Вариант 8.

Задача 1. При измерении активного сопротивления резистора были произведены десять равноточных измерений, результаты которых приведены в таблице. Оцените абсолютную и относительную погрешности и запишите результат измерения для доверительных вероятностей 0,95 и 0,99.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Результат измерений, Ом | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 953,6 | 953,7 | 953,9 | 953,5 | 953,7 | 953,7 | 953,5 | 953,8 | 954,0 | 953,9 |

Решение.

Находим среднее арифметическое значение по формуле:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| 1 | 953,6 |  |  |
| 2 | 953,7 |  |  |
| 3 | 953,9 |  |  |
| 4 | 953,5 |  |  |
| 5 | 953,7 |  |  |
| 6 | 953,7 |  |  |
| 7 | 953,5 |  |  |
| 8 | 953,8 |  |  |
| 9 | 954,0 | 0,27 |  |
| 10 | 953,9 |  |  |
|  | 9537,3 |  | 0,261 |

Вычисляем среднее квадратическое отклонение единичных результатов:

Предполагая, что погрешность распределена по нормальному закону, исключаем «промахи», т.е. измерения с грубыми погрешностями, для которых .

В этой задаче измерений, погрешность которых превышает (0,511) нет.

Вычисляем среднее квадратическое отклонение среднего арифметического (СКО результата измерений):

Определяем доверительные границы случайной погрешности при заданной доверительной вероятности:

а) ;

б) .

где - коэффициент Стьюдента, зависящий от доверительной вероятности и числа измерений . Выбираем коэффициент из таблицы.

а) для

б) для

Окончательный результат записываем в форме:

а) 953,7±0,1 Ом, ;

б) 953,7±0,2 Ом, .

Задача 2. Оценить погрешность прямого однократного измерения напряжения на сопротивлении , выполненного вольтметром класса точности с верхним пределом измерения и имеющим сопротивление . Известно, что дополнительные погрешности измерения из-за влияния магнитного поля и температуры не превышают соответственно и допускаемой предельной погрешности.

Решение.

Предел допускаемой относительной погрешности вольтметра на отметке составляет:

(%)

При подсоединении вольтметра исходное напряжение изменится из-за наличия внутреннего сопротивления вольтметра и составит

Тогда относительная методическая погрешность, обусловленная конечным значением , будет равна

Данная методическая погрешность является систематической составляющей погрешности измерения и должна быть внесена в результат в виде поправки или в абсолютной форме

Тогда результат измерения с учетом поправки

Поскольку основная и дополнительная погрешности заданы своими граничными значениями, они могут рассматриваться как не исключенные систематические погрешности (НСП).

При оценке границ НСП в соответствии с ГОСТ 8.207-76 их рассматривают как случайные величины, распределенные по равномерному закону. Тогда границы НСП результата измерения можно вычислить по формуле:

где - граница - той составляющей НСП,

– коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью .

Поскольку число суммируемых погрешностей меньше четырех, то коэффициент определяем по графику зависимости

(с. 4 ГОСТ 8.207-76 ).

А в абсолютной форме

Ввиду того, что (, окончательный результат записывается в виде

Задача 3. При проверке после ремонта вольтметра класса точности 1,5 с конечным значением шкалы 5 В, в точках шкалы 1, 2, 3, 4, 5 В получены показания образцового прибора, представленные в таблице. Определить, соответствует ли проверяемый вольтметр своему классу точности.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показания образцового прибора, В | | | | |
|  |  |  |  |  |
| 1,02 | 2,01 | 2,94 | 3,97 | 5,07 |

Решение.

Предельная допускаемая абсолютная погрешность прибора равна

В каждой точке шкалы погрешность прибора не превышает предельно допустимую:

.

Следовательно, после ремонта прибор соответствует своему классу точности.

Задача 4. Определить величину электрического тока в общей цепи, а также значение абсолютной и относительной погрешности его определения, если токи, измеренные в ветвях цепи, равны , , .

Классы точности амперметров, включенных в эти ветви, соответствуют , , , а их предельные значения шкал

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| , Ампер | | |  | | | , Ампер | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,18 | 0,07 | 0,47 | 0,05/0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,5 |

Решение.

Величина тока в общей цепи

Погрешность измерения тока

Погрешность измерения тока

Погрешность измерения тока

Предельная погрешность косвенного определения величины тока в общей цепи не превышает суммы абсолютных погрешностей измерений токов в отдельных ветвях цепи:

Относительная погрешность измерения:

Таким образом,

Задача 5. Производится эксперимент по определению параметров транзисторов и . Для этого измеряются микроамперметрами ток коллектора и ток эмиттера , а затем определяются параметры и по формулам , . Представьте результаты определения указанных параметров вместе с погрешностями их определения. Пределы измерения используемых микроамперметров, их классы точности () и полученные показания приведены в таблице.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Предел измерения | | Класс точности | | Показания приборов | |
| , мкА | , мкА |  |  | , мкА | , мкА |
| 250 | 250 | 0,2 | 0,05/0,02 | 220 | 210 |

Решение.

Коэффициент передачи тока

Погрешность косвенного определения в этом случае находится как сумма относительных погрешностей измерений токов:

*(%)*

(%)

Абсолютная погрешность

Таким образом,

Коэффициент усиления связан с функциональной зависимостью

Погрешность определения β

∆β

Таким образом, погрешность определения β в этом случае велика.

Задача 6. В информационно – измерительной системе для градуировки канала измерения нагрузки механического пресса, включающего тензометрический датчик и плату тензостанции на основе 16 –разрядного аналого – цифрового преобразователя, устанавливались усилия , контролируемые эталонным динамометром и фиксировались числовые значения на выходе аналого – цифрового преобразователя. Диапазон градуировки 0…50 кН. Данные измерений сведены в таблицу. Найти линейную функцию преобразования и построить градуировочную характеристику канала. Определить наибольшую относительную погрешность и приведенную погрешность канала измерения.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 330 | 1014 | 1694 | 2369 | 3034 | 3718 |

Решение.

Линейная функция преобразования , представляющая собой зависимость между входной величиной и выходной величиной (значением на выходе аналого-цифрового преобразователя) находится методом наименьших квадратов. Для этой цели составим таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | ∆ |  |
| 1 | 0 | 330 | 0 | 0 | -0,080 | 0,080 | \_ |
| 2 | 10 | 1014 | 100 | 10140 | 10,032 | 0,032 | 0,32 |
| 3 | 20 | 1694 | 400 | 33880 | 20,085 | 0,085 | 0,43 |
| 4 | 30 | 2369 | 900 | 71070 | 30,065 | 0,065 | 0,22 |
| 5 | 40 | 3034 | 1600 | 121360 | 39,896 | 0,104 | 0,26 |
| 6 | 50 | 3718 | 2500 | 185900 | 50,008 | 0,008 | 0,016 |
|  | 150 | 12159 | 5500 | 422350 |  |  |  |

Значения коэффициентов линейной зависимости находятся по формулам:

Функция преобразования измерительного канала имеет вид . Полученная зависимость может быть преобразована для вычисления неизвестной входной величины .

Как видно из таблицы, наибольшая относительная погрешность . Наибольшая абсолютная погрешность преобразования наблюдается в точке . Таким образом, приведенная погрешность равна