Результаты измерений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 33,58 | 33,71 | 33,58 | 33,49 | 33,43 | 33,53 | 33,74 | 33,65 | 33,54 | 33,52 |
| 33,64 | 33,41 | 33,76 | 33,65 | 33,75 | 33,48 | 33,62 | 33,53 | 33,52 | 33,5 |
| 33,64 | 33,58 | 33,49 | 33,57 | 33,68 | 33,41 | 33,54 | 33,59 | 33,69 | 33,64 |
| 33,53 | 33,71 | 33,76 | 33,53 | 33,58 | 33,75 | 33,75 | 33,54 | 33,46 | 33,54 |
| 33,64 | 33,45 | 33,55 | 33,53 | 33,71 | 33,66 | 33,67 | 33,76 | 33,47 | 33,61 |
| 33,46 | 33,61 | 33,48 | 33,52 | 33,6 | 33,61 | 33,75 | 33,54 | 33,67 | 33,4 |
| 33,54 | 33,79 | 33,6 | 33,55 | 33,5 | 33,6 | 33,71 | 33,53 | 33,42 | 33,69 |
| 33,7 | 33,56 | 33,63 | 33,54 | 33,55 | 33,59 | 33,58 | 33,65 | 33,5 | 33,7 |
| 33,66 | 33,59 | 33,6 | 33,48 | 33,63 | 33,62 | 33,61 | 33,7 | 33,76 | 33,41 |
| 33,62 | 33,46 | 33,53 | 33,39 | 33,63 | 33,44 | 33,82 | 33,59 | 33,56 | 33,54 |

Определить вид ЗРВ по критерию Пирсона;

Записать результат с доверительной вероятностью P= 0.94

Решение

1. значение среднего арифметического  и СКО  определяются по формулам:

,  (1)

,  (2)

где Qi – результат i-того наблюдения (измерения); n – число параллельных наблюдений (измерений).

Существует несколько способов проверки гипотезы о наличии грубых промахов в результате измерений. Воспользуемся критерием «трех сигм». Для проведения данной проверки сначала вычисляют значения  и . Далее определяют допустимые значения  и  измеряемой величины, которые с доверительной вероятностью Р = 0,9973 еще не являются грубыми промахами:

  (3)

  (4)

 и , т.о. выборка не содержит грубых погрешностей и промахов.

Оценка среднего квадратического отклонения  среднего арифметического значения :

. (5)

Предположим, что вероятность результата измерений подчиняется нормальному закону. Проверим правдивость этой гипотезы с помощью критерия Пирсона . При использовании этого критерия за меру расхождения экспериментальных данных с теоретическим законом распределения вероятности результата измерений принимается сумма квадратов отклонений частостей  от теоретической вероятности  попадания отдельного результата измерений в j-ый интервал, причем, каждое слагаемое берется с весовым коэффициентом :

,  (6)

где  критерий Пирсона;

 – частость или экспериментальное значение вероятности попадания результата измерений в j-ый интервал:

;  (7)

 – теоретическая вероятность попадания результата измерений в i-й интервал (рассчитывается или определяется по таблице с принятой гипотезой о виде закона распределения вероятности результата измерений).

Определяем величину размаха R (поле рассеяния):

.

Разобьем размах на  = 9 интервалов.

Определяем ширину интервала h:



Проверка нормальности закона распределения вероятности результата измерений согласно критерию  сводится к следующему:

1 Данные наблюдений группируют по интервалам, как при построении гистограммы, и подсчитывают частоты . Если в некоторые интервалы попадает менее пяти наблюдений, то такие интервалы объединяются с соседними. В нашем случае объединяем данные интервалов №1 и №2 = 6 значений и интервалов №8 и №9 = 11 значений. При этом соответственно уменьшается число степеней свободы:

,

где k – число интервалов гистограммы после объединения.

2 Для каждого интервала найдем вероятности попадания в них результатов наблюдений по таблице нормированного нормального распределения вероятности:

, (8)

где:  и  – значения интегральной функции нормированного нормального распределения (выбирается по таблице интегральной функции нормированного нормального распределения) в начале и конце i-го интервала соответственно;  и  – значения аргумента интегральной функции распределения вероятности, соответствующие границам i-го интервала:

; ,  (9)

где ,  – начало и конец i-го интервала.

3. Для каждого интервала вычисляют значение  критерия Пирсона:

  (10)

и суммируют эти значения для всех k интервалов, т.е.:

.

Данные расчетов приведены в таблице 2. Исходя из числа степеней свободы и уровня значимости , (Р – вероятность, с которой принимается или отвергается выдвинутая гипотеза. Допустимое (критическое) значение  для доверительной вероятности Р=0,94 и числа степеней свободы k=4.

Таблица 2

Расчет критерия  Пирсона

| i | Интервалы | |  | |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |
| 1 | -∞ | 33,39 | 1 | 7 | -∞ | -2 | 0 | 0,022 | 0,0646 | 0,291 | 0,0451 |
| 2 | 33,39 | 33,437 | 6 | -2 | -1,52 | 0,02275 | 0,064 |
| 3 | 33,437 | 33,485 | 9 | 9 | -1,5 | -1,04 | 0,0646 | 0,149 | 0,0931 | 0,09 | 0,0096 |
| 4 | 33,485 | 33,533 | 15 | 15 | -1,04 | -0,56 | 0,149 | 0,2877 | 0,1769 | 7,236 | 0,40905 |
| 5 | 33,533 | 33,581 | 19 | 19 | -0,56 | -0,08 | 0,2879 | 0,4681 | 0,2118 | 4,486 | 0,2124 |
| 6 | 33,581 | 33,628 | 15 | 15 | -0,08 | 0,38 | 0,4681 | 0,648 | 0,1967 | 21,806 | 1,108 |
| 7 | 33,628 | 33,676 | 14 | 14 | 0,38 | 0,86 | 0,648 | 0,8051 | 0,1355 | 0,202 | 0,0149 |
| 8 | 33,676 | 33,724 | 10 | 10 | 0,86 | 1,34 | 0,8051 | 0,9099 | 0,1003 | 0,0009 | 8,97E-05 |
| 9 | 33,724 | 33,772 | 9 | 11 | 1,34 | 1,82 | 0,9099 | 0,9656 | 0.0901 | 3,960 | 0,439 |
| 10 | 33,772 | 33,82 | 1 | 1,82 | 2,30 | 0,9656 | 0,9893 |
|  | 33,82 | +∞ | 1 | 2,3 | +∞ | 0,9893 | 1 |

.

, таким образом, с вероятностью 0,94 гипотеза о нормальности закона распределения вероятности результата измерений напряжения принимается.

Исходя из того, что закон распределения вероятности результата измерения с вероятностью 0,94 соответствует нормальному, считаем, что, и закон распределения вероятности среднего арифметического тоже соответствует нормальному. Поэтому выбираем параметр t по таблице нормированного нормального распределения вероятности. Для доверительной вероятности Р=0,94 параметр . Тогда результат измерения запишется следующим образом:



или

, при Р=0,94.

Если же есть основания полагать, что среднее арифметическое U ˆ имеет неизвестное, отличное от нормального распределение вероятности, то относительную ширину доверительного интервала рассчитаем по формуле:

, t=4,092.

Окончательно результат измерения примет вид:



или

, при Р=0,94.

Строим гистограмму.



Рисунок - Гистограмма