**11. Контрольные работы**

**Контрольная работа №1**

**Погрешности измерений**

**Задача № 1**

При измерении напряжения между двумя точками электрической схемы было произведено 10 равноточных измерений цифровым вольтметром класса точности 0,05/0,02 на пределе 10 В. Показания прибора приведены в табл. 4. Запишите результат эксперимента в виде доверительного интервала для двух значений доверительной вероятности   
 = 0,95 и  = 0,99. Оцените неисключенную систематическую погрешность результата эксперимента.

Таблица 4

**Данные к задаче**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | Показания прибора, В | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 | 8,28 | 8,27 | 8,29 | 8,29 | 8,26 | 8,28 | 8,25 | 8,28 | 8,29 | 8,27 |
| 1 | 9,00 | 9,01 | 9,01 | 9,02 | 9,03 | 9,02 | 9,00 | 9,01 | 9,02 | 9,03 |
| 2 | 6,35 | 6,36 | 6,37 | 6,38 | 6,35 | 6,38 | 6,36 | 6,37 | 6,34 | 6,35 |
| 3 | 7,21 | 7,22 | 7,20 | 7,23 | 7,21 | 7,20 | 7,23 | 7,21 | 7,22 | 7,20 |
| 4 | 6,29 | 6,28 | 6,27 | 6,26 | 6,28 | 6,27 | 6,28 | 6,26 | 6,29 | 6,28 |
| 5 | 8,23 | 8,24 | 8,22 | 8,23 | 8,24 | 8,25 | 8,23 | 8,24 | 8,25 | 8,24 |
| 6 | 9,02 | 8,99 | 9,03 | 9,04 | 9,01 | 9,02 | 9,03 | 9,01 | 9,04 | 9,01 |
| 7 | 9,53 | 9,54 | 9,52 | 9,53 | 9,52 | 9,54 | 9,53 | 9,55 | 9,54 | 9,53 |
| 8 | 7,41 | 7,40 | 7,42 | 7,43 | 7,40 | 7,41 | 7,42 | 7,42 | 7,40 | 7,41 |
| 9 | 5,83 | 5,84 | 5,81 | 5,83 | 5,83 | 5,84 | 5,81 | 5,92 | 5,84 | 5,83 |

*Примечание.* Коэффициенты Стьюдента *t*(*n*) для  = 0,95 и  = 0,99, при   
*n =* 10, равны 2,26 и 3,25 соответственно.

**Задача № 2**

Определите величину электрического тока  в общей цепи   
(рис. 8), а также значения абсолютной и относительной погрешностей его определения, если токи, измеренные в ветвях цепи, равны , , , классы точности амперметров, включенных в эти ветви, соответствуют , , , а их предельные значения шкал – *I*max1, *I*max2, *I*max3 (табл. 5).



*Рис. 8.* Общая цепь

Таблица 5

**Данные к задаче № 2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | *I*, А | | | Класс точности | | | *I*max, А | | |
|  |  |  |  |  |  | *I*max1 | *I*max2 | *I*max3 |
| 1 | 0,6 | 1,5 | 2,5 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |
| 2 | 0,4 | 1,0 | 2,1 | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 0,5 | 1,5 | 2,5 |
| 3 | 0,1 | 0,4 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 0,1 | 1,5 | 2,0 |
| 4 | 1,3 | 4,5 | 4,7 | 2,5 | 0,5 | 1,5 | 1,5 | 5,0 | 5,0 |
| 5 | 0,15 | 0,45 | 0,48 | 1,0 | 1,5 | 0,5 | 0,2 | 0,5 | 0,5 |
| 6 | 8,0 | 4,5 | 2,7 | 4,0 | 2,5 | 1,5 | 10,0 | 5,0 | 3,0 |
| 7 | 0,08 | 0,17 | 0,12 | 0,02/0,01 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,15 |
| 8 | 0,18 | 0,09 | 0,47 | 0,05/0,02 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,5 |
| 9 | 25,0 | 8,0 | 4,5 | 1,5 | 1,5 | 1,0 | 30,0 | 10,0 | 5,0 |
| 10 | 0,48 | 0,19 | 0,09 | 0,1/0,05 | 0,1 | 0,05 | 0,5 | 0,2 | 0,1 |

**Задача № 3**

Производится эксперимент по определению параметров транзисторов  и . Для этого измеряются микроамперметрами ток коллектора  и ток эмиттера , а затем определяются параметры  и  согласно выражений , .

Представьте результаты определения указанных параметров вместе с погрешностями их определения. Предел измерения используемых микроамперметров, их классы точности и полученные показания приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Данные к задаче 3**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | Предел измерения  микроамперметров,  измеряющих значения | | Класс точности  микроамперметров,  измеряющих значения | | Показания  приборов,  мкА | |
| мкА | мкА |  |  |  |  |
| 0 | 300 | 250 | 0,1/0,05 | 0,02/0,01 | 250 | 245 |
| 1 | 250 | 200 | 0,5 | 0,5 | 200 | 190 |
| 2 | 500 | 500 | 0,2/0,1 | 0,5 | 400 | 385 |
| 3 | 250 | 200 | 0,1/0,05 | 0,02/0,01 | 200 | 190 |
| 4 | 150 | 150 | 0,5 | 0,2 | 140 | 135 |
| 5 | 300 | 250 | 1,0 | 0,5 | 240 | 235 |
| 6 | 250 | 250 | 0,05/0,02 | 0,02/0,01 | 220 | 210 |
| 7 | 150 | 150 | 0,5 | 0,1/0,05 | 145 | 140 |
| 8 | 300 | 250 | 0,1/0,05 | 0,2 | 240 | 245 |
| 9 | 250 | 250 | 0,2 | 0,05/0,02 | 220 | 210 |

**Задача № 4**

Определите значение и предельную абсолютную погрешность сопротивления резистора, намотанного из медного провода диаметром *D* и длиной *L*, если предельная абсолютная погрешность диаметра провода и его длины соответственно равны  и  (табл. 7). Значение сопротивления рассчитывается по формуле

,

где = 3,14+0,0016, а .

Таблица 7

**Данные к задаче № 4**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | *D*, мм | , мм | *L*, м | , мм |
| 0 | 0,5 | 0,01 | 10 | 1 |
| 1 | 0,2 | 0,01 | 20 | 2 |
| 2 | 0,25 | 0,015 | 30 | 5 |
| 3 | 0,3 | 0,02 | 25 | 3 |

Окончание табл. 7

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | 0,4 | 0,015 | 35 | 4 |
| 5 | 0,1 | 0,01 | 5 | 1 |
| 6 | 0,5 | 0,02 | 15 | 2 |
| 7 | 0,2 | 0,015 | 10 | 3 |
| 8 | 0,05 | 0,02 | 20 | 4 |
| 9 | 0,5 | 0,05 | 30 | 5 |

**Контрольная работа № 2**

**Поверка и функционирование   
средств измерений**

**Задача № 1**

При поверке 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 табл. 8.

Определите, соответствует ли поверяемый вольтметр своему классу точности.

Таблица 8

**Данные к задаче № 1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | Показания образцового прибора, В | | | | |
| *U* | *U* | *U* | *U* | *U* |
| 0 | 1,05 | 1,98 | 3,02 | 4,04 | 5,03 |
| 1 | 0,97 | 2,04 | 2,95 | 3,98 | 5,01 |
| 2 | 1,08 | 1,95 | 3,01 | 3,96 | 4,93 |
| 3 | 0,95 | 2,07 | 3,04 | 4,07 | 4,95 |
| 4 | 0,98 | 2,07 | 2,96 | 4,05 | 5,05 |
| 5 | 0,96 | 1,93 | 3,05 | 4,08 | 4,97 |
| 6 | 1,04 | 2,03 | 3,08 | 4,02 | 4,98 |
| 7 | 1,02 | 2,01 | 2,94 | 3,97 | 5,07 |
| 8 | 0,91 | 1,92 | 2,99 | 3,98 | 5,08 |
| 9 | 1,04 | 1,99 | 3,08 | 4,06 | 4,94 |

**Задача № 2**

Изобразите осциллограмму, которая будет на экране осциллографа, если на пластины *Y*подать синусоидальное напряжение с частотой *F*и амплитудой *Um* (табл. 9). Время нарастания пилообразного напряжения развертки, поступающего на пластины *X*, равно *t*1, время его спада – *t*2. Во время обратного хода луча электронно-лучевая трубка осциллографа не запирается.

Определите также величину максимального отклонения луча по оси *Y*для заданного *Um*,если при подаче на вход осциллографа сигнала синусоидальной формы со среднеквадратическим значением 5 В было получено отклонение *h*.

Таблица 9

**Данные к задаче № 2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| *F*, Гц | 500 | 1000 | 500 | 500 | 500 | 500 | 1000 | 1000 | 2000 | 2000 |
| *Um*, В | 5 | 5 | 3 | 6 | 4 | 8 | 7 | 11 | 1,5 | 8 |
| *t*1, мс | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| *t*2, мс | 1 | 0,5 | 2 | 1 | 2 | 0,5 | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 |
| *h*, мм | 25 | 40 | 20 | 20 | 30 | 20 | 30 | 10 | 40 | 10 |

**Задача № 3**

Изобразите функциональную схему цифрового вольтметра поразрядного уравновешивания и временню диаграмму уравновешивания измеряемого напряжения *Ux*компенсирующим напряжением, полагая, что шаг квантования компенсирующего напряжения равен 1 В, предел измерения – 999 В, а весовые коэффициенты соответствуют двоично-десятичному коду с весами разрядов 8421.

Запишите результат измерения в двоично-десятичном коде. Принимая класс точности вольтметра равным 0,2/0,1, оцените абсолютную и относительную погрешности измерения *Ux*. Значения *Ux*даны   
в табл. 10.

Таблица 10

**Данные к задаче № 9**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| *Ux*, В | 134 | 52 | 926 | 139 | 67 | 12 | 645 | 360 | 872 | 47 |

**Задача № 4**

Изобразите функциональную схему и поясните временнми диаграммами принцип действия цифрового частотомера-периодомера. Исходя из предполагаемого значения частоты *fx*и допустимой относительной погрешности измерения δ,указанных в табл. 11, выберите режим измерения (частота или период) и определите требуемое время измерения *T*0 или частоту квантования *f*0.

Таблица 11

**Данные к задаче № 4**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  варианта | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| *fx*, Гц | 104 | 105 | 106 | 103 | 102 | 10 | 20 | 50 | 5 | 0,5 |
| δ, % | 0,1 | 0,01 | 0,001 | 0,1 | 0,2 | 0,01 | 0,02 | 0,1 | 0,01 | 0,2 |