

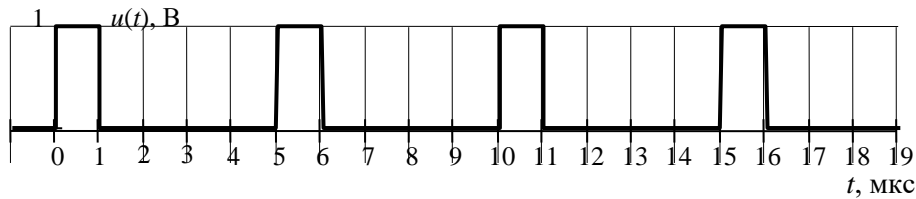
**Банк заданий по специальной части вступительного испытания в магистратуру**

**Задание экзаменационного билета № 6 (20 баллов)**

**Тема: Основы теории сигналов**

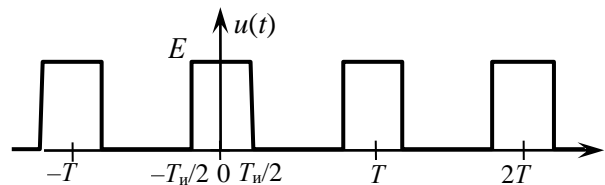
**Задание 6.1**

Периодический сигнал изображен на рисунке. Вычислите частоту и амплитуду первой гармоники, а также постоянную составляющую сигнала.



**Задание 6.2**

Найдите коэффициенты разложения в ряд Фурье периодической последовательности прямоугольных импульсов, изображенной на рисунке. Постройте спектральную диаграмму для скважности  $T/T_u = 4$ .

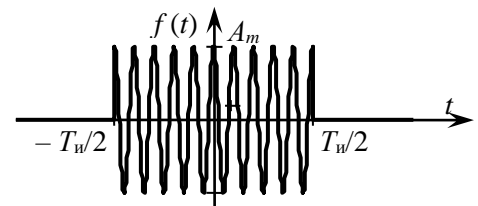


**Задание 6.3**

Найдите спектральную плотность импульса  $u(t) = 10 \exp(-2,3 \cdot 10^6 t)$  В,  $t \geq 0$ . Постройте зависимость модуля спектральной плотности от частоты.

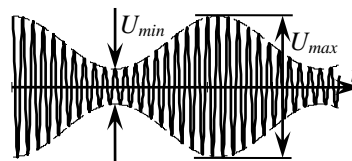
**Задание 6.4**

Найдите спектральную плотность радиоимпульса с прямоугольной огибающей. Постройте график модуля спектральной плотности, если длительность импульса  $T_{и} = 10$  мкс, амплитуда  $A_m = 10$  В, частота заполнения  $f_0 = 1$  МГц.



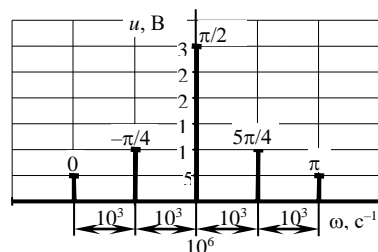
**Задание 6.5**

Огибающая однотонового АМ-сигнала имеет максимальное значение  $U_{max} = 16$  В и минимальное значение  $U_{min} = 4$  В (см. рисунок). Найдите коэффициент модуляции  $M$  и амплитуду несущей составляющей  $U_0$ .



### Задание 6.6

Спектральная диаграмма сигнала  $u(t)$  приведена на рисунке. Найдите среднюю мощность, выделяемую сигналом в резисторе с сопротивлением 1 Ом. Определите, какую долю от мощности немодулированного несущего колебания составляет мощность боковых составляющих.



### Задание 6.7

Радиостанция, работающая с несущей частотой  $f_0 = 80$  МГц, излучает ФМ-сигнал, промодулированный частотой 15 кГц. Индекс модуляции  $m = 12$ . Найдите пределы, в которых меняется мгновенная частота сигнала. Определите практическую ширину спектра ФМ-сигнала.

### Задание 6.8

К последовательному колебательному контуру с резонансной частотой 1 МГц и полосой пропускания 20 кГц подключена амплитудно-модулированная э.д.с.  $e(t) = 10 \cdot (1 + 0,8 \cos 2\pi \cdot 10^4 t) \cos(2\pi \cdot 10^6 t)$ , В. Найдите коэффициент модуляции тока в контуре.

### Задание 6.9

Радиостанция работает на волне 300 м и ее сигнал модулирован по амплитуде колебанием  $s(t) = A \cos(2\pi \cdot 10^3 t)$ . Какой добротностью должен обладать контур, настроенный на эту станцию, чтобы боковые частоты ослаблялись им не более чем на 3 дБ.

### Задание 6.10

Рассчитайте индуктивность и сопротивление потерь колебательного контура, ослабляющего крайние практически важные составляющие спектра частотно-модулированного колебания не более чем на 3 дБ. Параметры ЧМ-колебания: средняя частота 16 МГц, индекс модуляции 20, модулирующая частота 8 кГц. Емкость контура 100 пФ.

### Пример выполнения задания 6.3

#### Решение

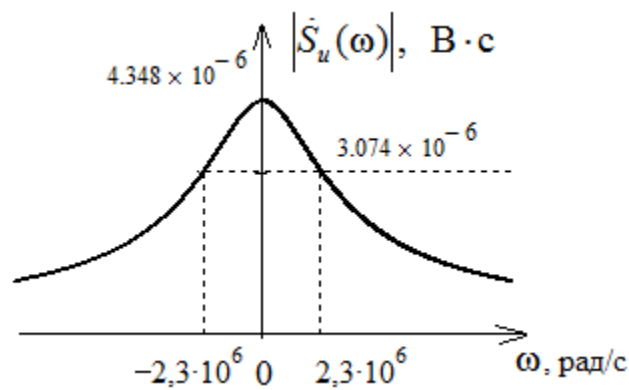
Найдем спектральную плотность экспоненциального импульса путем непосредственного применения преобразования Фурье:

$$\dot{S}_u(\omega) = \int_0^{\infty} E e^{-\alpha t} e^{-j\omega t} dt = \int_0^{\infty} E e^{-\alpha t - j\omega t} dt = \frac{E}{-\alpha - j\omega} e^{(-\alpha - j\omega)t} \Big|_0^{\infty} = \frac{E}{\alpha + j\omega}.$$

Вычислим модуль спектральной плотности:

$$|\dot{S}_u(\omega)| = \frac{E}{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}.$$

График модуля спектральной плотности экспоненциального импульса для  $E = 10$  В и  $\alpha = 2,3 \cdot 10^6$  с<sup>-1</sup> изображен на рисунке.

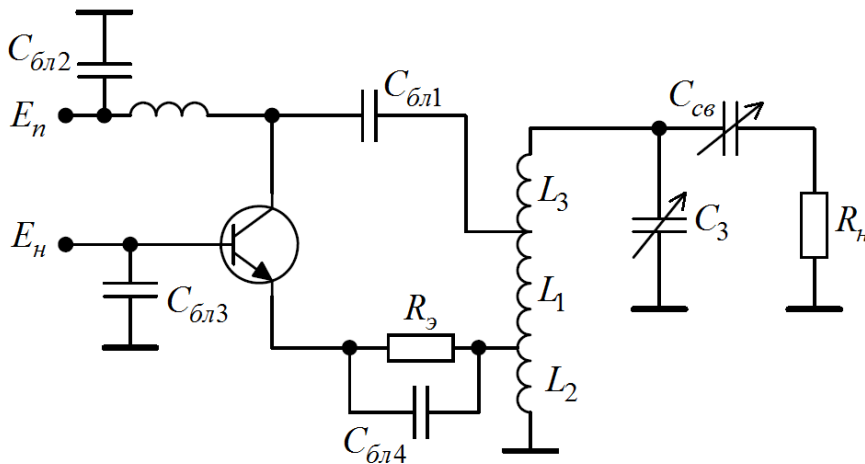


**Задание экзаменационного билета № 7 (20 баллов)**

**Тема: Устройства формирования сигналов**

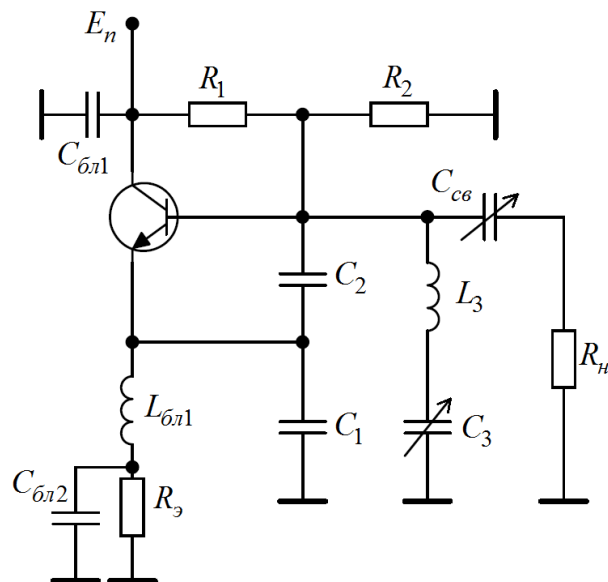
**Задание 7.1**

Для автогенератора по схеме, изображенной на рисунке, дано  $L_1 = 0.53 \text{ мкГн}$ ,  $L_2 = 0.106 \text{ мкГн}$ ,  $C_3 = 1060 \text{ пФ}$ , добротность  $Q = 50$ , резонансная частота колебательной системы  $f_0 = 3 \text{ МГц}$ . Определить коэффициент обратной связи  $k$ , коэффициент включения контура в коллекторную цепь  $p$ , сопротивление колебательной системы  $R_k$ , управляющее сопротивление  $R_y$ . Какой электрод биполярного транзистора заземлен по высокой частоте?



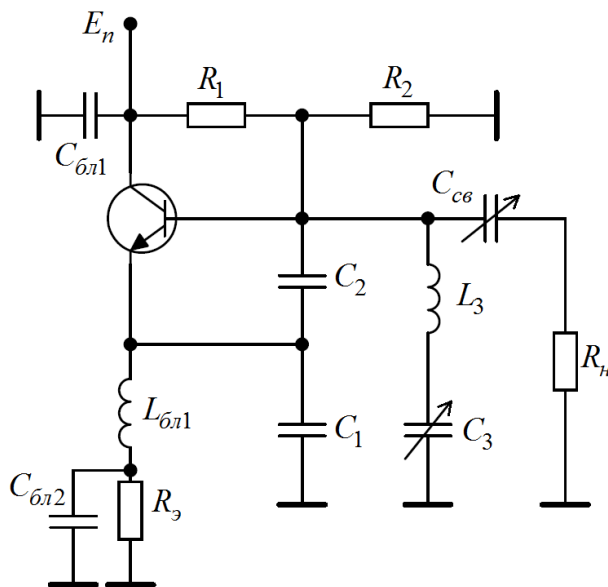
**Задание 7.2**

Для автогенератора по схеме, изображенной ниже, дано:  $C_1 = 530 \text{ пФ}$ ,  $C_2 = 10600 \text{ пФ}$ ,  $C_3 = 560 \text{ пФ}$ ,  $L_3 = 0.424 \text{ мкГн}$ ,  $Q = 50$ . Рассчитать резонансную частоту колебательной системы  $f_0$ , коэффициент обратной связи  $k$ , коэффициент включения контура в коллекторную цепь  $p$ , сопротивление колебательной системы  $R_k$ , управляющее сопротивление  $R_y$ . Какой электрод биполярного транзистора заземлен по высокой частоте?



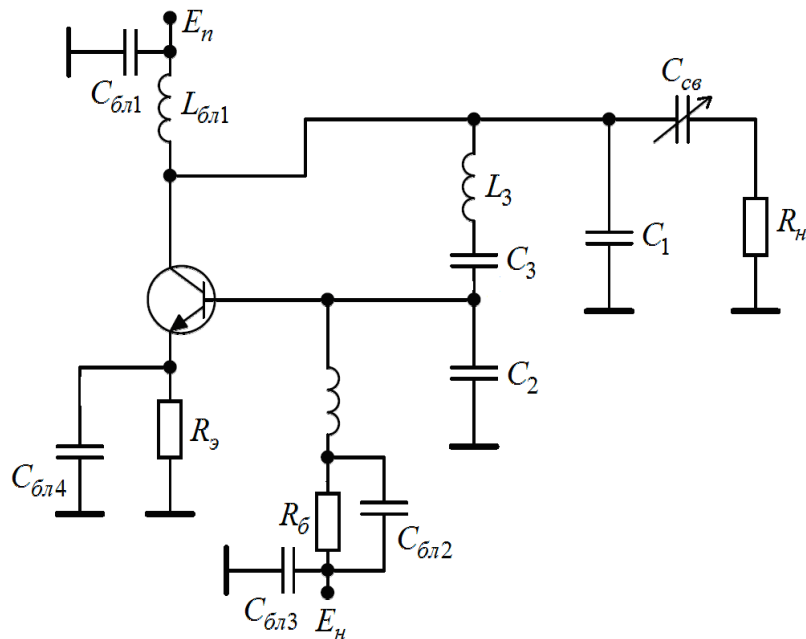
### Задание 7.3

Автогенератор по схеме, изображенной ниже, работает в критическом режиме:  $C_1 = 2,12$  нФ;  $C_2 = 16,96$  нФ;  $L_3 = 0,848$  мкГн;  $Q = 20$ ;  $\lambda = 40$  м. Рассчитать резонансную частоту колебательной системы  $f_0$ , коэффициент обратной связи  $k$ , коэффициент включения контура в коллекторную цепь  $p$ , сопротивление колебательной системы  $R_k$ , управляющее сопротивление  $R_y$ .



### Задание 7.4

Автогенератор по схеме, изображенной ниже, работает в недонапряженном режиме:  $C_1 = 530$  пФ;  $C_2 = 10$  пФ;  $C_3 = 560$  пФ;  $L_3 = 0,424$  мкГн;  $Q = 50$ ;  $S = 0,2$  А/В. Рассчитать резонансную частоту  $f_0$ , коэффициент обратной связи  $k$ , коэффициент включения контура в коллекторную цепь  $p$ , сопротивление колебательной системы  $R_k$ , управляющее сопротивление  $R_y$ .



#### Задание 7.5

Изобразите нагрузочные характеристики усилителя мощности: зависимости напряжения на контуре, первой гармоники выходного тока и колебательной мощности от сопротивления колебательной системы.

#### Задание 7.6

Поясните классификацию режимов работы активных элементов в усилителях мощности. Изобразите формы импульсов входного и выходного токов в разных режимах работы усилителя мощности.

#### Задание 7.7

Изобразите схему усилителя мощности на биполярном транзисторе по схеме с общим эмиттером с цепями питания и смещения, нагрузкой и цепями согласования. В качестве выходной цепи согласования используйте симметричный П-фильтр. Поясните, как выбираются блокировочные элементы усилителя мощности?

#### Задание 7.8

Изобразите колебательную характеристику усилителя мощности: зависимость первой гармоники выходного тока от входного напряжения. Как изменится эта характеристика, если увеличить сопротивление колебательной системы?

#### Задание 7.9

Для усилителя мощности на биполярном транзисторе изобразите зависимость колебательной мощности и КПД от напряжения питания в цепи коллектора. Как изменится эта характеристика, если увеличить сопротивление колебательной системы?

#### Задание 7.10

Изобразите схему емкостной трехточки транзисторного автогенератора (схема Клаппа) с общим электродом по высокой частоте – коллектором. Связь с нагрузкой – емкостная. Изобразить диаграммы срыва и смещения автогенератора и пояснить как с их помощью построить нагрузочные характеристики.

#### Пример выполнения задания 7.1

Решение

На рисунке задания изображена схема индуктивной трехточки. Поэтому коэффициент обратной связи можно рассчитать по формуле  $k = L_2/L_1 = 0.2$ . Для нахождения  $p$  и  $R_k$  рассчитаем характеристическое сопротивление контура:

$$\rho = \omega_0 L_{\text{сум}} = 1/\omega_0 C_{\text{сум}} = \sqrt{L_{\text{сум}}/C_{\text{сум}}} = 50 \text{ Ом}.$$

Здесь  $C_{\text{сум}} = C_3$ ,  $L_{\text{сум}} = \rho^2 C_{\text{сум}} = 2,65 \text{ мкГн}$ . Далее находим коэффициент включения  $p = L_1/L_{\text{сум}} = 0.2$ , сопротивление колебательной системы  $R_k = p^2 \rho Q = 100 \text{ Ом}$  и управляющее сопротивление  $R_y = kR_k = 20 \text{ Ом}$ .

По высокой частоте заземлена «база» биполярного транзистора.

## Задание экзаменационного билета № 8 (20 баллов)

### Тема: Устройства обработки сигналов

#### Задание 8.1

По заданной передаточной функции цифрового фильтра

$$K(z) = \frac{1 + 2z^{-1}}{1 + 0,5z^{-1} + z^{-2}}$$

изобразите структурную схему (прямая форма) и составьте разностное уравнение.

#### Задание 8.2

По заданной передаточной функции цифрового фильтра

$$K(z) = \frac{3z^{-1}}{1 - 0,5z^{-1} + 2z^{-2}}$$

изобразите структурную схему (прямая форма) и составьте разностное уравнение.

#### Задание 8.3

По заданной передаточной функции цифрового фильтра

$$K(z) = \frac{3z^{-1}}{1 - 0,5z^{-1} + 2z^{-2}}$$

изобразите каноническую структурную схему и составьте систему разностных уравнений.

#### Задание 8.4

Перечислите основные преимущества и недостатки супергетеродинного радиоприёмника по сравнению с приёмником прямого усиления.

#### Задание 8.5

Запишите выражение, связывающее промежуточную частоту супергетеродинного радиоприёмника с частотой сигнала и частотой колебания гетеродина.

#### Задание 8.6

Изобразите структурную схему супергетеродинного радиоприёмника и поясните, какие блоки обеспечивают: а) селективность по паразитным каналам приёма; б) по соседнему каналу приёма.

### Задание 8.7

Какие функции выполняют входная цепь и усилитель радиочастоты в составе преселектора супергетеродинного радиоприёмника?

### Задание 8.8

Дайте определение шумовой температуры четырёхполюсника (каскада радиоприёмного устройства) и запишите выражение, связывающее мощность приведённого ко входу собственного шума с шумовой температурой.

### Задание 8.9

Изобразите структурную схему преобразователя частоты и объясните, какие функции он выполняет в составе супергетеродинного радиоприёмника.

### Задание 8.10

Изобразите структурную схему и поясните принцип действия частотного демодулятора на взаимно расстроенных контурах, зарисуйте его характеристику.

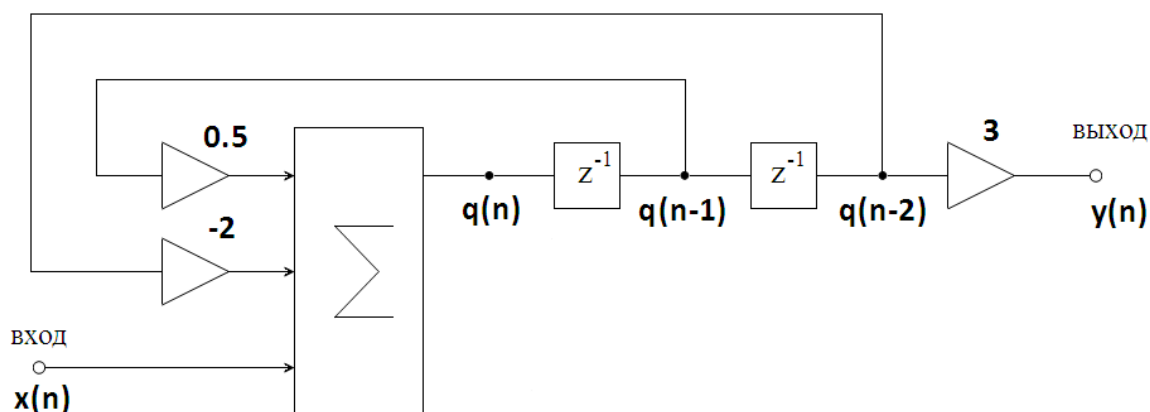
### Пример выполнения задания 8.3

Решение

Каноническая структурная схема, соответствующая заданной передаточной функции

$$K(z) = \frac{3z^{-1}}{1 - 0,5z^{-1} + 2z^{-2}},$$

показана на рисунке.



Структурной схеме, представленной на рисунке, соответствует следующая система разностных уравнений:

$$\begin{aligned} q(n) &= x(n) + 0,5q(n - 1) - 2q(n - 2), \\ y(n) &= 3 q(n - 2). \end{aligned}$$

Директор ИРЭ

И.Н. Мирошникова

Разработчик

А.Р. Сафин