

### **Контрольная работа по РТЦ и С 2023-24 уч. год РТз-31(5сем.)**

Контрольная работа состоит из теоритического вопроса и двух задач. Каждый студент решает по одной задаче из двух групп задач 1.1-1.18 и 2.1 -2.17. Номера задач и вопроса по теории определяются порядковым номером студента в приведенном ниже списке.

1	Гусев
2	Данилин
3	Дубков
4	Ефименко
5	Касаткин
6	Кахно
7	Колосов
8	Люлев
9	Пехоцкая
10	Поняев
11	Садовников
12	Смоленков
13	Тюрин А.В.
14	Улуков
15	Худобородов
16	Юрин
17	

### **Теоретические вопросы по дисциплине**

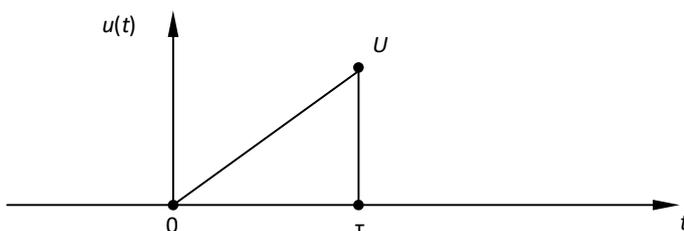
1. Классификация радиотехнических сигналов Принцип суперпозиции в радиоэлектронике. Представление произвольного сигнала в виде суперпозиции элементарных сигналов
2. Представление произвольного сигнала с помощью функций включения  $\sigma(t - \tau)$ . Представление произвольного сигнала с помощью гармонических сигналов (спектральный анализ произвольного сигнала)

3. Воздействие детерминированных сигналов на линейные цепи. Реакция линейной стационарной системы на элементарные сигналы. Воздействие на систему ступенчатого сигнала  $\sigma(t)$ . Переходная характеристика системы.
4. Воздействие на систему импульсного сигнала  $\delta(t)$ . Импульсная характеристика системы. Воздействие на систему гармонического сигнала  $e^{j\omega t}$ . Частотная характеристика системы.
5. Воздействие на систему обобщённого гармонического сигнала  $e^{pt}$ . Операторная передаточная функция системы. Методы нахождения переходной, импульсной, частотной и операторной характеристик линейной стационарной системы.
6. Определение характеристик радиотехнической цепи с помощью математического аппарата теории цепей. Нахождение сигнала на выходе линейной стационарной системы при воздействии на неё входного сигнала произвольной формы.
7. Нахождение выходного сигнала с помощью переходной характеристики  $g(t)$ . Нахождение выходного сигнала с помощью импульсной характеристики  $h(t)$ . Нахождение выходного сигнала с помощью частотной характеристики  $K(j\omega)$ .
8. Автокорреляционная функция сигнала. Автокорреляционная функция неограниченно протяжённого сигнала. Автокорреляционная функция дискретного сигнала. Взаимокорреляционная функция двух сигналов.
9. Фильтры нижних частот. Фильтры верхних частот. Фильтры первого и второго порядка. Схемы, характеристики, применение.
10. Полосовые фильтры и режекторные фильтры. Схемы, характеристики, применение.
11. Генераторы гармонических сигналов. Трёхточечная схема с инвертирующим усилителем ( $K < 0$ ). Трёхточечная схема с неинвертирующим усилителем ( $K > 0$ ) Генератор гармонических колебаний с кварцевым резонатором.
12. Сигналы с амплитудной модуляцией и схемы таких модуляторов.
13. Сигналы с частотной модуляцией и схемы таких модуляторов.
14. Сигналы с фазовой модуляцией. Сигналы с импульсной модуляцией и схемы таких модуляторов.
15. Преобразование сигналов в нелинейной цепи. Отклик нелинейной цепи на гармонический сигнал. Спектр тока в цепи с нелинейным элементом при степенной аппроксимации его вольтамперной характеристики.
16. Нелинейные резонансные усилители и умножители.
17. Детектирование модулированных сигналов. Детектирование АМ-сигналов. Детектирование ЧМ- и ФМ-сигналов.

Для подготовки использовать учебники по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы»

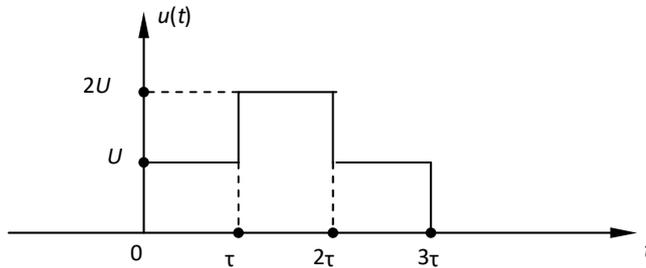
## Задача 1

### 1.1. Импульс напряжения имеет треугольную форму



Составьте математическую модель этого импульса, используя комбинацию функций включения  $\sigma$  для импульса с максимальной амплитудой 10В и  $\tau = 10$  мс.

**1.2.** Составьте математическую модель этого импульса, используя комбинацию функций включения  $\sigma$ .  $U=10V$ ,  $\tau= 1$  мс.



**1.3.** Используя формулу представления произвольного сигнала с помощью функции включения  $\sigma(t-\tau)$  найдите динамическое представление видеоимпульса

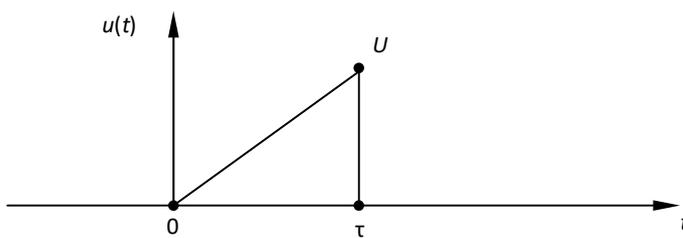
$$u(t) = e^{-\alpha t} \sigma(t),$$

$\alpha =$  вещественное положительное число = 1000.

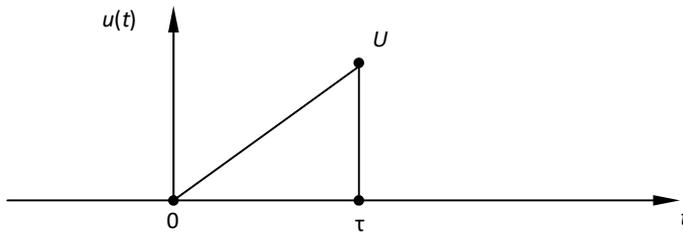
**1.4.** Найдите энергию сигнала, создавшего на нагрузке  $R = 1$  кОм импульс напряжения

$$u(t) = 10 * e^{-\frac{t}{1c}} * \sigma(t)$$

**1.5.** Найдите энергию сигнала, создавшего на нагрузке  $R = 1$  кОм импульс напряжения изображенного на рис с параметрами:  $U = 100$  В,  $\tau = 10$  мс.



**1.6.** Найдите среднюю мощность сигнала, представляющего собой периодическую последовательность сигналов с частотой следования 20 Гц на нагрузке  $R = 1$  кОм импульсов напряжения, изображенного на рис с параметрами:  $U = 100$  В,  $\tau = 10$  мс.



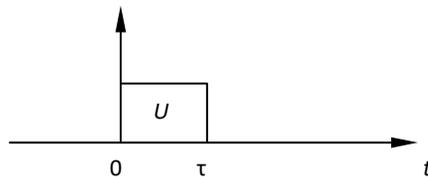
**1.7.** Найдите спектр последовательности косинусоидальных импульсов вида  $U_m \cos \omega_1 t$ , ограниченных на уровне  $U_0$ .  $U_m = 20V$ ,  $U_0 = 10V$

**1.8.** В 1.7 исследуйте зависимость амплитуд гармоник с частотами  $0, \omega_1, 2\omega_1$  от угла отсечки.

**1.9.** Найдите спектральную плотность экспоненциального видеоимпульса вида  $u(t) = Ue^{-\alpha t} \sigma(t)$ , где  $\alpha$  – вещественное положительное число  $= 100$ ,  $U = 100$ .

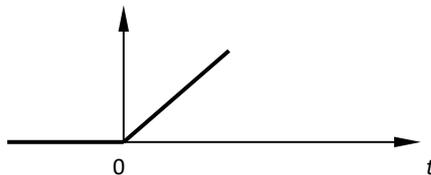
**1.10.** Найдите спектральную плотность  $\delta$ -импульса  $u(t) = 100\delta(t)$ .

**1.11.** Найдите изображение по Лапласу прямоугольного видеоимпульса

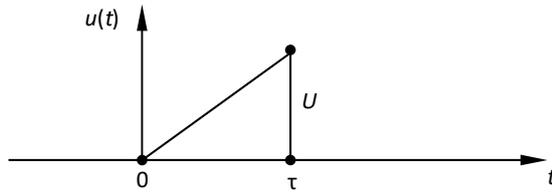


$U = 50V$ ,  $\tau = 10ms$ .

**1.12.** Найдите изображение по Лапласу линейно-нарастающего напряжения  $u(t) = \alpha t = 100t$

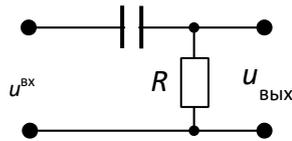


**1.13.** Найдите изображение по Лапласу треугольного импульса

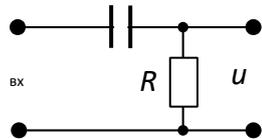


$U_m = 20V, \tau = 1ms$

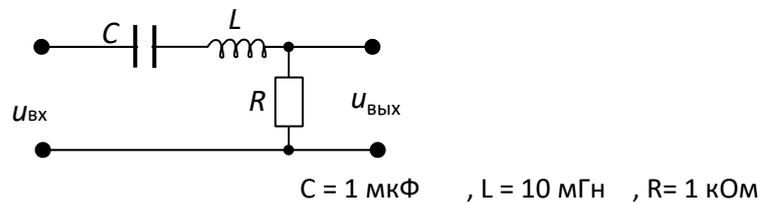
1.14. Найдите переходную характеристику цепи для значений  $R = 1 \text{ кОм}$  и  $C = 1 \text{ мкФ}$



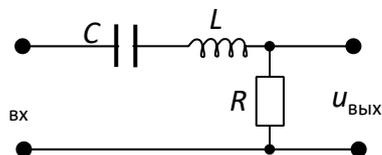
1.15. Найдите импульсную характеристику цепи для значений  $R = 100 \text{ Ом}$  и  $C = 0,1 \text{ мкФ}$



1.16. Составьте дифференциальное уравнение, связывающее  $u_{вх}$  и  $u_{вых}$ , для цепи



1.17. Найдите частотную характеристику  $K(j\omega)$  и операторную передаточную функцию  $K(p)$  для цепи.



$$C = 100 \text{ нФ} \quad , \quad L = 10 \text{ мГн} \quad , \quad R = 10 \text{ кОм}$$

**1.18.** С помощью переходной характеристики цепи (рис. 1.18-2) найдите её реакцию на прямоугольный импульс (рис. 1.18-1)

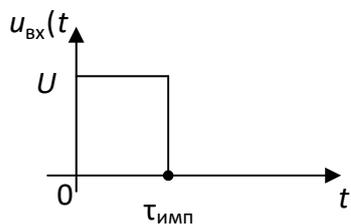


Рис. 1.18-1

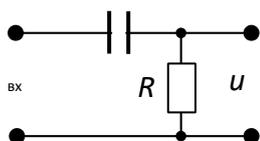


Рис. 1.18-2

$$C = 10 \text{ нФ}, \quad R = 2 \text{ кОм} \quad , \quad U = 10 \text{ В}, \quad \tau = 1 \text{ мс}$$

## Задача 2

**2.1.** С помощью **импульсной** характеристики цепи (рис. 2.1-2) найдите её реакцию на прямоугольный импульс (рис. 2.2-1)

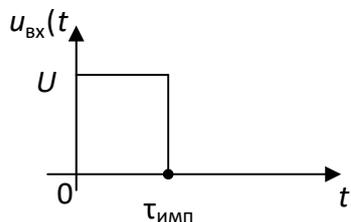


Рис. 2.1-1

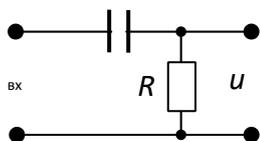


Рис. 2.1-2

$$C = 20 \text{ нФ}, \quad R = 5 \text{ кОм} \quad , \quad U = 40 \text{ В}, \quad \tau = 0,5 \text{ мс}$$

**2.2.** С помощью **импульсной** характеристики цепи (рис. 2.2-2) найдите её реакцию на треугольный импульс (рис. 2.2-1)

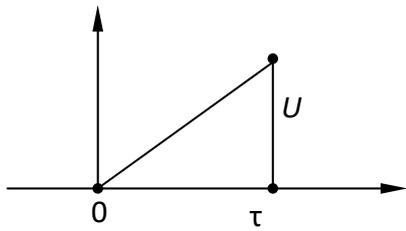


Рис.2.2-1

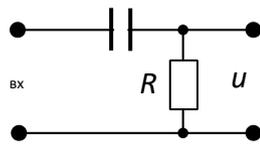
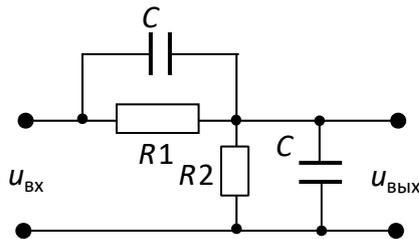


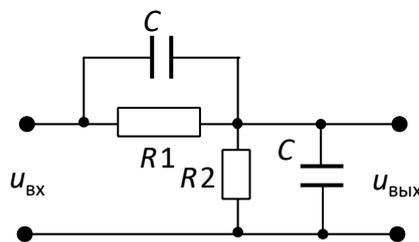
Рис. 2.2-2

$C = 0,02 \text{ мкФ}$ ,  $R = 1 \text{ кОм}$ ,  $U = 20 \text{ В}$ ,  $\tau = 2 \text{ мс}$

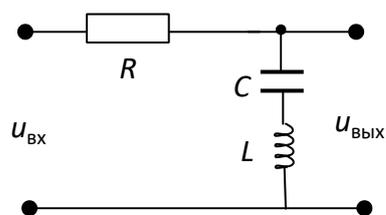
**2.3.** Методами теории цепей найдите частотную характеристику  $K(j\omega)$  цепи при  $R_1=1\text{кОм}$ ,  $R_2= 2 \text{ кОм}$ ,  $C_1= 20 \text{ нФ}$ ,  $C_2 = 50 \text{ нФ}$



**2.4.** Исследуйте  $K(j\omega)$  цепи для случая  $R_1C_1 = R_2C_2$ .  $R_1=1 \text{ кОм}$ ,  $R_2 = 2 \text{ кОм}$ ,  $C_1 = 0,02 \text{ мкФ}$



**2.5.** Найдите частотную характеристику цепи при  $R = 10 \text{ кОм}$ ,  $C=0,01 \text{ мкФ}$ ,  $L = 10 \text{ мГн}$



2.6. Найдите спектральную плотность сигнала на выходе цепи (рис. 2.6) при воздействии на её вход экспоненциального видеоимпульса

$$u_{\text{вх}}(t) = Ue^{-\alpha t} \sigma(t),$$

где  $\alpha$  – вещественное положительное число 2000,  $U = 100\text{V}$ .

$C = 0,1\text{мкФ}$ ,

$R = 1000\ \text{Ом}$

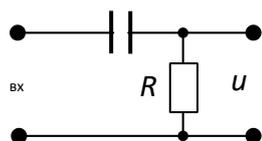


Рис. 2.6

2.7. Найдите форму выходного сигнала  $s_{\text{вых}}(t)$  на выходе цепи (рис. 2.7) при воздействии на её вход экспоненциального видеоимпульса

$$u_{\text{вх}}(t) = Ue^{-\alpha t} \sigma(t),$$

где  $\alpha$  – вещественное положительное число 5000,  $U = 50\ \text{V}$ ,  $C = 20\text{nF}$ ,  $R = 2\text{kОм}$ .

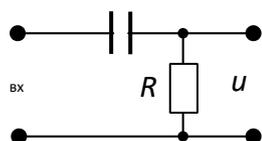
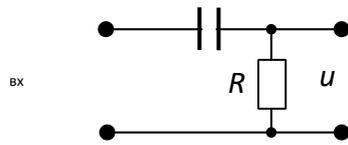
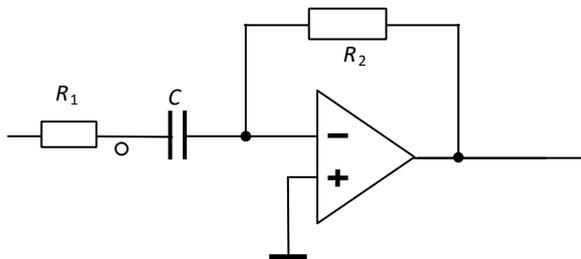


Рис. 2.7.

**2.8.** Проведите анализ схемы и дайте её АЧХ и ФЧХ в виде формул и графиков при  $C = 0,01$  мкФ,  $R = 1$  кОм



**2.9.** Проведите анализ схемы и дайте её АЧХ и ФЧХ при  $C = 0,01$  мкФ,  $R_1 = 10$  кОм,  $R_2 = 40$  кОм,  $K_{уст} = 10$ .



**2.10.** Антенна с сопротивлением излучения  $R_{изл} = 50$  Ом возбуждается АМ-током

$$i(t) = 20[1 + 0,8\cos(2\pi \cdot 10^3 \cdot t)] \cos(2\pi \cdot 10^7 \cdot t), \text{ А.}$$

Постройте спектральную диаграмму тока.

**2.11.** Антенна с сопротивлением излучения  $R_{изл} = 50$  Ом возбуждается АМ-током

$$i(t) = 28[1 + 0,8\cos(2\pi \cdot 10^3 \cdot t)] \cos(2\pi \cdot 10^7 \cdot t), \text{ А.}$$

- а) пиковую мощность, излучаемую антенной;
- б) среднюю излучаемую мощность;
- в) относительную долю мощности, сосредоточенной в несущем колебании.

**2.12.** Верхняя частота модулирующего звукового сигнала  $F_{верх} = 10$  кГц. Найдите полосу частот, занимаемую АМ-радиостанцией, передающей этот сигнал на длине волны  $\lambda_0 = 30$  м.

**2.13** ЧМ-сигнал имеет мгновенную частоту

$$\omega(t) = 10^8(1 + 10^{-3} \cos(2\pi \cdot 10^4 \cdot t)), \text{ с}^{-1}.$$

Найдите девиацию частоты и индекс модуляции этого сигнала, а также занимаемую им полосу частот.

**2.14.** Определите индекс модуляции ЧМ-сигнала, промодулированного низкой частотой  $F = 6$  кГц. Несущая частота  $f_0 = 100$  МГц, максимальное значение частоты  $f_{\max} = 102$  МГц.

**2.15.** В диодном детекторе применен диод с крутизной  $S = 10$  мА/В, сопротивление нагрузки  $R_n = 10$  кОм. На вход детектора подано напряжение  $U(t) = 5(1 + 0,6\cos\Omega t)\cos\omega_0 t$ , В.

Определить амплитуду сигнала низкой частоты  $\Omega$  на выходе детектора.

**2.16.** Параметрическая проводимость изменяется во времени по закону

$$G(t) = 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-4} \cos(2\pi \cdot 10^6 t) + 3 \cdot 10^{-4} \cos(4\pi \cdot 10^6 t), \text{ См.}$$

К данному элементу приложено напряжение

$$u(t) = 0,5\cos(2\pi \cdot 10^5 t), \text{ В.}$$

Найдите амплитуды и частоты всех составляющих тока. Постройте спектральную диаграмму тока.

**2.17.** Безинерционный нелинейный элемент преобразователя частоты имеет ВАХ вида

$$i(u) = 5 + 2,5u + 1,5u^2, \text{ мА.}$$

К элементу приложено напряжение гетеродина

$$u_r(t) = 3 + 0,5\cos\omega_r t, \text{ В.}$$

Напишите выражение для зависимости дифференциальной крутизны от времени. Вычислите крутизну преобразования.

---