

Лабораторная работа №1

Грубые погрешности.

Методы обнаружения и исключения грубых погрешностей.

Цели работы:

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

План занятия:

1. Ознакомиться с понятием погрешности измерений.
2. Используя методы обнаружения и исключения грубых погрешностей, выполнить задания №1, 2, 3, 4.
3. Оформить отчет по работе.
4. Ответить на контрольные вопросы. Защитить работу у преподавателя.

Краткие теоретические сведения

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.

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.

Задание 1

Для приведенного ряда измерений ($n=30$), используя критерий «трех сигм», проверить, являются ли значения 28 и 21 промахами.

1	25	25	23	22	25	25	23	24	26	24	25	24	23	26	25
вар	25	23	25	28	25	23	24	25	23	23	25	24	24	25	24
2	24	25	24	24	25	23	23	25	24	23	25	21	25	23	25
вар	25	26	23	24	25	24	26	24	23	25	25	22	23	25	25

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:

$$|\bar{x} - x_9| > 3\sigma, \tag{1}$$

где \bar{x} – среднее арифметическое отдельных результатов измерений:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \tag{2}$$

где n – число измерений;

x_i – результат i -го измерения;

σ – среднее квадратичное отклонение (СКО):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \tag{3}$$

Величины \bar{x} и σ вычисляют без учета экстремальных (вызывающих подозрение) значений x_9 .

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

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

Краткие теоретические сведения

Классификация систематических погрешностей по зависимости от причин возникновения.

1. *Инструментальная погрешность.*
2. *Погрешности, возникающие в результате неправильной установки средств измерений.*
3. *Погрешности, возникающие вследствие влияния внешних величин.*
4. *Погрешность метода (теоретическая погрешность) измерения*
5. *Субъективные систематические погрешности*

Наиболее распространенные способы исключения систематических погрешностей из результатов измерений следующие.

1. *Устранение источников погрешностей до начала измерения (Устранение влияния температуры, Устранение влияния магнитных полей, Устранение вредных вибраций и сотрясений Устранение других видов вредных влияний)*
2. *Исключение систематических погрешностей в процессе измерения. (Способ замещения, Способ компенсации погрешности по знаку, Способ противопоставления, Способ введения поправок Специальные статистические способы).*

Задание 1

Было сделано 40 измерений диаметра детали восемью различными штангенциркулями. Каждым из них проводились по пять измерений. Внутрисерийная дисперсия равна 0,054 мм², межсерийная – 0,2052 мм². Определить наличие систематической погрешности измерения диаметра детали с помощью критерия Фишера.

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

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

$$F = \frac{\sigma_{mc}^2}{\sigma_{vc}^2}, \quad (1)$$

где σ_{mc}^2 – межсерийная дисперсия, выражает силу действия фактора, вызывающего систематические различия между сериями;

σ_{vc}^2 – внутрисерийная дисперсия, характеризует случайные погрешности измерений, обуславливающие различия (отклонения результатов наблюдений) внутри серии.

Критическая область для критерия Фишера соответствует $F > F_q$.

Значения F_q для различных уровней значимости q, числа измерений N и числа серий s приведены в таблице 4 [7].

Лабораторная работа №3.

Статистическая обработка группы результатов прямых измерений

Цели работы:

- научиться проводить статистическую обработку группы результатов прямых измерений на основе результатов многократного измерения;
- научиться оценивать погрешность измерений и правильно записывать результат измерения.

План занятия:

1. Ознакомиться с методами статистической обработки группы результатов прямых измерений.
2. Выполнить статистическую обработку группы результатов прямых измерений и записать результат измерения.
3. Проверить гипотезу о нормальном распределении результатов наблюдений.
4. Построить гистограмму.
5. Оформить отчет по работе.
6. Ответить на контрольные вопросы. Защитить работу у преподавателя.

Краткие теоретические сведения

Статистическая обработка результатов измерений – это обработка измерительной информации с целью получения достоверных данных. Статистическая обработка используется для повышения точности измерений с многократными наблюдениями, а также определения статистических характеристик случайной погрешности.

Выполнение статистической обработки группы результатов прямых измерений и запись результата измерения

Вариант _____

Таблица записи результатов измерений и вычислений

i	U_i	$(U_i - \bar{U})$	$(U_i - \bar{U})^2$	i	U_i	$(U_i - \bar{U})$	$(U_i - \bar{U})^2$
1				11			
2				12			
3				13			
4				14			
5				15			
6				16			
7				17			
8				18			
9				19			
10				20			

Среднее арифметическое измеренных результатов наблюдения:

$$\bar{U} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i$$

Оценка среднего квадратичного отклонения результата измерения:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_i - \bar{U})^2}{n(n-1)}} =$$

Границы случайной погрешности результата измерения

$$\Delta_{сл} = t_S \cdot \sigma =$$

Границы неисключенной систематической погрешности результата измерения

$$\Delta_{сис} = U_n - \bar{U} =$$

Суммарная погрешность результата измерения

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_{сис}^2} =$$

Окончательный результат измерения

$$U_{изм} = \bar{U} \pm \Delta_{\Sigma}, P = \quad U_{изм} =$$

Проверка гипотезы о нормальном распределении результатов наблюдений

Смещенная относительно математического ожидания оценка среднего квадратичного отклонения наблюдений:

$$\sigma^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_i - \bar{U})^2}{n}} =$$

Значение параметра d

$$d = \frac{\sum |U_i - \bar{U}|}{n \cdot \sigma^*} =$$

Формула линейной интерполяции

$d(n) = d(n_0) + \frac{n-n_0}{n_1-n_0} [d(n_1) - d(n_0)] =$																				

Проверка гипотезы о нормальном распределении результатов наблюдений

Вывод:																				

Построение гистограммы

$U_{\min} =$ $U_{\max} =$

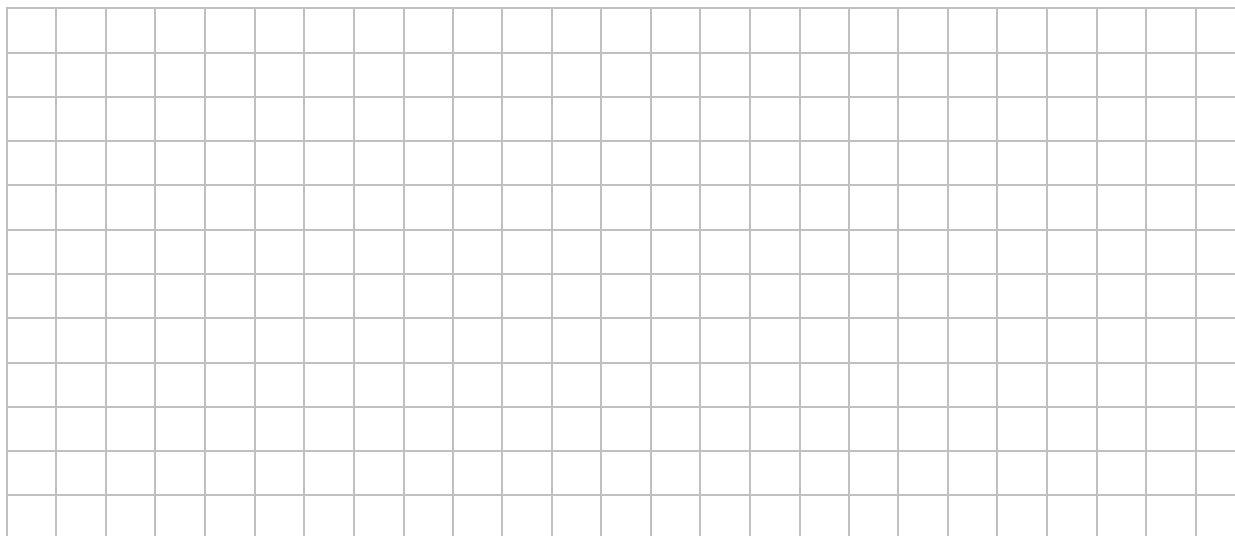
$(U_{\max} - U_{\min}) =$

Длина интервала группировки: $\Delta U = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{5} =$

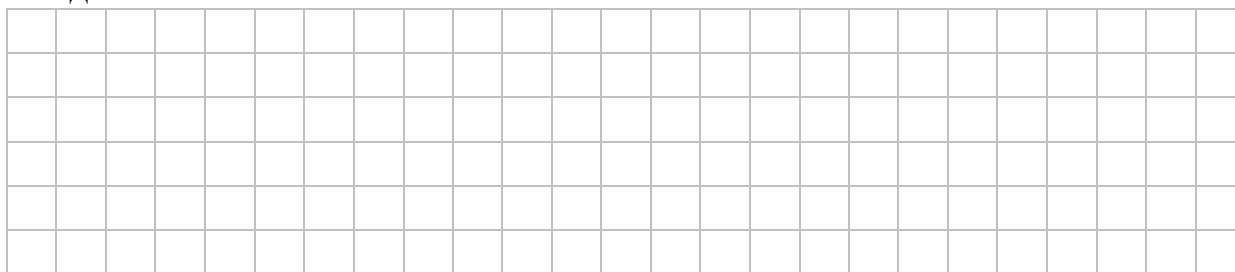
№ интервала	Интервалы группировки	Количество наблюдений m , входящих в данный интервал	Частость m/n
1			
2			
3			
4			
5			

Построение гистограммы.

По оси Y откладывается частость m/n , а по оси X – интервалы группировки.

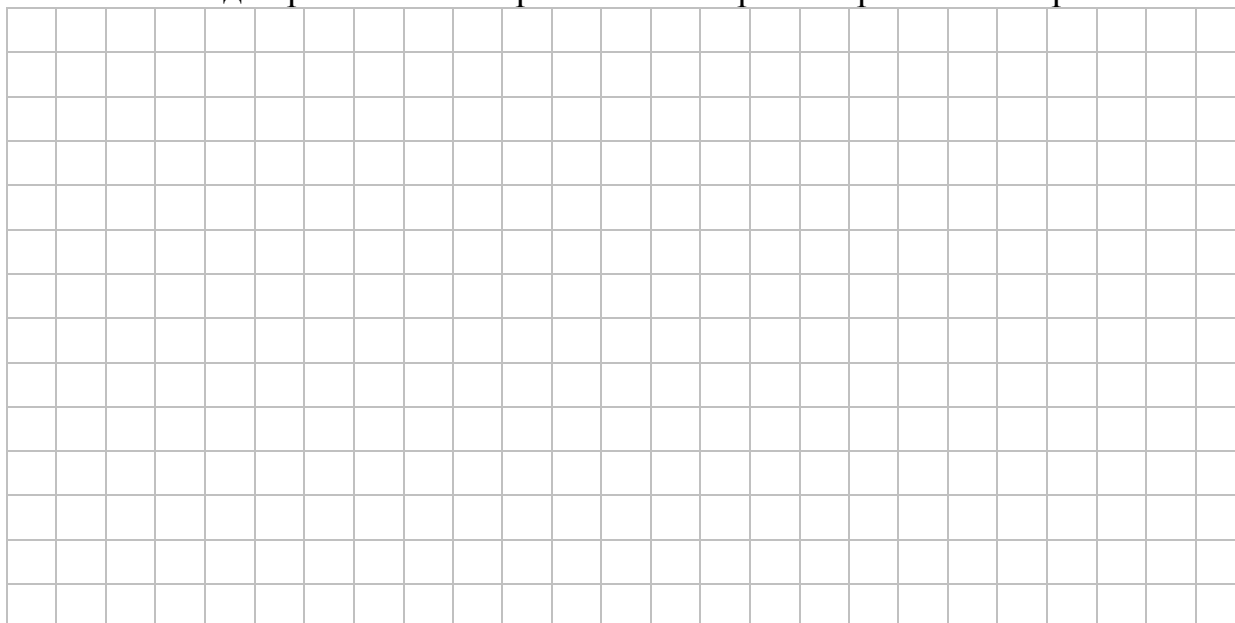


Выводы:



Вопросы для подготовки к защите лабораторной работы:

1. Что такое статистическая обработка результатов измерений и как она проводится?
2. Как зависит точность результата измерений от их числа? Ответ обосновать математически.
3. Как параметр определяется с помощью критерия Стьюдента?
4. Что означает доверительный интервал? Каким образом строится гистограмма?



Дата защиты работы	Оценка в баллах	Подпись преподавателя

Лабораторная работа №4

Исследование интегрального закона распределения

Цели работы:

- углубить теоретические знания интегрального закона распределения вероятностей случайных событий;

- экспериментально исследовать интегральный закон распределения вероятностей случайных событий и приобрести практические навыки работы с виртуальными контрольно-измерительными приборами и оборудованием.

План занятия:

1. Ознакомиться с распределением случайных величин и интегральным (законом) распределения.

2. Определить математическое ожидание случайного процесса.

3. Исследовать интегральный закон распределения случайного процесса.

4. Оформить отчет по работе.

5. Ответить на контрольные вопросы. Защитить работу у преподавателя.

Краткие теоретические сведения

Дискретной (прерывной) называют случайную величину, отдельные значения которой можно пронумеровать.

Непрерывной называют случайную величину, возможные значения которой непрерывно заполняют некоторый промежуток.

Общим законом распределения, присущим всем случайным величинам как дискретным, так и непрерывным, является функция распределения $F(x)$.

Случайная погрешность – это непрерывный во времени случайный процесс с нормальным распределением мгновенных значений и нулевым средним.

Плотность вероятности случайной погрешности определяется нормальным законом распределения $W(\xi)$:

$$W(\xi) = \frac{1}{2\pi} \cdot \exp\left(-\frac{\xi^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1)$$

Статистические характеристики случайной погрешности:

- *математическое ожидание* – определяет центр распределения и описывается выражением:

$$m(t_i) = M\{\xi(t_i)\} = \bar{\xi}(t_i) = \int_{-\infty}^{\infty} \xi(t_i) W(\xi) d\xi \quad (2)$$

- *дисперсия (среднеквадратическое отклонение)* – характеризует рассеяние значений случайной величины и вычисляется как:

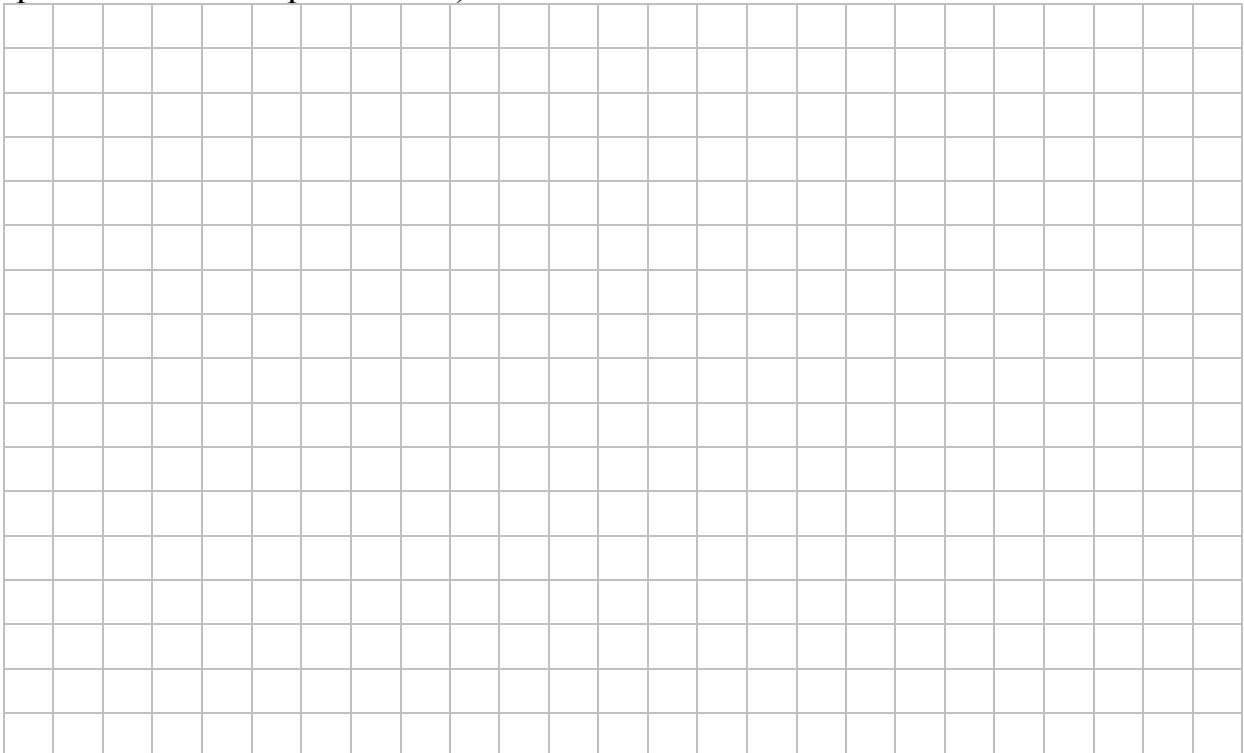
$$\xi^2(t_i) = D\{\xi(t_i)\} = \int_{-\infty}^{\infty} [\xi(t_i) - m(t_i)]^2 W(\xi) d\xi \quad (3)$$

Интегральная функция (закон) распределения $F(u_{\text{пор}})$ определяется как вероятность того события, что значение переменной не превысит порогового значения:

$$F(u_{\text{пор}}) = m[\xi(t) \leq u_{\text{пор}}] = \int_{-\infty}^{u_{\text{пор}}} W(\xi) d\xi \quad (4)$$



Графики интегрального закона распределения случайного процесса (экспериментальный и расчетный)



Лабораторная работа № 5

Идентификация закона распределения случайных величин

Цели работы:

- изучить законы распределения непрерывных случайных величин;
- изучить числовые характеристики случайных величин;
- научиться проводить идентификацию закона распределения результатов измерений по эмпирическим кривым распределения, по методу моментов, по критериям согласия.

План занятия:

1. Законы распределения непрерывных случайных величин.
2. Числовые характеристики случайных величин.
3. Идентификация закона распределения результатов измерений, оценка распределения случайной величины по эмпирическим кривым распределения, оценка распределения случайной величины по методу моментов, идентификация закона распределения величины по критериям согласия.
4. Оформить отчет по работе.
5. Ответить на контрольные вопросы. Защитить работу у преподавателя.

Краткие теоретические сведения

Законы распределения непрерывных случайных величин

Для характеристики частоты появления различных значений случайной величины X в теории вероятностей пользуются указанием *закона распределения* вероятностей различных значений этой величины. Общим законом распределения, присущим всем случайным величинам как дискретным, так и непрерывным, является *функция распределения*.

Закон нормального распределения

В этом случае плотность вероятности (или дифференциальная функция распределения случайной величины) непрерывного типа имеет вид:

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

где x – переменная случайная величина;

$f(x)$ – плотность вероятности;

σ – среднее квадратичное отклонение случайной величины x ;

m_x – математическое ожидание случайной величины x ;

e – основание натуральных логарифмов, $e = 2,71818$.

Равномерное распределение

Это распределение случайной величины, когда она с одинаковой вероятностью может принимать любое значение в заданных пределах.

Треугольный закон распределения (закон Симпсона)

$R = X_{max} - X_{min}$																				
=																				

Определение числа классов (интервалов) укрупненного статистического ряда m :

$m_{min} = 0,55n^{0,4}$																				
$m_{max} = 1,25n^{0,4}$																				

Определение ширины класса (интервал):

$$d = \frac{R}{m}$$

Определение *точечной оценки дисперсии* (второго центрального момента выборки μ_2)

$$S^2 \approx \sum_{j=1}^m N_j (X_j - \bar{X})^2$$

Среднее квадратическое отклонением (СКО), *точечная оценка* которого определяется по формуле:

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

Заполнить таблицу №5 и сделать вывод о результатах исследования.

Таблица 5 – Параметры статистического ряда, эмпирического и теоретического распределения

Номер класса m		1	2	3	4	5	6	7	Σ
Границы класса	$X_{j \min}$								–
	$X_{j \max}$								–
Средняя точка класса X_j									–
Частота n_j									100
Относительная частота N_j									1
$(X_j - \bar{X})$									–
$N_j (X_j - \bar{X})^2$									
$N_j (X_j - \bar{X})^3$									

4. Что такое региональная стандартизация?
5. Чем отличается совместимость от взаимозаменяемости?
6. Какая организация в России занимается государственным управлением стандартизацией?
7. Для чего создаются технические комитеты (ТК)?
8. По какому ГОСТу в РФ разрабатывают, принимают, пересматривают и отменяют стандарты?

Задание 3

Таблица 1. Сравнение стандарта и регламента

	<i>Статус</i>	<i>Кто принимает</i>	<i>Характер использования</i>	<i>Объект регулирования</i>	<i>Социальная роль</i>
Стандарт					
Регламент					

Лабораторная работа №7.
Основные нормативные документы по стандартизации.

Цель работы:

- ознакомиться с основными документами по стандартизации.

План занятия:

1. Изучить государственный стандарт РФ «Порядок разработки стандартов».
2. Изучить государственный стандарт РФ «Стандарты отраслей, стандарты предприятий, стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных организаций».
3. Изучить порядок ведения общероссийского классификатора продукции (ОКП).
4. Оформить отчет по работе. Защитить работу у преподавателя.

Задание 1

№ п/п	Нормативные документы	Вид стандарта
1.	ГОСТ 1398-90. Чай черный байховый фасованный. Технические условия	
2.	ГОСТ 16958-71. Изделия текстильные. Символы по уходу	
3.	ГОСТ 17037-85. Изделия швейные и трикотажные. Термины и определения	
4.	ГОСТ 4103-82. Изделия швейные и трикотажные. Методы контроля качества	
5.	ГОСТ 23448-79. Изделия швейные. Правила приемки	
6.	ГОСТ 1.0-92. ГСС РФ. Основные положения	
7.	ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости	
8.	ГОСТ 11373-88. Обувь. Размеры.	
9.	ГОСТ 16317-88. Приборы холодильные электрические бытовые. Общие технические условия	
10.	ГОСТ Р 8.563-96. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений	

Задание 2

<i>Категория стандарта</i>	<i>Расшифровка стандарта</i>	<i>Кто принимает стандарт</i>	<i>Кто применяет стандарт</i>	<i>Объекты стандарта</i>
ГОСТ Р				
ГОСТ				
ОСТ				
СТО				
СТП				

Задание 3

Установите соответствие обозначение стандарта его категории

- | | |
|----|----|
| 1- | 6- |
| 2- | 7- |
| 3- | 8- |
| 4- | 9- |
| 5- | |

Задание 4

1. Назначение ОКП	
2. Какой орган ведет ОКП	

Лабораторная работа №8.
Экспертная оценка качества.
Метод ранговой корреляции (метод ранжирования)

Цели работы:

- изучить методы экспертной оценки качества;
- научиться применять метод ранговой корреляции.

План занятия:

1. Ознакомиться с методами определения показателей качества.
2. Используя методы ранговой корреляции выполнить задание.
3. Оформить отчет по работе.
4. Ответить на контрольные вопросы. Защитить работу у преподавателя.

Совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением, называют *качеством*.

Задание 1

Вариант _____

Заданы результаты экспертного опроса с пятью рангами. Определите наиболее важный и следующий по значимости критерии и оцените степень согласованности мнений экспертов.

Перенести данные согласно варианту в таблицу.

Эксперты						

Лабораторная работа №9.

Экспертная оценка качества. Метод парных сравнений.

Цели работы:

- изучить методы экспертной оценки качества;
- научиться применять метод парных сравнений.

План занятия:

1. Ознакомиться с методами определения показателей качества.
2. Используя методы ранговой корреляции, выполнить задание.
3. Оформить отчет по работе. Защитить работу у преподавателя.

Задание

Каждый из экспертов заполнил верхнюю часть своей таблицы парных сравнений. Заполните нижние части таблиц соответствующими элементами. Определите наилучший технологический вариант и степень согласованности мнений экспертов.

Вариант _____

ВОПРОСЫ К ДИКТАНТАМ: ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПРИМЕРЫ БЛАНКОВ ЗАДАНИЙ

Диктант состоит из основных терминов и определений разделов по метрологии, стандартизации и сертификации, основных величин и единиц системы СИ, округления результатов измерения.

Раздел Метрология. Воспроизведение единицы физической величины. Воспроизводимость результатов измерений. Действительное значение меры. Действительное значение физической величины. Диапазон измерений средства измерений. Единство измерений. Значение физической величины. Измерительная система. Измерительная установка. Измерительный прибор. Истинное значение физической величины. Калибровка средства измерений. Класс точности средства измерений. Международная метрологическая организация. Мера физической величины. Метод измерений. Метрологическая характеристика средства измерений. Метрология. Передача размера единицы. Погрешность результата измерений. Погрешность средства измерений. Показание средства измерений. Средство измерений. Сходимость результатов измерений. Точность результата измерений. Чувствительность средства измерений. Цена деления шкалы прибора. Чувствительность. Абсолютная погрешность. Относительная погрешность. Приведенная погрешность. Инструментальная погрешность. Методическая погрешность. Субъективная погрешность. Динамическая погрешность. Систематическая погрешность. Случайная погрешность. Прямые измерения. Косвенные измерения. Формулы вычисления погрешностей.

Раздел Стандартизация. Стандарт. Эталон единицы физической величины. Эталон вторичный. Эталон государственный. Эталон-копия. Эталон международный. Метрологическая служба. Метрологический контроль и надзор. Международная Организация по Стандартизации. Международные стандарты. Стандартизация. Утверждение типа средств измерений. Поверка средств измерений. Унификация.

Раздел Сертификация. Аккредитация. Аккредитация органа по сертификации. Аттестация организации. Взаимозаменяемость. Гарантия качества. Декларант. Декларация о соответствии. Заявитель. Знак соответствия. Качество товара. Менеджмент. Орган по сертификации. Петля качества. Поверительное клеймо. Свидетельство о поверке. Сертификат. Сертификат качества. Сертификация. Система сертификации. Схема сертификации. Технические условия. Управление качеством продукции.

Основные величины и единицы СИ.

Производные величины и единицы СИ.

Приставки системы СИ.

Правила округления результатов измерений.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Система SI содержит основные, дополнительные и производные единицы физических величин.

Величина	Единица, символ ² : определение единицы
длина	Метр, м(m) Метр - это длина пути проходимого светом в вакууме за промежуток времени $1/299792458$ доли секунды.
масса	Килограмм, кг (kg): Килограмм - это единицы массы, равная массе международного прототипа килограмма.
время	Секунда, с(s): Секунда - это интервал времени, равный 9192631770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия - 133
Электрический ток	Ампер, А(A): Ампер - это сила постоянного тока, который при прохождении по двум прямолинейным параллельным проводникам бесконечной длины и пренебрежимо малого кругового сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 метр один от другого, вызывает силу равную 2×10^{-7} ньютонов, на каждом участке проводника длиной 1 метр.
Термодинамическая температура	Кельвин, К(K): Кельвин - это единица термодинамической температуры, равная $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды.
Количество вещества	Моль, моль (mol): 1. Моль это количество вещества системы, которая содержит столько же частиц, сколько атомов содержится в $0,012$ килограммах углерода - 12. 2. При использовании моля частиц должны быть указаны; это могут быть атомы молекулы, ионы, электроны и другие частицы или определенные группы таких частиц.
Сила света	Кандела, кд(cd): Кандела - это сила света в заданном направлении от источника, испускающего монохроматическое излучение частотой 540×10^{12} герц, энергетическая сила которого в этом направлении составляет $1/683$ ватт на стерадиан.

Основные величины и единицы

Основная величина	Обозначение	Основная единица	Обозначение	
			русское	международное
длина	l, h, r, x	метр	м	m
масса	m	килограмм	кг	kg
время	t	секунда	с	s
сила электрического тока	I, i	Ампер	А	A
термодинамическая температура	T	кельвин	К	K
количество вещества	n	моль	моль	mol
сила света	I_v	кандела	кд	cd

Производные величины и единицы

Производная величина	Название производной единицы	Обозначение единицы		Выражение через основные единицы СИ
		русское	международное	
плоский угол	радиан	рад	rad	$\text{м/м} = 1$
телесный угол	стерадиан	ср	sr	$\text{м}^2/\text{м}^2 = 1$
частота	герц	Гц	Hz	с^{-1}
сила	ньютон	Н	N	м кг с^{-2}
давление, напряжение	паскаль	Па	Pa	$\text{Н/м}^2 = \text{м}^{-1} \text{кг с}^{-2}$
энергия, работа, количество теплоты	джоуль	Дж	J	$\text{Н м} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-2}$
мощность, поток излучения	ватт	Вт	W	$\text{Дж/с} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-3}$
электрический заряд, количество электричества	кулон	Кл	C	с А
разность электрических потенциалов	вольт	В	V	$\text{Вт/А} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-3} \text{А}^{-1}$
емкость	фарад	Ф	F	$\text{Кл/В} = \text{м}^{-2} \text{кг}^{-1} \text{с}^4 \text{А}^2$
электрическое сопротивление	ом	Ом	Ω	$\text{В/А} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-3} \text{А}^{-2}$
электрическая проводимость	сименс	См	S	$\text{А/В} = \text{м}^{-2} \text{кг}^{-1} \text{с}^3 \text{А}^2$
магнитный поток	вебер	Вб	Wb	$\text{В с} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-2} \text{А}^{-1}$
магнитная индукция	тесла	Т	T	$\text{Вб/м}^2 = \text{кг с}^{-2} \text{А}^{-1}$
индуктивность	генри	Гн	H	$\text{Вб/А} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-2} \text{А}^{-2}$
температура Цельсия	градус Цельсия	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	К
световой поток	люмен	лм	lm	$\text{кд ср} = \text{кд}$
освещенность	люкс	лк	lx	$\text{лм/м}^2 = \text{м}^{-2} \text{кд}$
активность нуклида в радиоактивном источнике (активность радионуклида)	беккерель	Бк	Bq	с^{-1}
поглощенная доза ионизирующего излучения, специальная энергия (поглощенная), керма	грей	Гр	Gy	$\text{Дж/кг} = \text{м}^2 \text{с}^{-2}$
эквивалентная доза ионизирующего излучения, эффективная доза ионизирующего излучения	зиверт	Зв	Sv	$\text{Дж/кг} = \text{м}^2 \text{с}^{-2}$
активность катализатора	катал	кат	kat	$\text{с}^{-1} \text{ моль}$

Приставки СИ

Множитель	Наименование	Обозначение		Множитель	Наименование	Обозначение	
		русское	международное			русское	международное
10^1	дека	да	da	10^{-1}	деци	д	d
10^2	гекто	г	h	10^{-2}	сантим	с	c
10^3	кило	к	k	10^{-3}	милли	м	m
10^6	мега	М	M	10^{-6}	микро	мк	μ
10^9	гига	Г	G	10^{-9}	нано	н	n
10^{12}	тера	Т	T	10^{-12}	пико	п	p
10^{15}	пета	П	P	10^{-15}	фемто	ф	f
10^{18}	экса	Э	E	10^{-18}	атто	а	a
10^{21}	зетта	З	Z	10^{-21}	zepto	з	z
10^{24}	иотта	И	Y	10^{-24}	нокто	н	y

Приставка и наименование единицы пишутся слитно; обозначение приставки и единицы представляет собой единый символ, который может быть возведен в любую степень. Например, можно писать: километр, км; микровольт, мкВ; фемтосекунда, фс; $50 \text{ В/см} = 50 \text{ В} (10^{-2} \text{ м})^{-1} = 5000 \text{ В/м}$.

Килограмм, кг, по историческим причинам является исключением из общего правила: несмотря на то, что это основная единица, ее название уже содержит приставку, десятичные кратные и дольные единицы килограмма обозначаются присоединением приставки к наименованию единицы грамм: так следует писать миллиграмм, мг, а не микрокилограмм, мккг.

Некоторые внесистемные величины и единицы

Величина	Единица	Обозначение		Значение в единицах СИ
		русское	международное	
время	минута	мин	min	1 мин = 60 с
	час	ч	h	1 ч = 3600 с
	сутки	сут	d	1 сут = 86 400 с
объем	литр	л	L или l	1 л = 1 дм ³
масса	тонна	т	t	1 т = 1000 кг
энергия	электронвольт	эВ	eV	1 эВ $\approx 1,602 \times 10^{-19}$ Дж
давление	бар	бар	bar	1 бар = 100 кПа
	миллиметр ртутного столба	мм рт. ст.	mmHg	1 мм рт. ст. $\approx 133,3$ Па
длина	ангстрем	Å	Å	1 Å = 10^{-10} м
	морская миля		M	1 морская миля = 1852 м
сила	дина	дин	dyn	1 дин = 10^{-5} Н
энергия	эрг	э	erg	1 э = 10^{-7} Дж

ПОГРЕШНОСТИ

<p>Погрешность прибора – это степень расхождения показаний прибора и действительного значения измеряемой величины.</p>	
<p>Абсолютная погрешность – это разница между результатом измерения $X_{изм}$ и истинным (действительным) значением $X_{д}$ измеряемой величины:</p>	$\Delta = X_{изм} - X_{д}$
<p>Относительная погрешность – это отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины:</p>	$\sigma = \pm \frac{\Delta}{X_{д}} \cdot 100\%$
<p>Приведенная погрешность – это погрешность, в которой абсолютная погрешность средства измерения отнесена к его пределу измерения X_N:</p>	$\gamma = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100\%$
<p>Среднее арифметическое отдельных результатов измерений:</p>	$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$ <p>где n – число измерений, X_i – результат i-го измерения.</p>
<p>Среднее квадратическое отклонение погрешности (дисперсия):</p>	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (p_i)^2}$ <p>где $p_i = X_i - \bar{X}$ – отклонение результата отдельного наблюдения от среднего арифметического (остаточные погрешности).</p>
<p>Среднее квадратическое отклонение результатов измерений:</p>	$\bar{S}_X = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
<p>Доверительное значение погрешности результата измерения (доверительное отклонение):</p>	$\Delta X = t_S \cdot \bar{S}_X$ <p>где t_S – коэффициент распределения Стьюдента.</p>

ПРАВИЛА ОКРУГЛЕНИЯ

1. Результат любого точного измерения всегда выражается двумя числами: числовым значением измеряемой величины и параметром точности – результатом определения погрешности.

$$* R = 40,78 \pm 0,05 \text{ Ом}$$

2. В численных значениях результата и погрешности должно быть не более двух значащих цифр после запятой.

3. Наименьшие разряды (цифры после запятой) числовых значений результата и погрешности должны быть одинаковы.

$$* 19,82 \pm 0,43 \text{ или } 19,8 \pm 0,4$$

4. Лишние цифры в целых числах заменяются нулями, а в десятичных дробях – отбрасываются.

5. Если цифра старшего (который левее) из отбрасываемых разрядов меньше 5, то остающиеся цифры числа не изменяются.

* 253 435 – округлить при сохранении четырех значащих цифр:

$$2534 / \underline{35} \rightarrow 3 \text{ – старший разряд, } 3 < 5 \rightarrow 253400$$

* 235,435 – округлить, оставив после запятой одну цифру:

$$235,4 / \underline{35} \rightarrow 3 \text{ – старший, } 3 < 5 \rightarrow 235,4$$

6. Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов больше или равна 5, но за ней следуют отличные от нуля цифры, то последнюю оставляемую цифру увеличивают на 1.

* 18 598 – округлить при сохранении 3-х значащих цифр:

$$185 / \underline{98} \rightarrow 9 \text{ – старший, } 9 > 5, 8 \neq 0 \rightarrow 18\ 600$$

* 152,56 – округлить до целого:

$$152, / \underline{56} \rightarrow 5 \text{ – старший, } 5 = 5, 6 \neq 0 \rightarrow 153$$

8. Если отбрасываемая цифра равна 5, а следующие за ней цифры нули (или неизвестны), то последнюю сохраняемую цифру не изменяют, если она четная и увеличивают на 1, если она нечетная.

$$* 22,5 \text{ – округлить до целого: } 22, / 5 \rightarrow 22$$

$$* 23,5 \rightarrow 24$$