

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 10.06.2024 09:24:39  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3aa1e62674b54f4998099d3d6bfdf836

## Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

### Метрология

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Код, направление подготовки | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника |
| Направленность (профиль)    | Электроэнергетические системы и сети        |
| Форма обучения              | Очная                                       |
| Кафедра-разработчик         | Радиоэлектроники и электроэнергетики        |
| Выпускающая кафедра         | Радиоэлектроники и электроэнергетики        |

### Типовые задания для контрольной работы:

1. В результате наблюдений установлено, что при движении по окружности сила  $P$ , прижимающая тело к опоре, в какой-то степени зависит от его скорости  $v$ , массы  $m$  и радиуса окружности  $r$ :  $F = m^\alpha v^\beta r^\gamma$ . Каков вид этой зависимости?
2. Образовать производную единицу силы.
3. Образовать производную единицу давления.
4. Образовать производную единицу работы.
5. Образовать производную единицу мощности.
6. Образовать производную единицу сопротивления.
7. Замерено напряжение в 230 В двумя вольтметрами класса точности 0,1 и 0,05 с пределами измерений 230 и 320 В соответственно. Какой прибор показывает более точное значение напряжения?
8. Образовать производную единицу проводимости.
9. Образовать производную единицу давления.
10. Указатель отсчетного устройства вольтметра, класса точности 0,5 показывает 124 В. Чему равно измеряемое напряжение и относительная погрешность, если номинальное напряжение 200 В.
11. Указатель отсчетного устройства амперметра, класса точности 1,5 показывает 4 А. Чему равно измеряемая сила тока и относительная погрешность, если нормирующее значение 50 А.
12. Цифровой частотомер класса точности 2,0 с номинальной частотой 50 Гц показывает 47 Гц. Чему равна измеряемая частота и относительная погрешность.
13. Указатель отсчетного устройства мегаомметра, класса точности 2,5 показывает 40 Мом, максимальное значение на шкале прибора 500 МОм. Чему равно измеряемое сопротивление и относительная погрешность.
14. Указатель отсчетного устройства ампервольтметра, класса точности 0,02/0,01 показывает 25 В. Чему равно измеряемая сила тока и относительная погрешность.

15. Тахометром, рассчитанным на измерение до 4000 об/мин класса точности 1, измерены обороты вала в 600 об/мин. Найти погрешности этой величины.
16. Замерено напряжение в 230 В двумя вольтметрами класса точности 0,1 и 0,05 с пределами измерений 230 и 320 В соответственно. Какой прибор показывает более точное значение напряжения?
17. Потенциометр постоянного тока класса точности 0,1 в диапазоне 0-100 мВ имеет основную погрешность  $\delta = \pm(0,1 + (0,1 + 1,5/A))$ , где А – это показание потенциометра, мВ.
18. Вольтметр класса точности 1,0 с пределом измерения 300 В, имеющий максимальное число делений 150, поверен на отметках 30, 60, 100, 120, и 150 делений, при этом абсолютная погрешность в этих точках составила 1,8; 0,7; 2,5; 1,2 и 0,8 В. Определить, соответствует ли прибор указанному классу точности, и относительные погрешности на каждой отметке.
19. Определить для вольтметра с пределом измерения 30 В класса точности 0,5 относительную погрешность для точек 5,10,15,20,25,30 В и наибольшую абсолютную погрешность прибора.
20. Вольтметр с пределом измерения 7,5 В и максимальным числом делений 150 имеет наибольшую абсолютную погрешность 36 мВ. Определить класс точности прибора и относительную погрешность в точках 40,80,90,100,120 делений.
21. Миллиамперметр с пределом измерения 300 мА и максимальным числом делений 150 был поверен в точках 20,40,60,80,100,120,140,150 делений. Образцовый прибор дал следующие показания (мА): 39,8; 80,1; 120,4; 159,7; 199,5; 240; 279,6; 300,3. Определить класс точности прибора.
22. Определить класс точности микроамперметра с двухсторонней шкалой и пределом измерения 100 мкА, если наибольшее значение абсолютной погрешности получено на отметке 40 мкА и равно 1,7 мкА. Определить относительную погрешность для этого значения.
23. Напряжение измеряется двумя последовательно включенными вольтметрами с пределами измерений 100 и 75 В и классами точности 1,0 и 1,5. Показания приборов следующие:  $U_1=78$  В,  $U_2=67$  В. Определить соответствует измерения заданной точности 1,5%.
24. Определить сопротивление резистора  $R_x$  для двух случаев: без учета внутреннего сопротивления вольтметра и с учетом его. Показания следующие:  $U=75$  В,  $I=2,5$  А. внутреннее сопротивление вольтметра 5 кОм.

**Типовые вопросы к экзамену/зачету/зачету с оценкой:  
2 семестр**

1. Понятие измерения.
2. Основные и дополнительные физические величины.
3. Единицы физических величин.
4. Понятие измерения как физического эксперимента.

5. Понятие измерительной шкалы. Неметрические шкалы.
6. Метрические измерительные шкалы. Классификация измерений.
7. Измерения прямые, косвенные, совместные и совокупные.
8. Методы измерений.
9. Методы сравнения с мерой по результату.
10. Приборы, основанные на нулевом методе измерения.
11. Измерение, как процесс преобразования сигналов измерительной информации.
12. Виды измерительных преобразований.
13. Структурные схемы средств измерений.
14. Классификация средств измерений.
15. Меры, их виды.  
Преобразователи: основные элементы, параметры и принцип действия.
16. Генераторы: основные элементы, параметры и принцип действия (низкой, высокой и сверхвысокой частоты).
17. Генераторы импульсов и шумовых сигналов: основные элементы, параметры и принцип действия.
18. Микропроцессоры: основные элементы, параметры и принцип действия.
19. Коды и системы счисления.
20. Индикаторы: основные элементы, параметры и принцип действия.
21. Электронные осциллографы: основные элементы, параметры и принцип действия.

### Типовые задания для контрольной работы (3 семестр):

#### Задание № 1.

Ответить на вопрос, согласно варианту.

| № варианта | Вопрос  |
|------------|---|
| 1.         | Структурные схемы средств измерений.  |
| 2.         | Меры, их виды.  |
| 3.         | Измерительные преобразователи, их виды.   |
| 4.         | Электроизмерительные приборы, их виды. Условные обозначения.  |
| 5.         | Преобразователи: основные параметры, устройство, принцип действия и область применения.                                     |
| 6.         | Генераторы: основные параметры, устройство, принцип действия и область применения (низкой, высокой и сверхвысокой частоты). |
| 7.         | Генераторы импульсов сигналов: основные параметры, устройство, принцип действия и область применения.                       |
| 8.         | Генераторы шумовых сигналов: основные параметры, устройство, принцип действия и область применения.                         |
| 9.         | Микропроцессоры: основные параметры, устройство, принцип действия и область применения.                                     |
| 10.        | Коды и системы счисления.   |
| 11.        | Индикаторы: основные параметры, устройство, принцип действия и область применения.  |

|     |  |
|-----|--|
| 12. | Электронные осциллографы: основные параметры, устройство, принцип действия и область применения. |
| 13. | Измерения частоты электрических сигналов.  |
| 14. | Измерение электрической мощности.  |
| 15. | Измерение шумовых параметров радиоэлектронных устройств.   |
| 16. | Измерение параметров элементов электрических цепей с сосредоточенными постоянными.               |
| 17. | Анализ спектров сигналов.  |
| 18. | Измерения уровней передачи, рабочего затухания и рабочего усиления.                              |
| 19. | Измерение фазового сдвига и параметров цифрового сигнала.  |
| 20. | Правовая, техническая и организационная подсистема обеспечения единства измерений.               |
| 21. | Виды Государственного метрологического контроля и надзора.                                       |
| 22. | Метрологическое обеспечение производства и испытаний продукции.                                  |
| 23. | Характеристики, предназначенные для определения результатов измерений.                           |
| 24. | Динамические характеристики средств измерений.   |
| 25. | Метрологические характеристики влияния средства измерения на измеряемую величину.                |
| 26. | Метрологические характеристики чувствительности средств измерений к влияющим величинам.          |
| 27. | Метрологические характеристики погрешностей средств измерений.                                   |
| 28. | Формы Государственного метрологического контроля и надзора.                                      |
| 29. | Испытания. Виды испытаний.   |
| 30. | Метрологическая надежность. Поверка и калибровка средств измерений.                              |

## Задание № 2.

Дан ряд измерений физической величины: четный вариант – электрической мощности; нечетный вариант – электрического напряжения. Обработать полученные значения и определить результат измерения и погрешность.

| № варианта / Число измерений | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 1.                           | 62,4 | 60,6 | 60,5 | 60,1 | 62,8 | 56,9 |
| 2.                           | 52,4 | 50,6 | 50,5 | 50,1 | 52,8 | 56,3 |
| 3.                           | 72,6 | 70,2 | 70,8 | 75,1 | 72,6 | 76,9 |
| 4.                           | 32,3 | 30,8 | 33,8 | 38,1 | 32,5 | 36,1 |
| 5.                           | 61,6 | 63,2 | 69,8 | 65,1 | 62,9 | 61,9 |
| 6.                           | 50,4 | 56,6 | 55,5 | 50,8 | 52,9 | 53,3 |
| 7.                           | 92,8 | 90,9 | 95,8 | 95,1 | 92,6 | 99,9 |
| 8.                           | 32,8 | 30,1 | 33,8 | 38,1 | 33,5 | 36,1 |
| 9.                           | 82,6 | 80,2 | 80,8 | 85,1 | 82,6 | 86,9 |
| 10.                          | 61,7 | 67,2 | 60,8 | 69,1 | 62,6 | 63,9 |

|     |      |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|
| 11. | 40,4 | 47,6 | 42,5 | 44,1 | 42,8 | 46,3 |
| 12. | 93,6 | 99,2 | 98,8 | 91,1 | 94,6 | 96,9 |
| 13. | 57,3 | 50,8 | 55,8 | 58,1 | 59,5 | 56,1 |
| 14. | 82,4 | 80,6 | 80,5 | 80,1 | 82,8 | 86,3 |
| 15. | 97,6 | 99,2 | 95,8 | 91,1 | 93,6 | 96,3 |
| 16. | 72,3 | 70,8 | 73,8 | 78,1 | 72,5 | 76,5 |
| 17. | 55,3 | 50,8 | 56,8 | 58,1 | 59,5 | 56,1 |
| 18. | 32,6 | 30,2 | 30,8 | 35,1 | 32,6 | 36,9 |
| 19. | 95,6 | 99,2 | 92,8 | 91,1 | 93,6 | 96,4 |
| 20. | 52,3 | 50,8 | 53,8 | 58,1 | 52,5 | 56,1 |
| 21. | 23,6 | 29,2 | 28,8 | 21,1 | 24,6 | 26,9 |
| 22. | 42,4 | 40,6 | 40,5 | 40,1 | 42,8 | 46,3 |
| 23. | 32,4 | 30,6 | 30,5 | 30,1 | 32,8 | 36,3 |
| 24. | 65,6 | 63,2 | 60,8 | 65,1 | 62,6 | 66,9 |
| 25. | 72,8 | 70,1 | 73,8 | 78,1 | 73,5 | 76,1 |
| 26. | 83,6 | 80,2 | 89,8 | 85,1 | 87,6 | 86,9 |
| 27. | 92,6 | 90,2 | 90,8 | 95,1 | 92,6 | 96,9 |
| 28. | 26,7 | 26,8 | 26,4 | 26,1 | 26,5 | 26,7 |
| 29. | 56,8 | 56,8 | 56,3 | 56,7 | 56,5 | 56,7 |
| 30. | 88,7 | 88,3 | 88,4 | 88,1 | 88,2 | 88,7 |

1. Для ряда значений из n значений  $X_i$  полученной величины найти среднее значение

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

2. Найти отклонения измеренных значений от среднего и их квадраты и заполнить таблицу 1.

$$\Delta x_i = x_i - \bar{x}$$

Таблица 1. Определение отклонений от средней величины

| №            | Значение величины | Отклонение величины | Квадраты отклонений |
|--------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1            |                   |                     |                     |
| 2            |                   |                     |                     |
| 3            |                   |                     |                     |
| 4            |                   |                     |                     |
| 5            |                   |                     |                     |
| 6            |                   |                     |                     |
| <b>ИТОГО</b> |                   |                     |                     |

3. Определить среднеквадратичную ошибку

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

4. Проверить наличие грубых ошибок. Отклонения величины не должны превышать по модулю  $3\sigma = 3 \cdot 1,916 = 5,75$ . По таблице 1 проверить, что ни одно отклонение по модулю не превышает значение 5,75, то есть грубых ошибок не обнаружено.

5. Определить среднеквадратичную ошибку среднего арифметического

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

6. Приняв доверительную вероятность 0,95 коэффициент Стьюдента 2,571 определить доверительный интервал

$$\Delta x = \sigma_x \cdot t_{0,95}$$

7. Результаты измерений представить в виде  $\bar{X} \pm \Delta X$

### Задание № 3.

Даны длина  $x$ , ширина  $y$ , высота  $h$  прямоугольного параллелепипеда и плотность материала  $\rho$ , из которого сделан параллелепипед. Определить его массу.

| № варианта<br>Измерения | Длина, мм | Ширина, мм | Высота, мм | Плотность,<br>кг/м <sup>3</sup> |
|-------------------------|-----------|------------|------------|---------------------------------|
| 1.                      | 802±6%    | 265±3%     | 184±4%     | 3100±5%                         |
| 2.                      | 902±6%    | 365±3%     | 204±4%     | 22600±5%                        |
| 3.                      | 702±6%    | 225±3%     | 164±4%     | 22400±5%                        |
| 4.                      | 602±6%    | 205±3%     | 144±4%     | 21500±5%                        |
| 5.                      | 702±6%    | 215±3%     | 154±4%     | 19300±5%                        |
| 6.                      | 502±6%    | 185±3%     | 114±4%     | 11300±5%                        |
| 7.                      | 802±6%    | 265±3%     | 194±4%     | 10500±5%                        |
| 8.                      | 902±6%    | 345±3%     | 214±4%     | 8900±5%                         |
| 9.                      | 802±6%    | 265±3%     | 174±4%     | 8500±5%                         |
| 10.                     | 702±6%    | 205±3%     | 164±4%     | 7800±5%                         |
| 11.                     | 602±6%    | 195±3%     | 144±4%     | 7300±5%                         |
| 12.                     | 902±6%    | 355±3%     | 224±4%     | 7100±5%                         |
| 13.                     | 702±6%    | 235±3%     | 154±4%     | 7000±5%                         |
| 14.                     | 602±6%    | 215±3%     | 144±4%     | 4000±5%                         |
| 15.                     | 502±6%    | 175±3%     | 124±4%     | 2700±5%                         |
| 16.                     | 702±6%    | 205±3%     | 164±4%     | 2500±5%                         |
| 17.                     | 802±6%    | 265±3%     | 184±4%     | 2300±5%                         |
| 18.                     | 902±6%    | 355±3%     | 184±4%     | 1800±5%                         |

|            |        |        |        |          |
|------------|--------|--------|--------|----------|
| <b>19.</b> | 602±6% | 185±3% | 124±4% | 1600±5%  |
| <b>20.</b> | 502±6% | 175±3% | 114±4% | 1200±5%  |
| <b>21.</b> | 702±6% | 235±3% | 154±4% | 1100±5%  |
| <b>22.</b> | 802±6% | 265±3% | 194±4% | 920±5%   |
| <b>23.</b> | 502±6% | 195±3% | 114±4% | 900±5%   |
| <b>24.</b> | 602±6% | 215±3% | 124±4% | 700±5%   |
| <b>25.</b> | 702±6% | 205±3% | 154±4% | 400±5%   |
| <b>26.</b> | 802±6% | 265±3% | 174±4% | 240±5%   |
| <b>27.</b> | 902±6% | 375±3% | 214±4% | 13600±5% |
| <b>28.</b> | 502±6% | 185±3% | 114±4% | 11300±5% |
| <b>29.</b> | 802±6% | 205±3% | 154±4% | 8500±5%  |
| <b>30.</b> | 792±6% | 245±3% | 184±4% | 7000±5%  |

1. Объем параллелепипеда

$$V = x \cdot y \cdot z$$

2. Масса параллелепипеда

$$m = \rho \cdot V$$

3. Для абсолютных величин максимальная погрешность объема

$$\Delta V = \pm(xy\Delta z + xz\Delta y + yz\Delta x)$$

4. Переведем погрешность плотности материала в абсолютную величину

$$\Delta = \rho \cdot \Delta \rho$$

5. Погрешность массы

$$\Delta m = \pm(V\Delta \rho + \rho\Delta V)$$

6. Записать результат расчета массы параллелепипеда с учетом абсолютной погрешности

$$m = m \pm \Delta m$$

#### Задание № 4.

В результате проверки вольтметра, поверяемый прибор показал значения  $X_1$  и  $X_2$ , а образцовый  $X_{обр1}$  и  $X_{обр2}$ . Определить систематическую погрешность поверяемого вольтметра (а - аддитивную и в - мультипликативную) и составить формулу для определения поправки.

| № варианта<br>Измерения | $X_1$ | $X_2$ | $X_{обр1}$ | $X_{обр2}$ |
|-------------------------|-------|-------|------------|------------|
|-------------------------|-------|-------|------------|------------|

|     |     |        |     |        |
|-----|-----|--------|-----|--------|
| 1.  | 140 | 133,85 | 193 | 203,71 |
| 2.  | 150 | 130,75 | 203 | 203,71 |
| 3.  | 146 | 135,55 | 193 | 203,71 |
| 4.  | 160 | 136,25 | 183 | 203,71 |
| 5.  | 170 | 134,65 | 183 | 203,71 |
| 6.  | 180 | 138,85 | 213 | 203,71 |
| 7.  | 190 | 139,75 | 213 | 203,71 |
| 8.  | 110 | 134,85 | 113 | 203,71 |
| 9.  | 120 | 135,95 | 153 | 203,71 |
| 10. | 130 | 136,45 | 143 | 203,71 |
| 11. | 140 | 133,65 | 153 | 203,71 |
| 12. | 150 | 134,85 | 173 | 203,71 |
| 13. | 160 | 137,85 | 183 | 203,71 |
| 14. | 170 | 138,95 | 213 | 203,71 |
| 15. | 180 | 139,75 | 213 | 203,71 |
| 16. | 190 | 135,95 | 213 | 203,71 |
| 17. | 110 | 134,65 | 123 | 203,71 |
| 18. | 120 | 136,35 | 143 | 203,71 |
| 19. | 130 | 134,75 | 173 | 203,71 |
| 20. | 140 | 132,95 | 163 | 203,71 |
| 21. | 150 | 133,15 | 183 | 203,71 |
| 22. | 160 | 138,55 | 183 | 203,71 |
| 23. | 170 | 139,65 | 213 | 203,71 |
| 24. | 180 | 136,35 | 213 | 203,71 |
| 25. | 190 | 135,85 | 213 | 203,71 |
| 26. | 110 | 134,75 | 143 | 203,71 |
| 27. | 120 | 133,85 | 183 | 203,71 |
| 28. | 170 | 133,85 | 173 | 203,71 |
| 29. | 160 | 130,75 | 263 | 203,71 |
| 30. | 176 | 135,55 | 143 | 203,71 |

1. Определить отклонения показаний поверяемого прибора от истинных

$$\Delta_1 = X_1 - X_{ист,1} :$$

$$\Delta_2 = X_2 - X_{ист,2}$$

2. Составим и решим систему уравнений

$$\begin{cases} a + X_1 b = \Delta_1 \\ a + X_2 b = \Delta_2 \end{cases}$$



3. Считая, что погрешность прибора определяется линейной функцией, то абсолютную погрешность записать по формуле

$$\Delta = a + bX, \text{ где } X = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

4. Поправка для прибора записать по формуле, учитывая, что знак поправки противоположен знаку погрешности.

$$\delta = a + bX$$

**Типовые вопросы к экзамену/зачету/зачету с оценкой:  
3 семестр**

1. Измерение напряжений и токов.
2. Измерения частоты электрических сигналов.
3. Измерение электрической мощности.
4. Измерение шумовых параметров радиоэлектронных устройств.
5. Измерение параметров элементов электрических цепей с сосредоточенными постоянными.
6. Анализ спектров сигналов.
7. Измерения уровней передачи, рабочего затухания и рабочего усиления.
8. Измерение фазового сдвига и параметров цифрового сигнала.
9. Аксиоматика метрологии. Погрешность. Неопределенность.
10. Классификация погрешностей.
11. Представление результатов, полученных с помощью средства измерения. Класс точности.
12. Формы представления результатов измерений. Правила округления погрешностей.  
Оценка погрешностей косвенных измерений.
13. Применение класса точности для оценки основной погрешности результатов измерения.
14. Обработка результатов прямых многократных измерений.
15. Обработка результатов косвенных многократных измерений.
16. Оценка неопределенности измерений.
17. Государственная система обеспечения единства измерений.