\phi 60$ мм не более 0,03 мм.
3. Отклонение от прямолинейности оси на всей длине поверхности $\phi 25$ мм не более 0,03 мм.

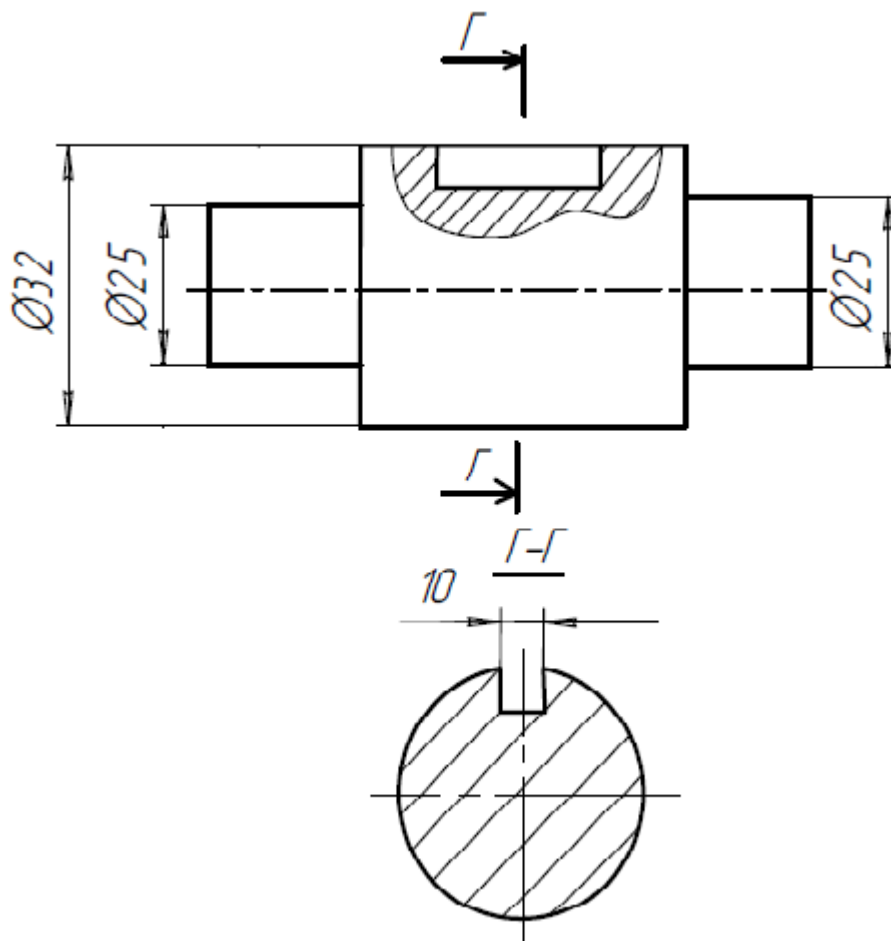
Задание 4. В соответствии с заданием расшифровать знаки условных обозначений расположения поверхностей и осей.

<p>The drawing shows a stepped shaft with two diameters. A surface texture symbol $\sqrt{\text{ }} 0,01 \text{ Б}$ is applied to the larger diameter section. A perpendicularity symbol $\perp 0,01 \text{ Б}$ is applied to the smaller diameter section. A datum feature symbol Б is shown at the bottom.</p>	
<p>The drawing shows a stepped shaft with two diameters. A circular runout symbol $\text{↗ } 0,1 \text{ АБ}$ is applied to the larger diameter section. Datum feature symbols А and Б are shown at the bottom, corresponding to the two diameters.</p>	

Задание 3. По словесному описанию требований к точности формы оформить чертеж детали с помощью условных обозначений.

Дан эскиз детали с указанием необходимых размеров. К поверхностям детали предъявляются следующие требования к точности формы и расположения поверхностей и осей:

1. Отклонение от цилиндричности поверхностей $\varnothing 25$ мм не более 0,05 мм.
2. Отклонение от круглости $\varnothing 32$ не более 0,01 мм.
3. Отклонение от соосности оси поверхности $\varnothing 32$ мм относительно общей оси поверхностей $\varnothing 25$ мм не более 0,02 мм.
4. Отклонение от симметричности оси паза шириной 10 мм не более 0,025 мм и отклонение от параллельности ее не более 0,1 мм относительно оси поверхности $\varnothing 32$ мм.
5. Торцевое биение правого торца поверхности $\varnothing 32$ мм относительно общей оси поверхностей $\varnothing 25$ мм не более 0,02 мм.
6. Отклонение от параллельности обоих торцов поверхности $\varnothing 32$ мм не более 0,03 мм.



Задание 5. В соответствии с заданием расшифровать знаки условных обозначений шероховатости, параметров шероховатости, поверхностей

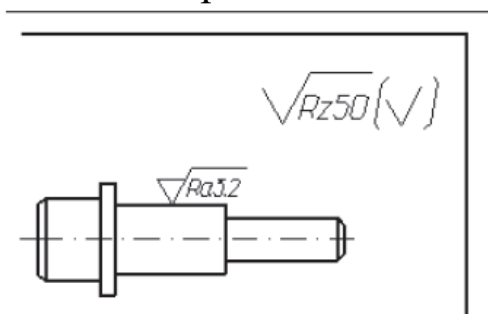


Рис. Указание шероховатости одинаковой для части поверхностей изделия

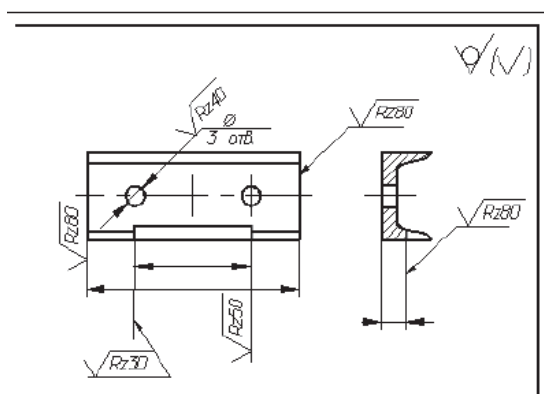


Рис. Указание шероховатости, когда большая часть части поверхностей не обрабатывается по данному чертежу

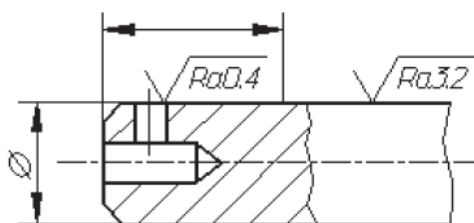


Рис. Обозначения различной шероховатости на одной поверхности

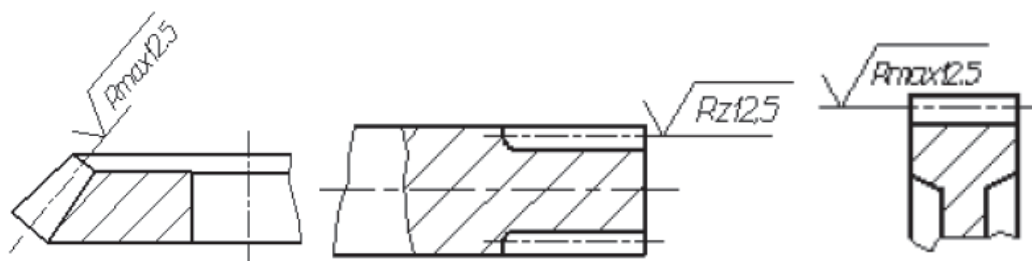


Рис. Обозначения шероховатости рабочих поверхностей зубьев

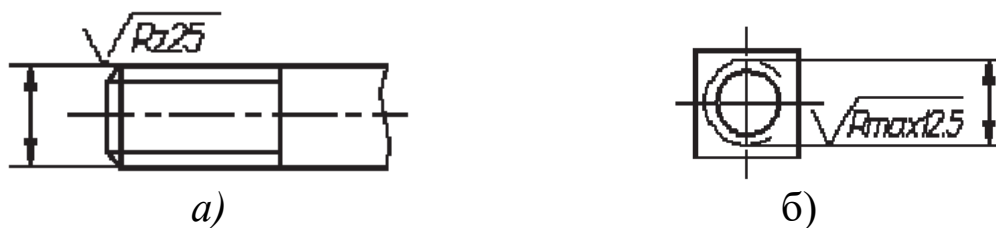


Рис. Обозначения шероховатости *a* – наружной резьбы, *б* – внутренней резьбы

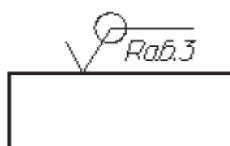


Рис. Обозначения одинаковой шероховатости поверхностей, образующих замкнутый контур

Контрольные вопросы

1. Преимущества и недостатки селективной сборки. Область ее применения.
2. Уметь показать групповые зазоры (натяги), допуски, предельные размеры и основные отклонения для каждой группы.
3. Дать заключение о годности действительного размера по группам.
4. Чем ограничивается количество групп?
5. Принцип определения группового допуска.
6. Как пользоваться картой сортировщика?
7. Назовите рекомендуемое количество групп, применяемых в промышленности.
8. Приведите примеры применения селективной сборки.

Работу принял _____ Дата _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ КОНЦЕВЫЕ МЕРЫ ДЛИНЫ И ШТАНГЕНИНСТРУМЕНТЫ

Назначение работы: ознакомление с плоскопараллельными концевыми мерами длины, механическими и электронными штангенинструментами; освоение принципов поверки и приобретения навыков работы с механическими штангенинструментами.

Оборудование: штангенциркуль, набор концевых мер и деталь.

Отчет по работе

Задание 1. Проверить шкалу штангенциркуля концевыми мерами длины, составить паспорт и дать заключение о годности.

Паспорт на штангенциркуль №				Предел измерения	Цена деления шкалы нониуса
№ п/п	Проверяемые размеры	Показания инструмента	Погрешность	Поправка	Заключение о годности
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

Задание 2. Составить путем расчета блоки следующих размеров из минимально возможного числа концевых мер:

1	2	3	4

Контрольные вопросы

1. Назначение плоскопараллельных концевых мер. 2. Какие типы мер вам известны? 3. Сформулируйте точностные требования, предъявляемые к плоскопараллельным концевым мерам. 4. Укажите какие существуют штангенинструменты и назовите их пределы измерения. 5. Назовите классы точности и разряды, на которые делятся плоскопараллельные концевые меры длины. 6. Укажите преимущества цифрового штангенциркуля. 7. Укажите пределы измерения и цену деления цифрового штангенциркуля и штангенциркуля с круговой шкалой. 8. Изложите принцип составления блока размера из плоскопараллельных концевых мер. 9. К какому типу приборов относится штангенциркуль и какие методы измерения им реализуются? 10. Как дается заключение о годности штангенциркуля? 11. Назначение нониуса.

Работу принял _____Дата _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ И КОНУСОВ

Назначение работы: ознакомление с методами и средствами измерения и контроля углов, освоение принципов поверки и приобретения навыков работы с механическими угломерами.

Оборудование: транспортерный или универсальный угломер, угловые меры (плитки) - 3 шт., детали - 2 шт.

Отчет по работе

Задание 1. Проверить шкалу механического угломера угловыми мерами, составить паспорт и дать заключение о годности угломера.

Паспорт на транспортирный угломер №				Предел измерения	Цена деления шкалы нониуса
№	Проверяемые размеры	Показания прибора	Погрешность	Поправка	Заключение о годности
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Задание 2. Измерить углы в деталях № 1 и 2 через 120° в 3-х плоскостях I, II и III и результаты измерений занести в таблицу.

Детали	Результаты измерений			Среднее арифметическое
	I	II	III	
1				
2				

Контрольные вопросы

1. Назначение угловых мер и их классификация. 2. Методы измерения углов и их краткая характеристика. 3. К какому типу приборов относятся механические угломеры? 4. Какие методы измерения реализуются угломерами, угловыми плитками, синусной линейкой? 5. Назначение и конструкция синусной линейки. 6. Изложите принцип измерения синусной линейкой. 7. Для чего предназначены угольники? 8. Как дается заключение о годности механического угломера?

Работу принял _____ Дата _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ОБРАБОТКА РЯДА ИЗМЕРЕНИЙ

Назначение работы: ознакомление с методикой обработки ряда измерений; освоение методики исключения грубых ошибок (промахов); освоение методики получения надежного результата для ряда измерений.

Оборудование: микрометр, деталь.

Отчет по работе

Задание 1. Измерить гладким микрометром восемь точек в каждой из двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Результаты измерений занести в таблицу.

№ п/п	x_i	Δx_i	$\Delta_1 x_i$	Δx_i^2	$\Delta_1 x_i^2$
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17*					
	$\bar{x} =$ $\bar{x}_1 =$			$\sum \Delta x_i^2 =$ $\sum \Delta_1 x_i^2 =$	

*17 значение x_i задается преподавателем после проведения 16 измерений

Задание 2. Определить результат измерения с надежностью P

2.1. Определяем среднее арифметическое:

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

При необходимости определяем повторно среднее арифметическое (см. пункт 2.4.):

$$\bar{x}_1 =$$

2.2. Определяем отклонение от среднего:

$$\Delta x_i = x_i - \bar{x}$$

При необходимости определяем повторно отклонение от среднего:

$$\Delta_1 x_i = x_i - \bar{x}_1$$

2.3. Определяем среднюю квадратичную погрешность:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta x_i^2}{n-1}} =$$

При необходимости определяем повторно среднюю квадратичную погрешность:

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_1 x_i^2}{n-1}} =$$

При вычислении средней квадратичной погрешности и последующих расчетах полученные результаты **необходимо округлить**. При $n \leq 25$ следует **сохранить** не более двух значащих цифр, а при $n > 25$ - не более трех.

2.4. Определяем предельную погрешность:

$$\Delta \text{lim} = \pm 3\sigma; \quad \bar{x} \pm 3\sigma =$$

При необходимости определяем повторно предельную погрешность:

$$\Delta \text{lim} = \pm 3\sigma; \quad \bar{x} \pm 3\sigma =$$

Значения, выходящие за пределы $\bar{x} \pm 3\sigma$ отбрасываются, как **грубые погрешности**. В этом случае расчеты по пунктам 2.1-2.4. проводятся снова. Если таких результатов нет, то, следовательно, **грубых погрешностей при измерении не допущено**.

2.5. Определяем среднее квадратичное отклонение результата измерения:

$$\Delta \sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} =$$

2.6. Подсчитываем границы доверительного интервала:

$$E = \pm \Delta\sigma \times t(n) =$$

Значение $t(n)$ выбираем по таблице 3 методических указаний, в зависимости от принятой надежности результата $P = 0,99$ и числа измерений $n =$: $t(n) =$.

2.7. Определяем результат измерения с надежностью $P = 0,99$:

$$x = \bar{x} \pm E =$$

Задание 3. Определить число измерений с заданной надёжностью.

3.1. Зная (задавая) надежность результата и доверительный интервал определить число измерений.

Исходные данные используем из предыдущего примера. Определить число измерений с надежностью $P = 0,999$ и доверительным интервалом E , полученным в результате расчета из предыдущего примера.

3.2. Из таблицы 3 методических указаний находим $t(n)$ в зависимости от $P = 0,999$ и $n =$: $t(n) =$

3.3. Подсчитываем среднее квадратичное отклонение результата измерения из формулы: $E = \pm \Delta\sigma \cdot t(n)$:

$$\Delta\sigma = \frac{E}{t(n)} =$$

3.4. Из формулы $\Delta\sigma = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, определяем число измерений:

$$n = \left(\frac{\sigma}{\Delta\sigma} \right)^2 =$$

Контрольные вопросы

1. Какое число измерений наиболее часто применяется для практических целей? 2. Причины возникновения грубых погрешностей? 3. Способы исключения грубых погрешностей. 4. Приведите последовательность математической обработки ряда измерений с заданной надежностью для получения достоверного результата. 5. Что понимается под надежностью результата измерения? 6. Для какого количества измерений используется критерий Стьюдента?

Работу принял _____ Дата _____

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лабораторная работа № 1. Стандартные посадки	3
Лабораторная работа № 2. Нормирование погрешности формы, расположения и шероховатости поверхности на чертежах	6
Лабораторная работа № 3. Посадки в шпоночных соединениях	10
Лабораторная работа № 4. Плоскопараллельные концевые меры длины. Штангенинструменты	14
Лабораторная работа № 5. Приборы для измерения углов и конусов	19
Лабораторная работа № 6. Обработка ряда измерений	24