

## Электрорадиоизмерения

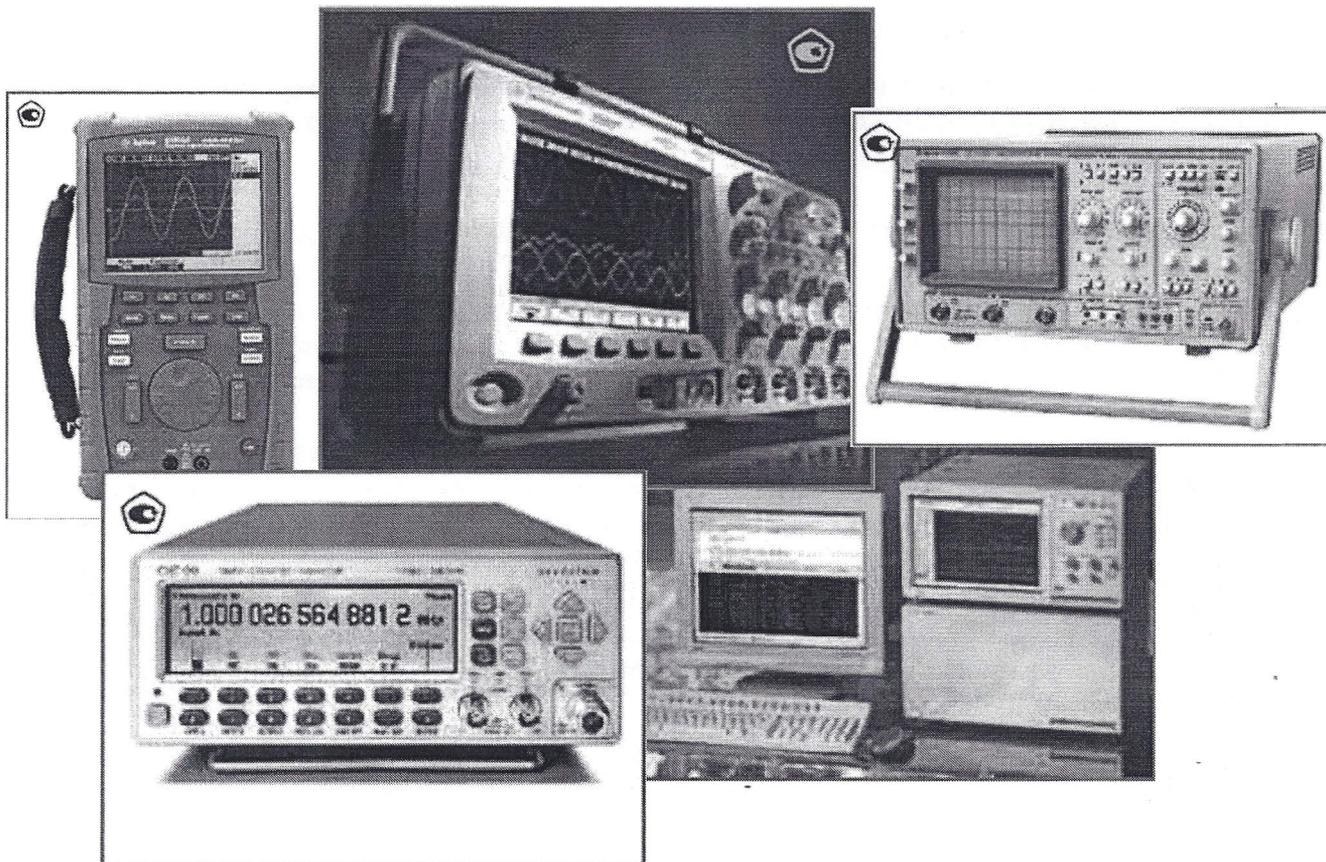
### Экзаменационные вопросы

- ✓ 1. Структура базовых понятий метрологии и измерительной техники. Понятие об измерениях. Понятие физической величины. Виды средств измерения. Виды и методы измерений. Обеспечение единства измерений.
- ✓ 2. Структура базовых понятий метрологии и измерительной техники. Точность измерений. Типы погрешностей. Погрешности результата измерения. Методическая и субъективная погрешности.
3. Структура базовых понятий метрологии и измерительной техники. Точность измерений. Типы погрешностей. Погрешности средств измерения. Основная и дополнительная погрешности. Погрешность взаимодействия.
- ✓ 4. Правило и формы представления результатов измерений. Правило округления.
- ✓ 5. Обработка результатов однократных прямых измерений.
- ✓ 6. Обработка результатов многократных прямых измерений.
- ✓ 7. Обработка результатов косвенных измерений.
8. Параметрическое представление периодических сигналов. Напряжения и токи. Мощность и энергия. Коэффициент мощности и  $\cos \varphi$ .
9. Функциональное представление периодических сигналов. Напряжения и токи. Мощность и энергия. Коэффициент мощности и  $\cos \varphi$ .

- ✓ 10. Аналоговые электроизмерительные приборы. Общие сведения. Классификация электромеханических измерительных приборов.
- ✓ 11. Аналоговые электроизмерительные приборы магнитоэлектрической системы. Конструкция и принцип действия. Амперметры и Вольтметры. Особенности приборов магнитоэлектрической системы.
- ✓ 12. Аналоговые электроизмерительные приборы выпрямительной системы. Конструкция и принцип действия. Вольтметры. Особенности приборов выпрямительной системы.
- ✓ 13. Аналоговые электроизмерительные приборы электромагнитной системы. Конструкция и принцип действия. Амперметры и Вольтметры. Особенности приборов электромагнитной системы.
- ✓ 14. Аналоговые электроизмерительные приборы электродинамической системы. Конструкция и принцип действия. Амперметры и Вольтметры. Особенности приборов электродинамической системы.
- ✓ 15. Аналоговые электроизмерительные приборы электростатической системы. Конструкция и принцип действия. Вольтметры. Особенности приборов электростатической системы.
- ✓ 16. Электронные вольтметры переменного напряжения. Выпрямители (детекторы) амплитудного значения с открытым и закрытым входами.
- ✓ 17. Электронные вольтметры переменного напряжения. Выпрямители (детекторы) среднего выпрямленного и среднеквадратического значений.
- ✓ 18. Влияние формы сигнала на показания измерительных приборов. Сигнал без постоянной составляющей. Сигнал – сумма переменной и постоянной составляющих.
- ✓ 19. Устройство электронно-лучевого осциллографа. Каналы вертикального и горизонтального отклонения.
- ✓ 20. Устройство электронно-лучевого осциллографа. Электронно-лучевая трубка.
- ✓ 21. Формирование изображений на экране электронно-лучевой трубки. Режим линейной развертки ( $Y - t$ ), автоколебательный и ждущий режимы развертки.
- 22. Формирование изображений на экране электронно-лучевой трубки. Режим  $Y - X$ .  
Метод эллипса. Метод фигур Лиссажу.
- ✓ 23. Метрология осциллографических измерений. Инструментальная погрешность.
- 24. Метрология осциллографических измерений. Погрешность взаимодействия.
- ✓ 25. Метрология осциллографических измерений. Субъективная погрешность.
- ✓ 26. Оценка погрешностей результатов осциллографических измерений. Режим линейной развертки ( $Y - t$ ).
- 27. Оценка погрешностей результатов осциллографических измерений. Режим  $Y - X$ .
- ✓ 28. Цифровые измерительные приборы. Характеристики аналого-цифровых преобразователей.
- ✓ 29. Методы аналого-цифрового преобразования.
- ✓ 30. Цифровые частотомеры. Режим измерения частоты. Погрешность результата измерения.

- ✓ 31. Цифровые частотомеры. Режим измерения периода. Погрешность результата измерения.
- ✓ 32. Цифровые частотомеры. Выбор режима работы.
- 33. Цифровые вольтметры. Структура и принцип действия цифрового вольтметра.
- 34. Цифровые мультиметры. Структура и принцип действия цифрового мультиметра.
- 35. Особенности выбора цифровых мультиметров и вольтметров на примере приборов типа Pocket-Size и типа Hand-Held.
- 36. Выбор диапазона измерения цифрового мультиметра.
- ✓ 37. Цифровая измерительная регистрация. Устройство цифрового измерительного регистратора.
- ✓ 38. Дискретизация, квантование и восстановление сигналов.
- ✓ 39. Задание интервала регистрации, запуск, предзапуск и послезапуск в цифровых регистраторах.
- ✓ 40. Цифровой анализ сигналов. Области анализа. Анализ во временной области.
- ✓ 41. Цифровой анализ сигналов. Области анализа. Анализ в частотной (спектральной) области.

2011 г.



## Электрорадиоизмерения

### Экзаменационные задачи

**1.** Оцените аддитивную и мультипликативную составляющие основной инструментальной погрешности, а также суммарную основную погрешность результата измерения силы тока, если класс точности цифрового амперметра задан следующим образом:

$$\Delta = \pm (1,5\% X + 0,5\% X_K), \text{ где}$$

X – результат измерения,  
X<sub>к</sub> – верхнее значение диапазона измерения

Условия проведения измерений следующие:

Диапазон измерения 0...10 А;  
Результат измерения 1,13 А

**2.** Цифровым мультиметром с диапазоном измерения 0...500 В получен результат измерения среднеквадратического напряжения 220 В. Класс точности прибора (предельное значение основной абсолютной погрешности  $\Delta$ ) на этом диапазоне задан следующим образом:

$$\Delta = \pm (1,0\% X + 0,5\% X_K), \text{ где}$$

X – результат измерения,  
X<sub>к</sub> – верхнее значение диапазона измерения

Дополнительная погрешность на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  отличия от номинальной температуры  $+20^{\circ}\text{C}$  равна половине основной погрешности в пределах диапазона рабочих температур окружающей среды от минус  $10^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Температура окружающей среды во время эксперимента была зафиксирована равной  $+33^{\circ}\text{C}$ .

Необходимо провести оценку основной, дополнительной и суммарной инструментальных погрешностей.

3. Оцените аддитивную и мультипликативную составляющие основной инструментальной погрешности, а также суммарную основную погрешность результата измерения сопротивления резистора, если класс точности цифрового омметра задан следующим образом:

$$\Delta = \pm (1,0\% X + 5 \text{ МЗР}), \text{ где}$$

$X$  – результат измерения,  
 $\text{МЗР}$  – младший значащий разряд

Условия проведения измерений следующие:

Диапазон измерения  $0 \dots 100,0 \text{ Ом}$ ;  
Результат измерения  $31,3 \text{ Ом}$

4. Определите окончательный результат измерения и оцените суммарную погрешность результата для  $R_{\text{дов}} = 0,97$  многократных прямых измерений ёмкости конденсатора:

№ Замера	Ёмкость, пФ
1	4703
2	4701
3	4705
4	4690
5	4701

5. Определите результат косвенного измерения мощности на нагрузке и оцените его абсолютную и относительную погрешности, если в результате прямых измерений тока амперметром с классом точности, заданным пределом основной относительной погрешности  $\delta_I = \pm 1,0\%$ , и сопротивления нагрузки омметром с классом точности, заданным пределом основной относительной погрешности  $\delta_R = \pm 2,5\%$  были получены следующие результаты:

$$I = 5 \text{ А};$$

$$R = 8 \text{ Ом.}$$

6. Определите среднее, среднее выпрямленное, среднеквадратическое значения, а также коэффициенты амплитуды и формы синусоидального сигнала тока со следующими параметрами:

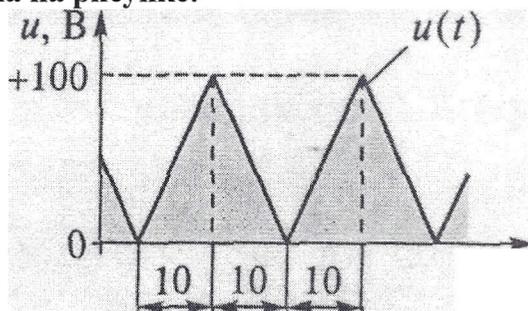
$$\text{Амплитуда сигнала } \pm 3 \text{ А};$$

$$\text{Период } 30 \text{ мс.}$$

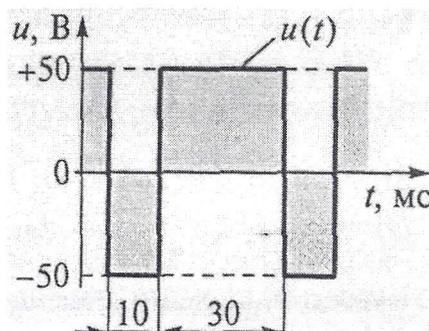
7. Три вольтметра подключены параллельно к источнику периодического напряжения. Получены следующие показания: электронный вольтметр с АДОВ  $U_{V1} = 90 \text{ В}$ , электромагнитный  $U_{V2} = 50 \text{ В}$ , магнитоэлектрический  $U_{V3} = 0 \text{ В}$ . Найдите

амплитудное, среднее, среднеквадратическое значения входного сигнала, а также его коэффициент амплитуды.

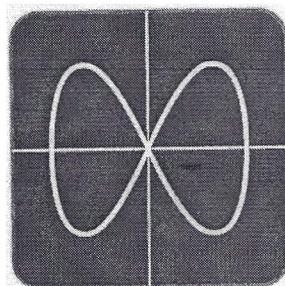
8. Найдите показания вольтметров: магнитоэлектрического, выпрямительного, электронного с АДОВ и электронного с АДЗВ, подключенных к источнику сигнала, форма которого показана на рисунке:



9. Определите среднее, среднее выпрямленное и среднеквадратическое значения, а также коэффициенты амплитуды и формы прямоугольного сигнала, изображенного на рисунке:



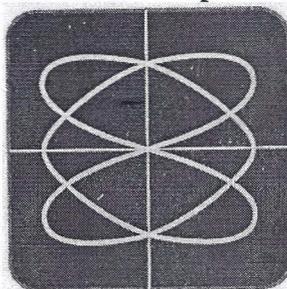
10. На экране ЭЛО, приведенном на рисунке, показано неподвижное изображение фигуры Лиссажу. Найти значение неизвестной частоты  $f_x$  сигнала, поданного на вход X прибора, значения абсолютной  $\Delta X$  и относительной  $\delta X$  погрешностей определения неизвестной частоты  $f_x$ . На вход Y ЭЛО поступает синусоидальный сигнал от генератора с частотой  $f_y = 2$  кГц и абсолютной погрешностью  $\Delta Y = \pm 20$  Гц.



11. Найти результат измерения периода  $T$  сигнала, а также абсолютную  $\Delta T$  и относительную  $\delta T$  погрешности результата. Длина отрезка, соответствующего периоду,  $L = 4,5$  дел. Значение коэффициента развертки канала X  $K_x = 100$  мкс/дел.; его погрешность  $\delta X = \pm 2\%$ .

12. На экране ЭЛО, приведенном на рисунке, показано неподвижное изображение фигуры Лиссажу. Найти значение неизвестной частоты  $f_x$  сигнала, поданного на

вход X прибора, значения абсолютной  $\Delta X$  и относительной  $\delta X$  погрешностей определения неизвестной частоты  $f_x$ . На вход Y ЭЛО поступает синусоидальный сигнал с частотой  $f_y = 6$  кГц и абсолютной погрешностью  $\Delta Y = \pm 30$  Гц.



13. Выбрать оптимальный коэффициент развертки KX из возможных ( $K_x = 100$  мкс/дел.; 50 мкс/дел.; 20 мкс/дел.; 10 мкс/дел.) для измерения длительности импульса, примерное значение которого известно ( $t_i = 400$  мкс). Размеры экрана ЭЛО  $Y \times X = (8 \times 10)$  дел.

14. Определить частоту  $f$  импульсного сигнала, если длина отрезка, соответствующего периоду  $T$  на осциллограмме,  $LT = 8$  дел. Найти также абсолютную  $\Delta f$  и относительную  $\delta f$  погрешности результата измерения частоты  $f$ . Значение коэффициента отклонения канала X  $K_x = 100$  мкс/дел, погрешность этого коэффициента  $\delta X = \pm 2$  %.

15. ЦЧ в режиме измерения частоты имеет значение интервала  $T_0 = 100$  мс  $\pm 1$  мкс. Оцените возможные абсолютные и относительные значения аддитивной и мультипликативной погрешностей для входной частоты  $f_x = 2$  МГц.

16. Класс точности ЦЧ в режиме измерения периода  $\Delta = \pm(0,001 T_x + 0,001 T_k)$ ; диапазон измерения  $T_k = 100$  мс. Найдите абсолютное и относительное значения суммарной погрешности для случая измерения периода  $T_x = 35$  мс. Запишите результат измерения для доверительной вероятности  $p_{дов} = 1$ .

17. Известны характеристики двух ЦЧ в режимах измерения частоты: ЦЧ1 имеет интервал  $T_{01} = 0,1$  с  $\pm 0,001$  %; ЦЧ2 имеет интервал  $T_{02} = 1,0$  с  $\pm 0,002$  %. Выберите ЦЧ, обеспечивающий минимальную погрешность измерения частоты  $f_x \approx 0,5$  МГц.

18. Выберите режим работы ЦЧ, обеспечивающий минимальную относительную погрешность измерения частоты  $f_x \approx 20$  кГц. Характеристики ЦЧ: интервал в режиме измерения частоты:  $T_0 = 0,1$  с  $\pm 0,01$  %; тактовая частота в режиме измерения периода  $F_0 = 10$  МГц  $\pm 0,01$  %. Проведите оценку предельных абсолютных и относительных погрешностей для обоих режимов.

19. Выберите ЦЧ, обеспечивающий минимальную предельную погрешность измерения интервала  $T_x \approx 0,01$  с. Характеристики частотомеров таковы: ЦЧ1 имеет тактовую частоту  $F_{01} = 10$  МГц  $\pm 100$  Гц; ЦЧ2 имеет тактовую частоту  $F_{02} = 1$  МГц  $\pm 10$  Гц. Запишите также предельные значения относительной и абсолютной погрешностей для выбранного ЦЧ.