**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Белгородский Государственный Технологический Университет им. В.Г. Шухова»   
(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

**ИЭИТУС**

**Кафедра:** «Техническая кибернетика»

****

**Расчётно-графическое задание**

дисциплина: **«Метрология, стандартизация и сертификация»**

**Вариант 29**

***Выполнил:****студент группы ВТ-42*

*Иванкин К. С.*

***Принял:***

*доцент кафедры ТК*

*Коробкова Е.Н.*

Белгород 2021

Задача №1

Необходимо определить погрешность измерения температуры перегретого пара с показывающим милливольтметра класса точности  со шкалой () градуировки ХК и дополнительным блоком компенсации температуры холодных спаев термопары при нормальных условиях; милливольтметр показывает температуру пара 125 С.

**Решение**

По градуировочным характеритикам ХК термопары, с учетом того, что температура свободных концов компенсируется дополнительным блоком для, температуры  соответствует показание милливольтметра . Зная, что погрешность измерения милливольтметра составляет , определим абсолютную погрешность измерения температуры милливольтметром, она равна:

.

Результат измерения запишем в виде: .

Задача №2

Необходимо провести обработку результатов наблюдения температура с целью определения случайной погрешности и ряда измерения (метода измерения и математического ожидания):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nn/n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | 150 | 151 | 149 | 148 | 149,5 | 152 | 151,5 | 151,7 | 149,9 | 150,1 |

согласно распределения Стьюдента с вероятностью . Кроме того, необходимо рассчитать, считая эти измерения принадлежащими конкретному прибору для измерения температуры с целью определения (нормирования) погрешности этого прибора, как систематической, так и случайной Согласно ГОСТ 8.009-84 ().

**Решение**

При статистической обработке группы результатов прямых многократных независимых измерений выполняют следующие операции:

- исключают известные систематические погрешности из результатов измерений;

- вычисляют оценку измеряемой величины;

- вычисляют среднее квадратическое отклонение результатов измерений;

- проверяют наличие грубых погрешностей и при необходимости исключают их;

- проверяют гипотезу о принадлежности результатов измерений нормальному распределению;

- вычисляют доверительные границы случайной погрешности (доверительную случайную погрешность) оценки измеряемой величины;

- вычисляют доверительные границы (границы) неисключённой систематической погрешности оценки измеряемой величины;

- вычисляют доверительные границы погрешности оценки измеряемой величины.

1. Определим оценку измеряемой величины:

.

1. Определяем среднее квадратическое отклонение результатов измерений:

.

1. Проверяем выборку на наличие грубых погрешностей. Для этого определяем значения критерия Граббса для  и :

 и .

Проверим выполнение условия: , где  (Приложение А ГОСТ 9.736-2011) для  и уровня значимости . Т.к. данное условие не выполняется, то в выборке грубых погрешностей не выявлено.

1. Определяем среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (оценки измеряемой величины):

.

1. Т.к. число результатов измерений , то принадлежность их к нормальному распределению не проверяют.
2. Определяем доверительные границы  (без учета знака) случайной погрешности оценки измеряемой величины:

.

1. Определяем неисключенную систематическую погрешность оценки измеряемой величины как разность между показаниями прибора и значением образцовой температуры. Она равна:

.

1. Запишем результат измерения: ; ;  или ; ; ; .

Задача №3

Определите, с каким сопротивлением надо включать добавочный резистор для расширения верхнего предела измерения вольтметра постоянного тока до 2000В, если он имеет предел измерения *U =* 100В и собственное потребление мощности *P =* 1,5Вт.

**Решение**

1. Т.к. известны потребляемая вольтметром мощность *P* и предельное измеряемое напряжение *U*1, тогда можно рассчитать ток, проходящий через резистор:

****

2. По закону Ома рассчитаем сопротивление резистора, при котором пределом измерения напряжения является *U*1:



3. Рассчитаем полное сопротивление, необходимое для увеличения предела измерения вольтметра до 500В:



4. Найдя разность общего сопротивления *R* и начального сопротивления *R*1, получим сопротивление добавочного резистора:



Задача №4

Даны три ряда неравнорассеянных измерений температуры:

Ряд 1:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nn/n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| i | 10,1 | 10 | 9,9 | 9,8 | 10,2 | 11,3 | 10,9 | 9,1 | 10,1 | 10,5 |

Ряд 2:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nn/n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | 9,9 | 9,7 | 9,8 | 9,95 | 10 | 10,5 | 10,1 | 10,2 | 10,3 | 10,4 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nn/n | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|  | 9,95 | 9,95 | 10,05 | 10,2 | 10,8 | 8,95 | 10,2 | 10,05 |

Ряд 3:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Nn/n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|  | 10 | 9,9 | 10,1 | 10,05 | 9,95 | 10,7 | 10,8 | 10,5 | 9,5 | 9,95 | 10,1 | 10,5 | 9,95 | 10,11 | 10,8 |

необходимо найти результат измерения средневзвешенной величины путем расчета «веса» через СКО для каждой группы и через число измерений.

**Решение:**

Для каждой выборки определяем:

1. Для первой выборки из 10-ти измерений.
   1. Определим оценку измеряемой величины:

.

* 1. Определяем среднее квадратическое отклонение результатов измерений:

.

* 1. Проверяем выборку на наличие грубых погрешностей. Для этого определяем значения критерия Граббса для  и :

 и .

Проверим выполнение условия: , где  (Приложение А ГОСТ 9.736-2011) для  и уровня значимости . Т.к. данное условие не выполняется, то в выборке грубых погрешностей не выявлено.

* 1. Определяем среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (оценки измеряемой величины):

.

1. Для второй выборки из 18-ти измерений.
   1. Определим оценку измеряемой величины:

.

* 1. Определяем среднее квадратическое отклонение результатов измерений:

.

* 1. Проверяем выборку на наличие грубых погрешностей. Для этого определяем значения критерия Граббса для  и :

 и .

Проверим выполнение условия: , где  (Приложение А ГОСТ 9.736-2011) для  и уровня значимости . Т.к. данное условие выполняется, то в выборке выявлена грубая погрешность. Отбрасываем её и повторяем все вычисления ещё раз.

Определим оценку измеряемой величины:

.

Определяем среднее квадратическое отклонение результатов измерений:

.

Проверяем выборку на наличие грубых погрешностей. Для этого определяем значения критерия Граббса для  и :

 и .

Проверим выполнение условия: , где  (Приложение А ГОСТ 9.736-2011) для  и уровня значимости . Т.к. данное условие не выполняется, то в выборке грубых погрешностей не выявлено.

* 1. Определяем среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (оценки измеряемой величины):

.

1. Для третьей выборки из 14-ти измерений.
   1. Определим оценку измеряемой величины:

.

* 1. Определяем среднее квадратическое отклонение результатов измерений:

.

* 1. Проверяем выборку на наличие грубых погрешностей. Для этого определяем значения критерия Граббса для  и :

 и .

Проверим выполнение условия: , где  (Приложение А ГОСТ 9.736-2011) для  и уровня значимости . Т.к. данное условие не выполняется, то в выборке грубых погрешностей не выявлено.

* 1. Определяем среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (оценки измеряемой величины):

.

1. Рассчитаем весовые коэффициенты по формуле:

.

Для первой выборки из 10-ти результатов:

.

Для второй выборки из 17-ти результатов:

.

Для третьей выборки из 14-ти результатов:

.

1. Определяем среднее взвешенное:



1. Дисперсия средневзвешенного равна:

.

**5. В результате большого числа измерений концентрации *KCl* в водном растворе был определён доверительный интервал  с доверительной вероятностью** **. Определите СКО измерения концентрации в предложении нормального закона распределения погрешностей. Определите также доверительный интервал при доверительной вероятности** .

Определим величину абсолютной погрешности измерения концентрации *KOH*:

.

Зная, что доверительный интервал абсолютной погрешности определяется по формуле:

,

где  - коэффициент Стьюдента, значение которого выбирается в соответствии с доверительной вероятностью и количеством проведенных измерений, для  и  ;  - СКО измерения концентрации.

Отсюда, СКО определим как:

.

Определим доверительный интервал для , зная, что :

.

Результат измерения в этом случае равен:

 при .