

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра ТОЭ

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине “Теоретические основы электротехники”
Тема: ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И ФИЛЬТРУЮЩИХ
СВОЙСТВ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Студент гр.1335

Максимов Ю.Е.

Преподаватель

Завьялов А.Е.

Санкт-Петербург

2024

ЗАДАНИЕ

НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Студент Максимов Ю.Е.

Группа 1335

Тема работы (проекта): исследование характеристик и фильтрующих свойств линейных электрических цепей

Таблица 1

Вариант	Одиночный импульс			Периодический импульс	
	Вид сигнала	I_m, A	t_i, c	I_m, A	T
17	Меандр	30	2	12	12

Схема. 112 – ИТ i_1 ; 221 – R_2 ; 323 – $L_3 = 0,15$; 431 – R_4 ; 531 – R_5 ; i_5 – реакция

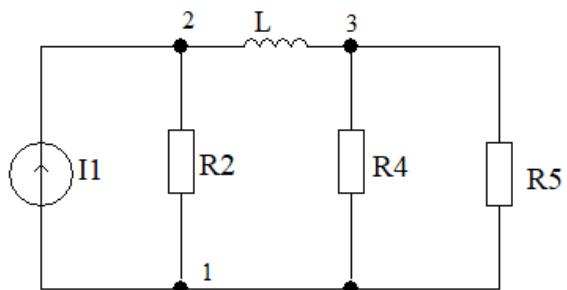


Рисунок 1 – Исследуемая схема

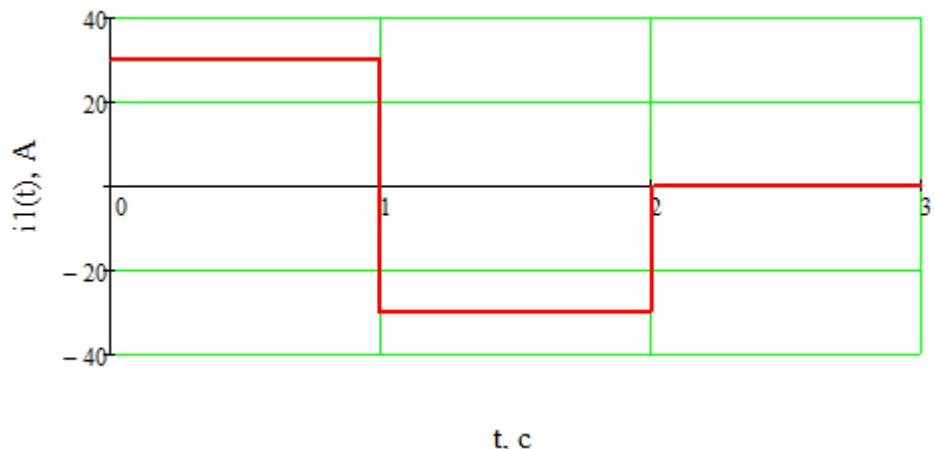


Рисунок 2 – Исследуемый сигнал

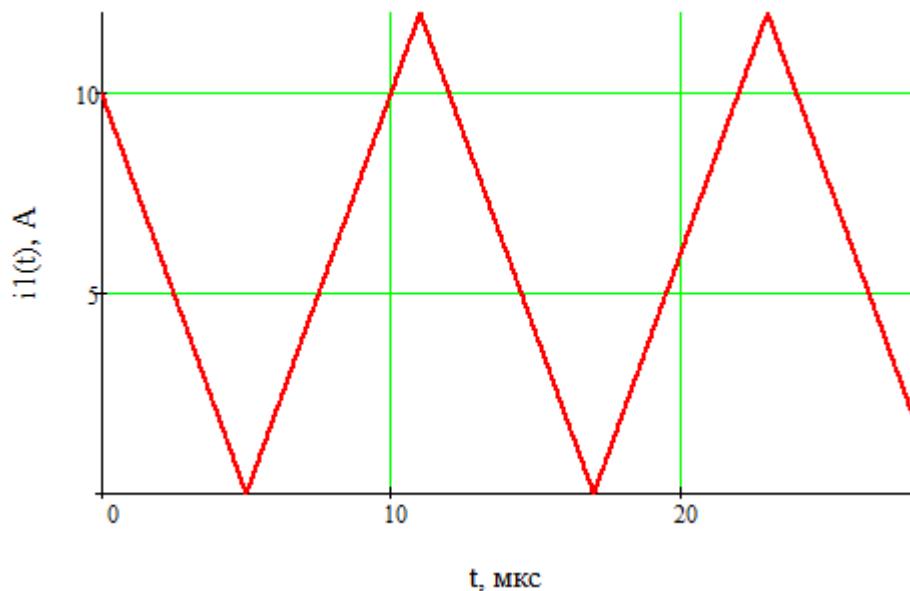


Рисунок 3 – Исследуемый периодический сигнал

Предполагаемый объем пояснительной записи:

Не менее 20 страниц.

Дата выдачи задания:

Дата сдачи реферата:

Дата защиты реферата:

Студент

Максимов Ю.Е.

Преподаватель

Завьялов А.Е.

АННОТАЦИЯ

В курсовой работе будет определена передаточная функция, частотные и временные характеристики цепи. Будет исследована реакция цепи при воздействии одиночного и периодического импульсов. Построим частотные характеристики цепи, спектральные характеристики входного и выходного сигналов, амплитудный и фазовый дискретные спектры периодического входного и выходного сигналов. Определим длительность переходных процессов в цепи.

SUMMARY

The course work will determine the transfer function, frequency and time characteristics of the circuit. The reaction of the chain under the influence of a single and periodic pulse will be studied. Let's construct the frequency characteristics of the circuit, the spectral characteristics of the input and output signals, and the amplitude and phase discrete spectra of the periodic input and output signals. Let's determine the duration of transients in the chain.

Содержание

Введение.....	6
1. Определение передаточной функции.....	7
2. Расчёт частотных характеристик цепи.....	10
3. Определение переходной характеристики цепи	13
4. Расчет импульсной характеристики.....	15
5. Расчет спектра одиночного импульса (апериодического сигнала на входе) и прогноз характеристик реакции.....	16
6. Определение выходного сигнала (в случае одиночного импульса на входе) и оценка полученных результатов (в сравнении с прогнозируемыми).....	19
7. Расчет ряда Фурье периодического воздействия и прогноз вида реакции .	21
8. Вычисление ряда Фурье периодического выходного сигнала и оценка прогноза.....	25
Заключение	27
Список литературы	28

Введение

Целью курсовой работы является практическое освоение и сравнение различных методов расчета цепей, прогноза ожидаемых реакций и оценки полученных результатов. Современные радиоэлектронные методы позволяют решать многообразные задачи, связанные с передачей информации на расстояние. Электро и радиотехнические методы все шире применяются во всех областях науки и техники. Поэтому подготовка квалифицированных радиоспециалистов является весьма важной народнохозяйственной задачей. Одно из центральных мест в системе подготовки радиоинженеров занимает теория электрических цепей.

1. Определение передаточной функции

Функция передачи цепи по току $H(s) = I_5(s)/I_1(s)$, где s – переменная Лапласа. Используем операторную схему замещения цепи при нулевых начальных условиях (рисунок 4), причём операторные сопротивления

$$Z_R = 1; Z_L = sL = 0,15s = \frac{3}{20}s.$$

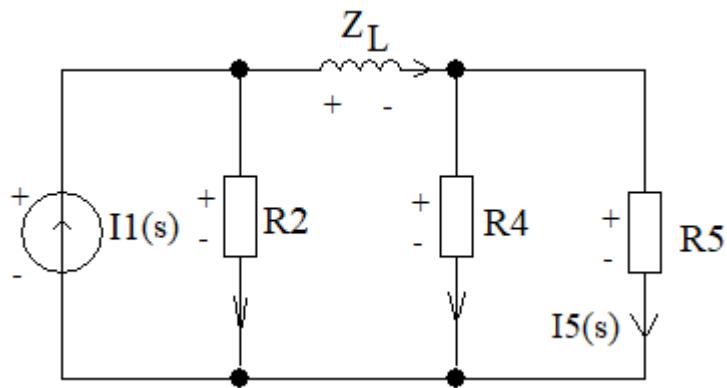


Рисунок 4 – Операторная схема замещения цепи.

Для нахождения $H(s)$ применим метод пропорциональных величин.

Пусть $I'_5(s) = 1$,

$$U'_4(s) = U'_2(s) = I'_5(s)R_5 = 1;$$

$$I'_4(s) = \frac{U'_4(s)}{R_4} = 1;$$

$$I'_3(s) = I'_4(s) + I'_5(s) = 2;$$

$$U'_3(s) = I'_3(s)Z_L = 2 \cdot \frac{3}{20}s = \frac{3}{10}s;$$

$$U'_2(s) = U'_3(s) + U'_4(s) = \frac{3}{10}s + 1 = \frac{3s + 10}{10};$$

$$I'_2(s) = U'_2(s)/R_2 = \frac{3s + 10}{10}.$$

$$I'_1(s) = I'_2(s) + I'_3(s) = \frac{3s + 10}{10} + 2 = \frac{3s + 30}{10}.$$

$$H(s) = \frac{I'_5(s)}{I'_1(s)} = \frac{10}{3s + 30}.$$

$$H(s) = \frac{10/3}{s + 10}.$$

О我们将 проверку передаточной функции по схемам замещения. На рисунке 5 изображена схема замещения цепи при $s=0$, тогда индуктивность заменяется на короткое замыкание.

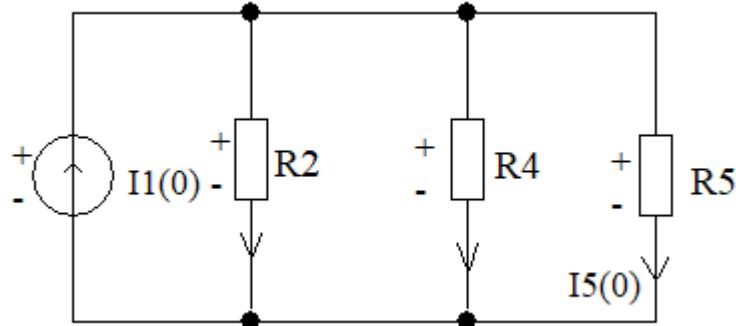


Рисунок 5 – Схема замещения цепи при $s=0$

$$H(0) = \frac{I_5(0)}{I_1(0)} = \frac{\frac{1}{R_5}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} = \frac{1}{3} \text{ – по формуле делителя тока.}$$

$$H(0) = \lim_{s \rightarrow 0} H(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{10/3}{s + 10} = \frac{1}{3}.$$

На рисунке 6 изображена схема замещения цепи при $s \rightarrow \infty$, тогда индуктивность заменяется на холостой ход.

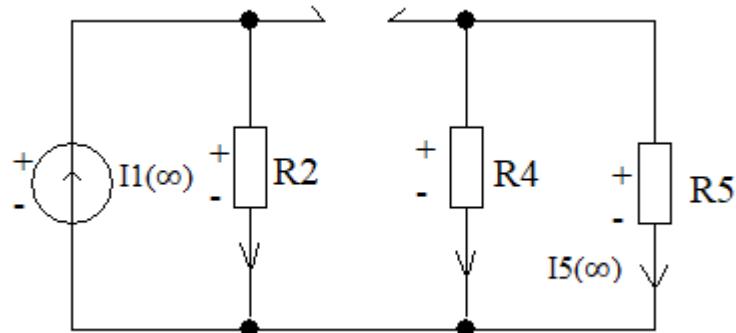


Рисунок 6 – Схема замещения цепи при $s \rightarrow \infty$

$$H(\infty) = \frac{I_5(\infty)}{I_1(\infty)} = 0 \text{ – так как в нагрузку не течет.}$$

$$H(\infty) = \lim_{s \rightarrow \infty} H(s) = \lim_{s \rightarrow \infty} \frac{10/3}{s + 10} = \frac{1}{3}.$$

Полюс $H(s)$, т. е. корень характеристического полинома цепи, равен $s_1 = -10$. В цепи первого порядка собственную частоту цепи (корень характеристического полинома) легко проконтролировать, вычислив $s_1 = -1/\tau_1$, где

$$\tau_1 = L/R_9 = L/\left(\frac{R_5 R_4}{R_5 + R_4} + R_2\right) = \frac{3}{20}/\left(\frac{1}{1+1} + 1\right) = \frac{1}{10} \rightarrow s_1 = -10.$$

найдена по эквивалентной схеме цепи в свободном режиме (рисунок 7).

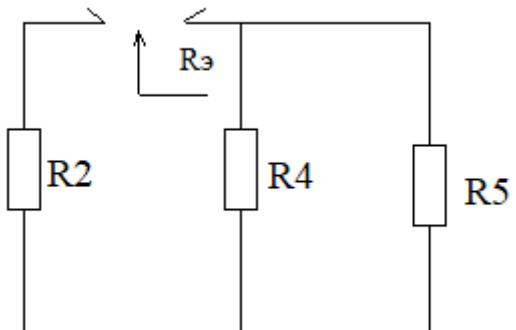


Рисунок 7 – Эквивалентная схема цепи в свободном режиме

Оценим практическую длительность переходных процессов в цепи:

$$t_{\text{пп}} = 3\tau_1 = 0,3.$$

2. Расчёт частотных характеристик цепи

Обобщённая частотная характеристика

$$H(j\omega) = H(s)|_{s=j\omega} = \frac{10/3}{j\omega + 10}.$$

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ)

$$A(\omega) = |H(j\omega)| = \frac{10/3}{\sqrt{100 + \omega^2}}.$$

Фазочастотная характеристика (ФЧХ)

$$\Phi(\omega) = \arg\{H(j\omega)\} = -\arctg(0,1\omega).$$

Графики АЧХ, ФЧХ и АФХ изображены на рисунках 8, 9 и 10 соответственно.

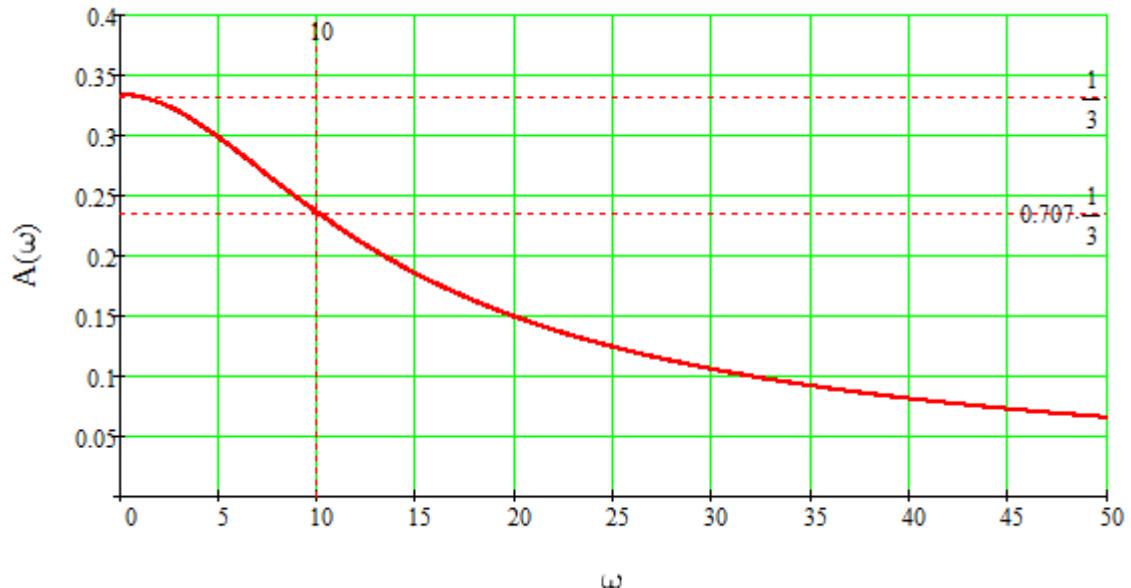


Рисунок 8 – АЧХ исследуемой цепи

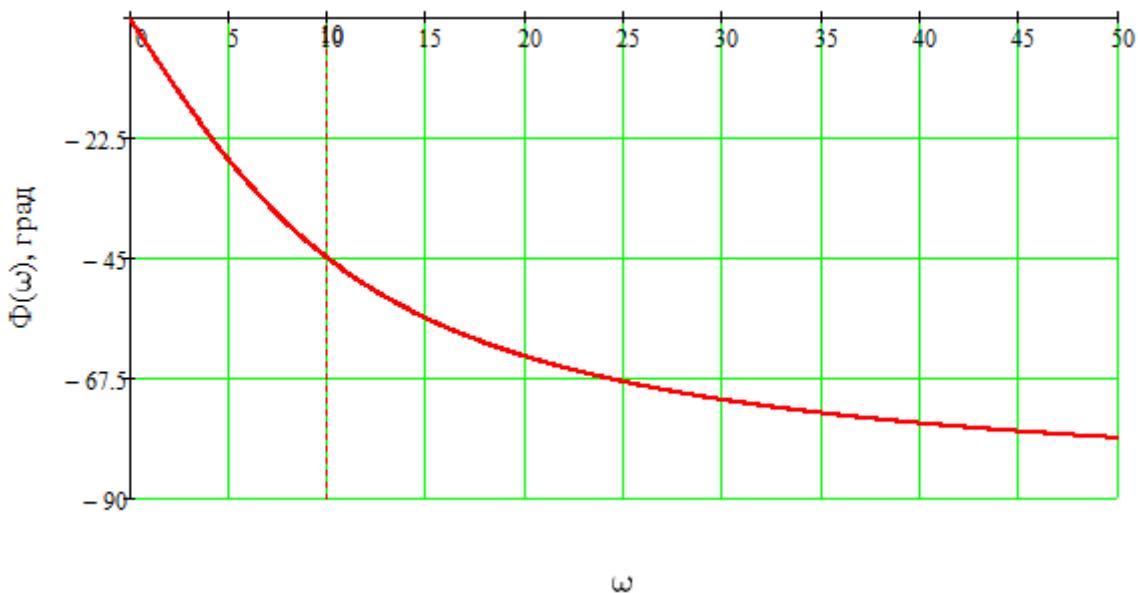


Рисунок 9 – ФЧХ исследуемой цепи

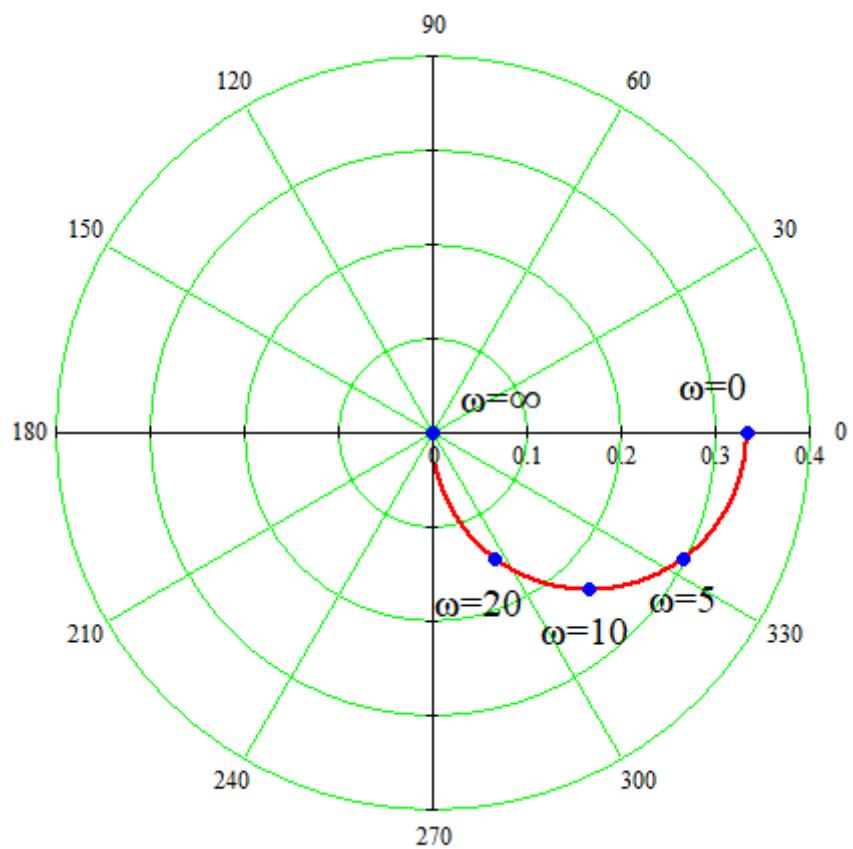


Рисунок 10 – АФХ исследуемой цепи

Определим полосу пропускания по графику АЧХ на уровне $0,707A_{max} \approx 0,233$. Частота среза $\omega_{cp} = 10$; полоса пропускания $\Delta\omega_{pp} \in [0; 10]$, что соответствует фильтру нижних частот. Значение АЧХ на нулевой частоте,

определяющее соотношение площадей под графиками входного и выходного сигналов, $A(0) = 1/3$, то есть площадь под графиком реакции будет равна в 3 раза меньше. Так как $A(\infty) = 0$, то скачки входного сигнала не пройдут на выход. Полоса интегрирования цепи от 10 до ∞ , тут $H(j\omega) \approx 10/j3\omega$.

Оценим время запаздывания по наклону графика ФЧХ в области низких частот:

$$t_3 = \frac{|\Delta\Phi(\omega)|}{\Delta\omega},$$

где $\Delta\Phi(\omega)$ - приращение фазы, измеренное в радианах; $\Delta\omega$ - приращение частоты в области низких частот. Для ФНЧ можно также использовать формулу $t_3 = |\Phi'(0)|$.

$$\Phi'(\omega) = (arctg(0,1\omega))' = -\frac{0,1}{(0,1\omega)^2 + 1}$$

$$|\Phi'(0)| = \left| -\frac{0,1}{(0,1\omega)^2 + 1} \right|_{\omega=0} = 0,1.$$

Таким образом, $t_3 \approx 0,1$.

3. Определение переходной характеристики цепи

Для аналитического расчёта переходной характеристики используем операторный метод:

$$h_1(t) = L^{-1}[H_1(s)] = L^{-1}\left[\frac{H(s)}{s}\right] = L^{-1}\left[\frac{10/3}{s(s+10)}\right].$$

$$\frac{10/3}{s(s+10)} = \frac{A}{s} + \frac{B}{s+10}; A = \frac{10/3}{s+10} \Big|_{s=0} = \frac{1}{3}; B = \frac{10/3}{s} \Big|_{s=-10} = -\frac{1}{3}.$$

$$h_1(t) = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{3}e^{-10t}\right)\delta_1(t).$$

График переходной характеристики изображён на рисунке 11.

Проконтролируем конечное $h_1(\infty)$ и начальное $h_1(0+)$ значения переходной характеристики по полученному выражению: $h_1(\infty) = 1/3$, $h_1(0+) = 0$, а также по выражению для переходной характеристики в операторной форме, используя теоремы о конечном и начальном значениях:

$$h_1(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} sH_1(s) = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{\frac{10}{3}}{s+10} = \frac{1}{3};$$

$$h_1(0+) = \lim_{s \rightarrow \infty} sH_1(s) = \lim_{s \rightarrow \infty} \frac{10/3}{s+10} = 0.$$

Как мы видим, значения совпадают.

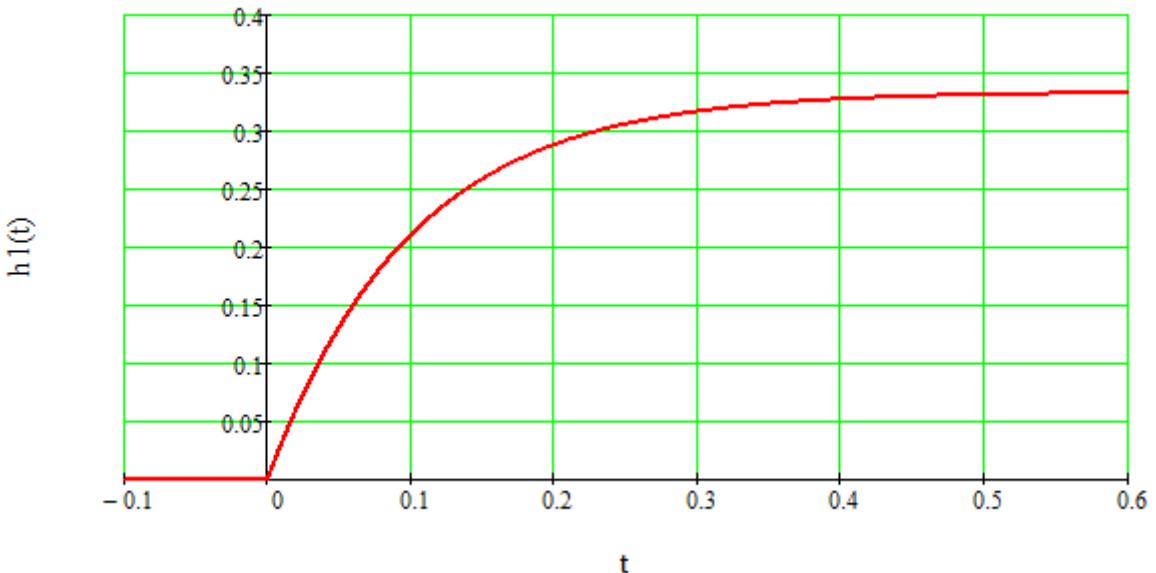


Рисунок 11 – График переходной характеристики.

Начальное значение переходной характеристики $h_1(0+) = 0$ полностью соответствует выводу о том, что скачки входного сигнала не пройдут. Его можно проверить по эквивалентной схеме замещения цепи, которая приведена на рисунке 6 (при нулевых начальных условиях для $t^+ = 0$, $L \equiv \infty$). Конечное значение переходной характеристики $h_1(\infty) = 1/3$ проверим по эквивалентной схеме замещения цепи, которая приведена на рисунке 5, (при $t \rightarrow \infty$ в цепи режим постоянного тока, следовательно, $L \equiv K3$).

4. Расчет импульсной характеристики

Найдём импульсную характеристику:

$$h(t) = L^{-1}[H(s)] = L^{-1}\left[\frac{10/3}{s + 10}\right] = \frac{10}{3}e^{-10t}\delta_1(t).$$

График импульсной характеристики изображён на рисунке 12.

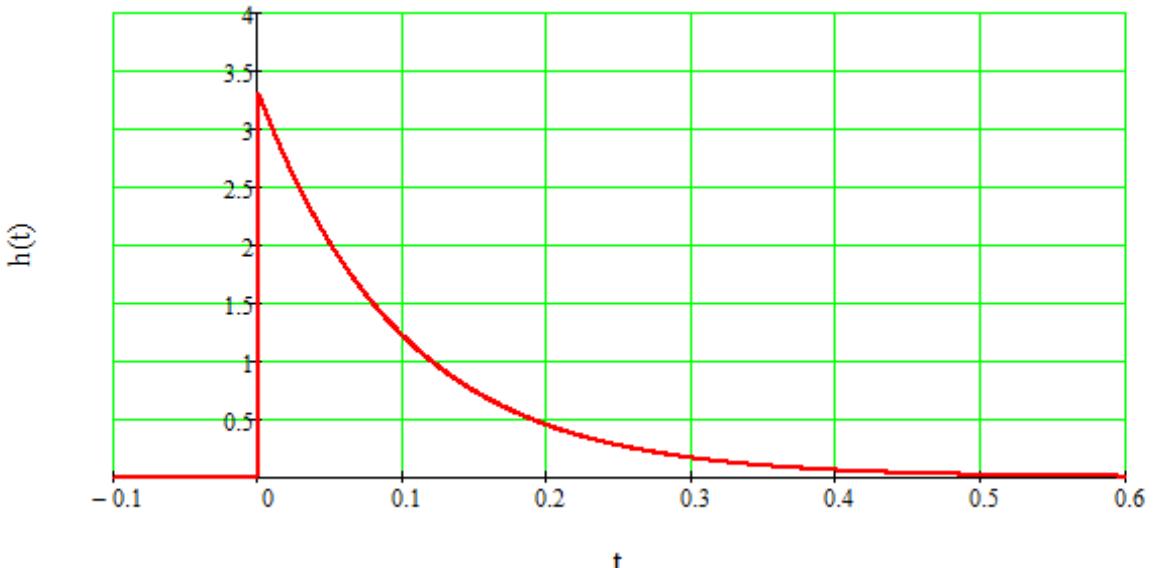


Рисунок 12 – График импульсной характеристики

Выполним проверку

$$h(t) = \left[\left(\frac{1}{3} - \frac{1}{3}e^{-10t} \right) \delta_1(t) \right]' = \frac{10}{3}e^{-t}\delta_1(t) + 0\delta(t) = \frac{10}{3}e^{-t}\delta_1(t).$$

5. Расчет спектра одиночного импульса (апериодического сигнала на входе) и прогноз характеристик реакции

Найдём изображение по Лапласу входного одиночного импульса, для чего воспользуемся методом дифференцирования. На рисунке 13 изображён график производной входного сигнала.

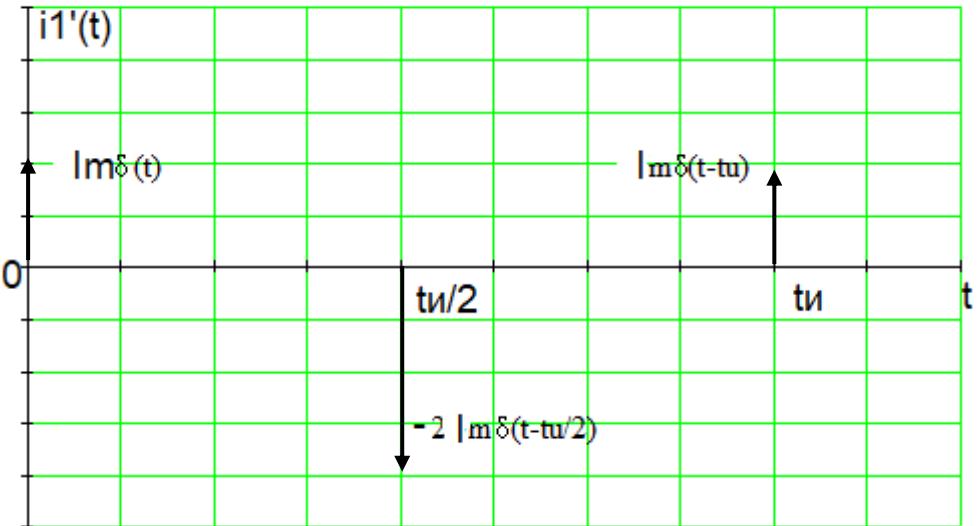


Рисунок 13 – График производной входного сигнала

Исходя из рисунка 13, можно записать

$$L\{i_1'(t)\} = I_m - 2I_m e^{-s\frac{t_i}{2}} + I_m e^{-st_i} = 30 - 60e^{-s} + 30e^{-2s}.$$

Следовательно,

$$I_1(s) = \frac{30}{s} - \frac{60e^{-s}}{s} + \frac{30e^{-2s}}{s}$$

Определим спектральные характеристики исходного одиночного импульса. Комплексный спектр сигнала будет выглядеть так

$$\begin{aligned} I_1(j\omega) &= I_1(s)|_{s=j\omega} = \frac{30}{j\omega} (1 - e^{-j\omega})^2 = \frac{30}{j\omega} \left(2je^{-\frac{j\omega}{2}} \left(\frac{e^{\frac{j\omega}{2}} - e^{-\frac{j\omega}{2}}}{2j} \right) \right)^2 \\ &= -\frac{120}{j\omega} \sin^2\left(\frac{\omega}{2}\right) e^{-j\omega} = \frac{120}{\omega} \sin^2\left(\frac{\omega}{2}\right) e^{j\left(\frac{\pi}{2} - \omega\right)} \end{aligned}$$

Амплитудный спектр входного сигнала

$$A_1(\omega) = \frac{120}{\omega} \sin^2\left(\frac{\omega}{2}\right)$$

Фазовый спектр входного сигнала

$$\Phi_1(\omega) = \frac{\pi}{2} - \omega.$$

Найдём узлы амплитудного спектра – значения частот ω_{yk} , при которых указанный спектр равен 0.

$$A_1(\omega) = \frac{120}{\omega} \sin^2\left(\frac{\omega}{2}\right) = 0;$$
$$\sin^2\left(\frac{\omega}{2}\right) = 0, \quad \cos(\omega) = 1, \quad \omega = 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$$

Таким образом,

$$\omega_{yk} = 2\pi n, n \in \mathbb{Z}.$$

Вычислим значение спектра на нулевой частоте.

$$\lim_{\omega \rightarrow 0} \frac{120}{\omega} \sin^2\left(\frac{\omega}{2}\right) = \left[\frac{0}{0} \right] = \lim_{\omega \rightarrow 0} 60\omega \frac{\sin^2\left(\frac{\omega}{2}\right)}{\omega^2/4} = 0 = S_{\text{под сигналом}}.$$

Графики амплитудного и фазового спектров одиночного импульса воздействия показаны на рисунках 14 и 15 соответственно. Ширина спектра импульсного входного сигнала, определённая по 10%-му критерию, $\Delta\omega \in [0; 22.847]$. Сопоставляя спектры входного сигнала с частотными характеристиками цепи, можно установить, что большая часть амплитудного спектра входного сигнала не укладывается в полосу пропускания. При прохождении через цепь входной сигнал будет искажён, поскольку примерно половина спектра лежит в полосе интегрирования цепи

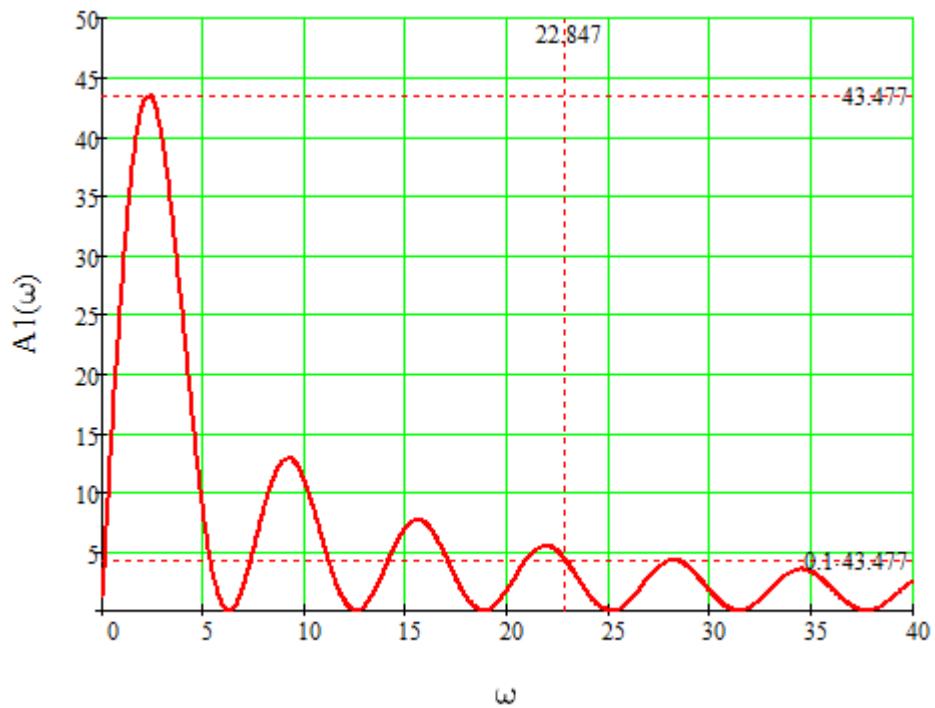


Рисунок 14 – Амплитудный спектр исследуемого сигнала

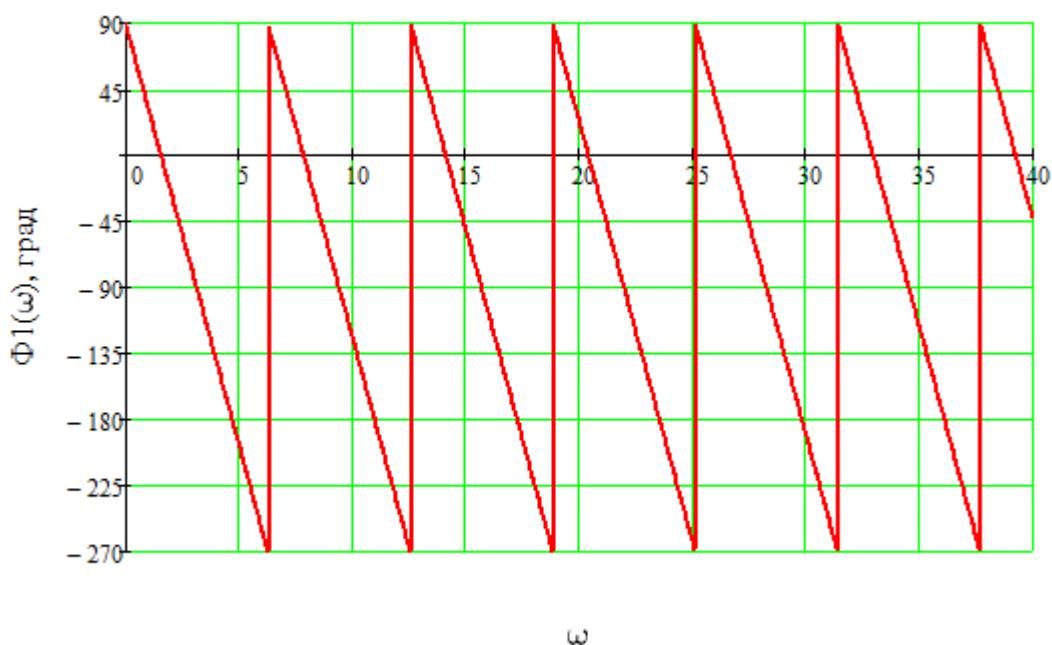


Рисунок 15 – Фазовый спектр исследуемого сигнала

6. Определение выходного сигнала (в случае одиночного импульса на входе) и оценка полученных результатов (в сравнении с прогнозируемыми)

Запишем выражение для изображения реакции цепи на входной одиночный импульс:

$$I_5(s) = I_1(s)H(s) = \\ = \frac{30}{s} (1 - 2e^{-s} + e^{-2s}) \frac{\frac{10}{3}}{s + 10} = I_{h1}(s) - 2I_{h1}(s)e^{-s\frac{t_u}{2}} + I_{h1}(s)e^{-st_u},$$

где

$$I_{h1}(s) = \frac{100}{s(s + 10)}.$$

Тогда

$$i_5(t) = i_{h1}(t) - 2i_{h1}(t - 1) + i_{h1}(t - 2),$$

причём

$$i_{h1}(t) = L^{-1}\{I_{h1}(s)\} = L^{-1}\left\{\frac{100}{s(s + 10)}\right\} = 30L^{-1}\left\{\frac{10/3}{s(s + 10)}\right\} = 30h_1(t) \\ = (10 - 10e^{-10t})\delta_1(t).$$

Таким образом,

$$i_5(t) = (10 - 10e^{-10t})\delta_1(t) - (20 - 20e^{-10(t-1)})\delta_1(t - 1) \\ + (10 - 10e^{-10(t-2)})\delta_1(t - 2).$$

Графики реакции (сплошная линия) и уменьшенного в 3 раза по амплитуде воздействия (штриховая линия) приведены на рисунке 16.

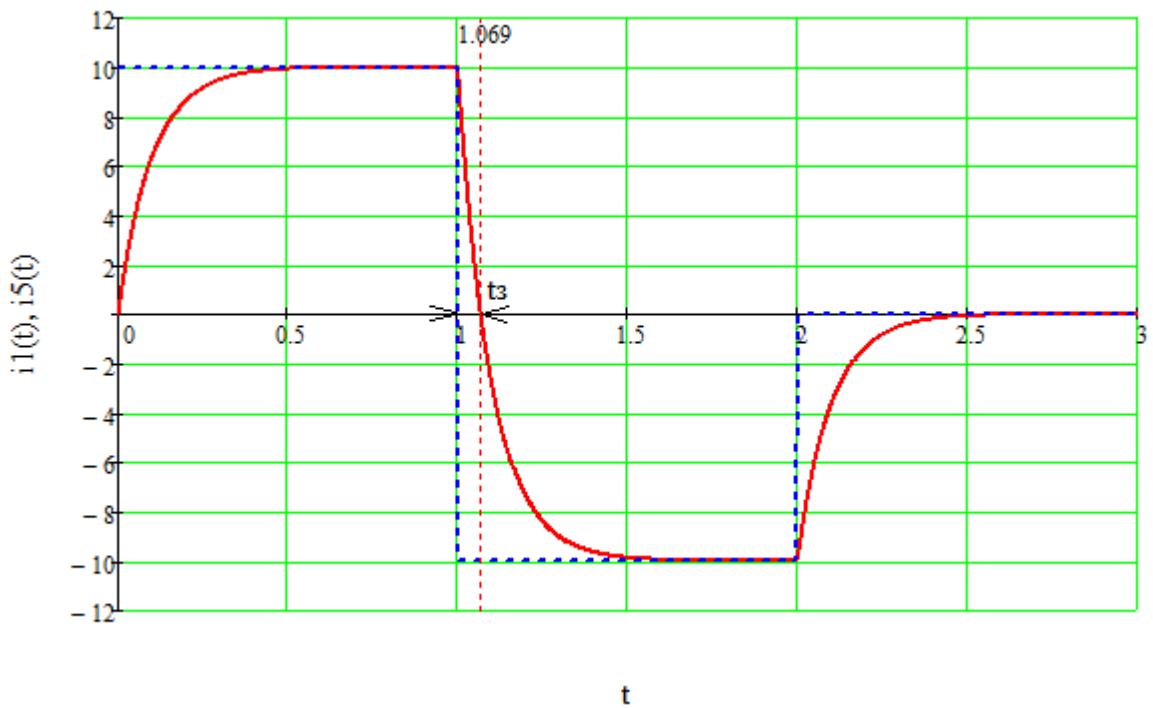


Рисунок 16 - Графики входного и выходного сигналов

Показанные здесь кривые подтверждают правильность предположений, сделанных ранее на основе анализа частотных характеристик цепи и спектральных характеристик сигнала (об уровне скачка на выходе, площади реакции и небольшом искажении). Время задержки $t_3=1,069-1=0,069$, что отличается от оценки в пункте 2.

7. Расчет ряда Фурье периодического воздействия и прогноз вида реакции

Для получения спектральных характеристик входного периодического воздействия используем связь дискретного спектра с изображением по Лапласу условного «первого импульса». Делаем замену $t^* = t - 17$. Найдём изображение по Лапласу входного одиночного импульса, для чего воспользуемся методом двойного дифференцирования. На рисунке 17 изображён график первой производной входного сигнала, на рисунке 18 – второй производной.

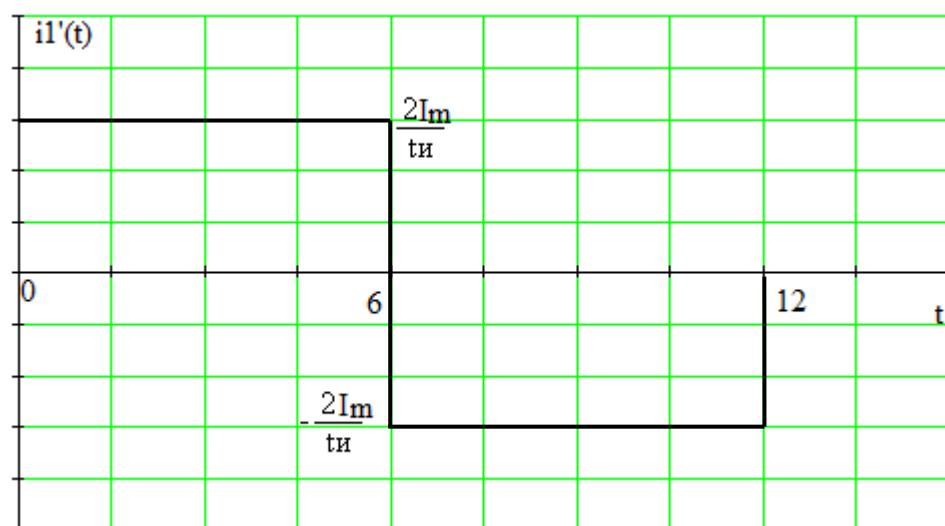


Рисунок 17 - График первой производной входного сигнала

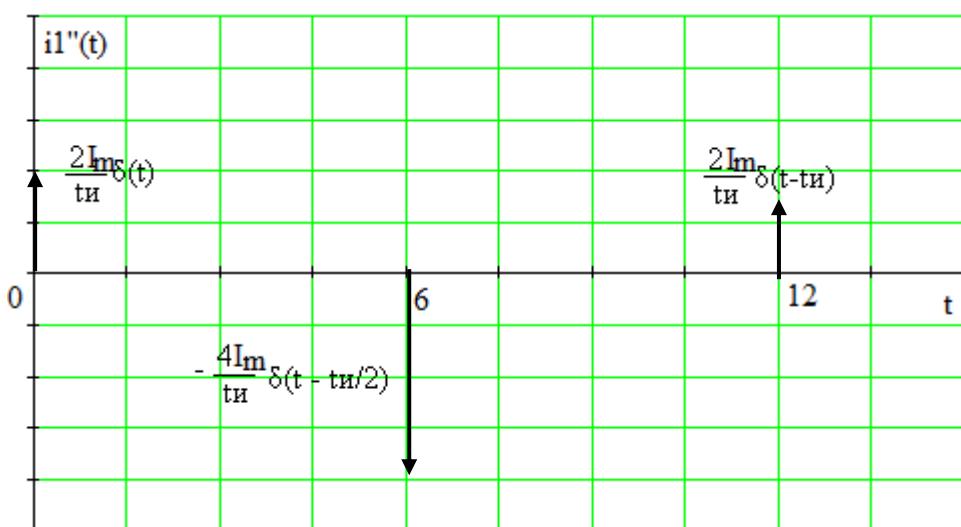


Рисунок 18 – График второй производной входного сигнала

Исходя из рисунка 18, можно записать

$$L\{i_1''(t)\} = \frac{2I_m}{t_u} - \frac{4I_m}{t_u} e^{-s\frac{t_u}{2}} + \frac{2I_m}{t_u} e^{-st_u}.$$

Следовательно,

$$I_1(s) = \frac{2I_m}{t_u s^2} - \frac{4I_m}{t_u s^2} e^{-s\frac{t_u}{2}} + \frac{2I_m}{t_u s^2} e^{-st_u} = \frac{2I_m}{t_u s^2} \left(1 - 2e^{-s\frac{t_u}{2}} + e^{-st_u} \right)$$

Для получения спектральных характеристик входного периодического сигнала используем их связь со спектральными характеристиками входного одиночного импульса:

$$\dot{A}_{1k} = \frac{2}{T} I_{11}(s) \Big|_{s=jk\omega_1},$$

где, $k = 0, 1, 2, \dots, N$; N – число гармоник ряда Фурье, используемых при расчёте; $\omega_1 = 2\pi/T = 2\pi/12 = \pi/6$ – частота первой гармоники.

$$\begin{aligned} \dot{A}_{1k} &= \frac{2}{T} I_{11}(s) \Big|_{s=j\omega_1 \frac{\pi}{6}} = \frac{2}{12} \cdot \frac{2}{\left(-k^2 \frac{\pi^2}{36}\right)} [1 - 2e^{-jk\pi} + e^{-j2k\pi}] = \\ &= \frac{12}{-k^2 \pi^2} e^{-jk\pi} [e^{jk\pi} - 2 + e^{-jk\pi}] = \frac{48}{k^2 \pi^2} \sin^2\left(\frac{k\pi}{2}\right) e^{-jk\pi}. \end{aligned}$$

Амплитудный дискретный спектр входного периодического сигнала:

$$A_{1k} = |\dot{A}_{1k}| = \frac{48}{k^2 \pi^2} \sin^2\left(\frac{k\pi}{2}\right).$$

Фазовый дискретный спектр входного периодического сигнала

$$\Phi_k^* = -k\pi.$$

Учитывая, что $t^* = t - 17$ и применяя теорему о задержке, имеем следующее выражение для фазового спектра

$$\Phi_k = \Phi_k^* - k \frac{\pi}{6} \cdot 17 = -k \frac{23\pi}{6}.$$

Запишем отрезок ряда Фурье, аппроксимирующий входное периодическое воздействие при $N = 4$:

$$i_1(t) \approx 6 + 4,863 \cos\left(\frac{\pi}{6}t - 690^\circ\right) + 0,54 \cos\left(\frac{\pi}{2}t - 1710^\circ\right).$$

Графики амплитудного и фазового дискретных спектров приведены на рисунках 19 и 20 соответственно (штриховыми линиями показаны графики спектров одиночного импульса воздействия с учетом множителя $2/T$).

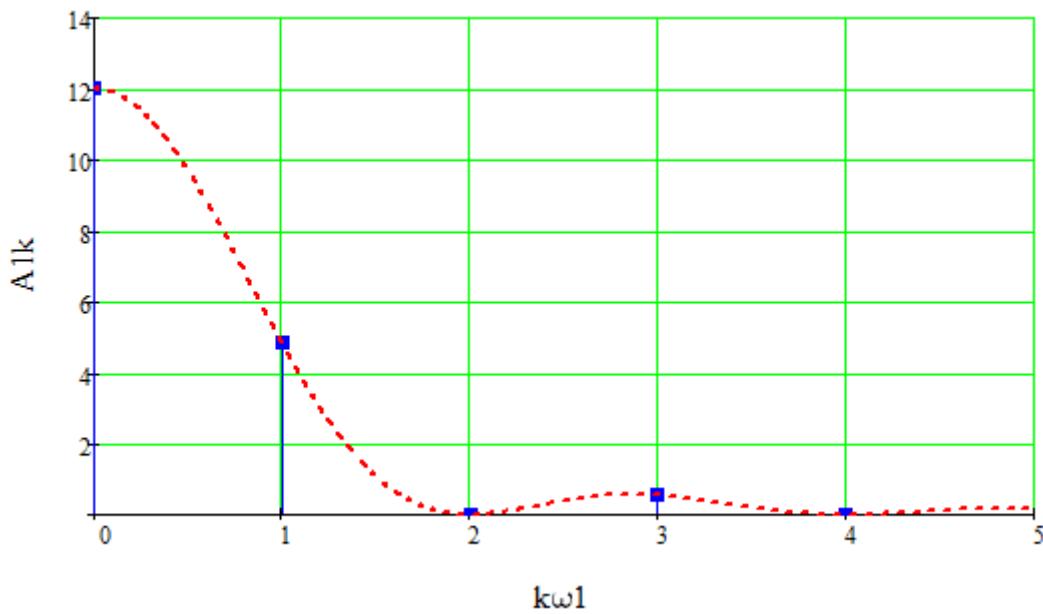


Рисунок 19 – Амплитудный дискретный спектр входного периодического сигнала

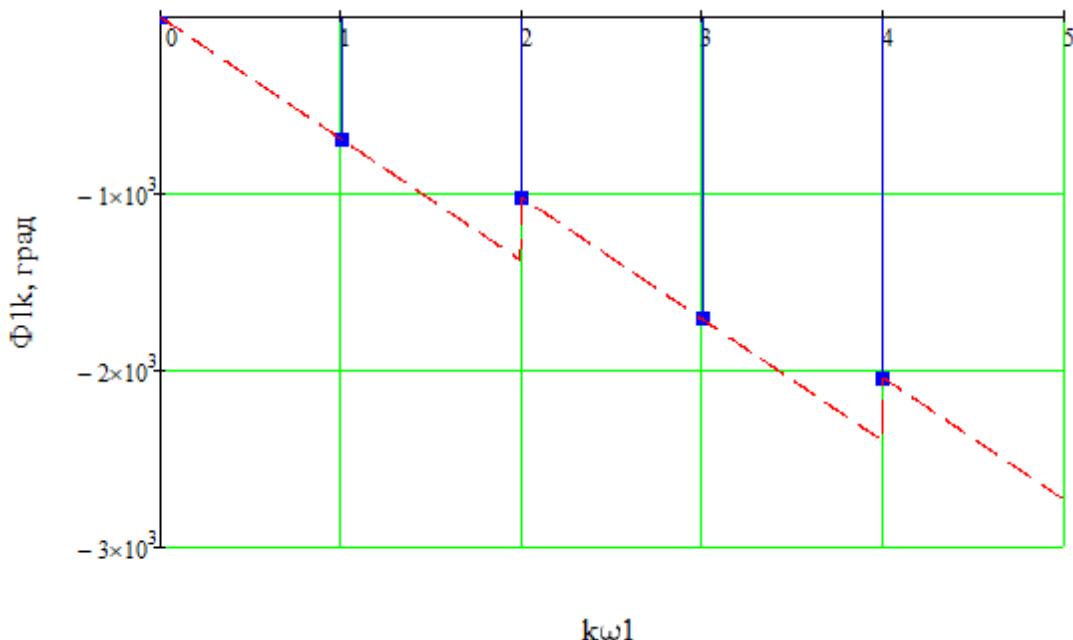


Рисунок 20 – Фазовый дискретный спектр входного периодического сигнала

Ряд Фурье содержит постоянную составляющую (среднее значение – нулевую гармонику сигнала), значение которой можно проверить по графику воздействия:

$$\frac{A_0}{2} = f_{cp} = \frac{1}{T} \int_0^T i_1(t) dt = \frac{S_\Delta}{T} = \frac{12 \cdot 6}{12} = 6,$$

где S_{Δ} - площадь условного «первого импульса», а также содержит только нечетные гармоники, поскольку сигнал $f(t) = i_1(t) - f_{\text{ср}}$, то есть без постоянной составляющей, обладает свойством $f(t) = -f(t \pm T/2)$.

На рисунке 21 приведены графики периодического воздействия (штриховая линия) и его аппроксимация отрезком ряда Фурье (сплошная линия). Тонкими штриховыми линиями на обозначены составляющие, соответствующие отдельным гармоникам отрезка ряда Фурье.

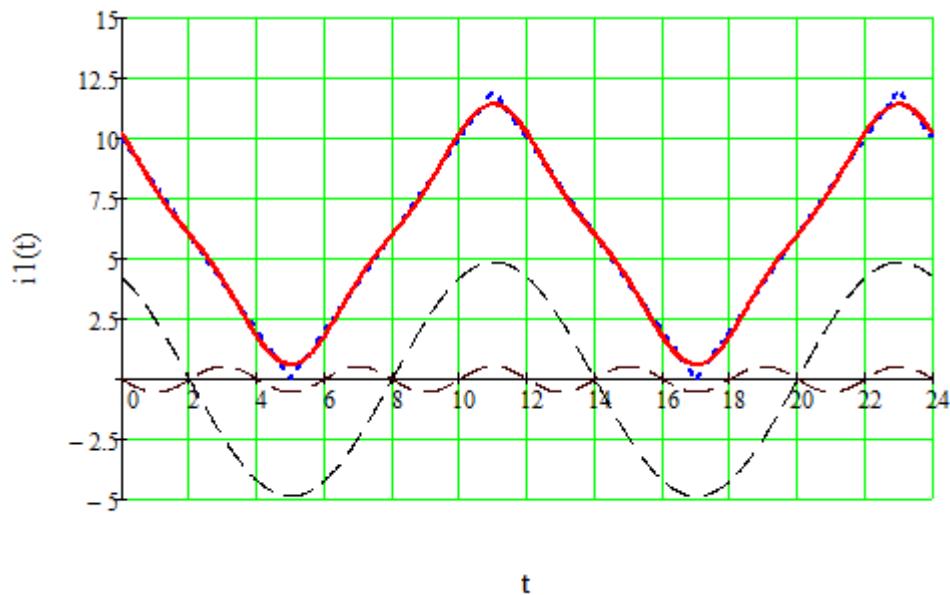


Рисунок 21 - Аппроксимация исходного сигнала отрезком ряда Фурье

Сравнивая дискретный спектр с частотными характеристиками цепи можно сделать вывод: постоянная составляющая сигнала пройдет на выход с коэффициентом 1/3 (поскольку АЧХ $A(0) = 1/3$) и в спектре реакции останутся все гармоники, которыми мы ограничились. Следовательно, искажения будут минимальные. Сигнал пройдет на выход с уменьшением амплитуды примерно в 3 раза.

8. Вычисление ряда Фурье периодического выходного сигнала и оценка прогноза

Запишем выражения для амплитудного и фазового дискретных спектров реакции при периодическом воздействии:

$$A_{2k} = A_{1k} \cdot A(k\omega_1); \Phi_{2k} = \Phi_{1k} + \Phi(k\omega_1).$$

Полученные значения отсчётов дискретных спектров приведены в таблице 4.

Таблица 4

k	ω	$A(\omega)$	$\Phi(\omega)$, град	A_{1k}	Φ_{1k} , град	A_{2k}	Φ_{2k} , град
0	0	0.333	0	12	-	4	-
1	$\pi/6$	0.333	-3	4.863	-690	1.619	-693
2	$\pi/3$	0.332	-6	0	-1020	0	-1026
3	$\pi/2$	0.329	-8.9	0.54	-1710	0.178	-1718.9
4	$2\pi/3$	0.326	-11.8	0	-2040	0	-2051.8

Отрезок ряда Фурье, аппроксимирующий реакцию, имеет вид:

$$i_5(t) = 2 + 1,619 \cos\left(\frac{\pi}{6}t - 693^\circ\right) + 0,178 \cos\left(\frac{\pi}{2}t - 1718.9^\circ\right).$$

Графики амплитудного и фазового дискретных спектров реакции на периодическое воздействие приведены на рисунках 22 и 23 соответственно.

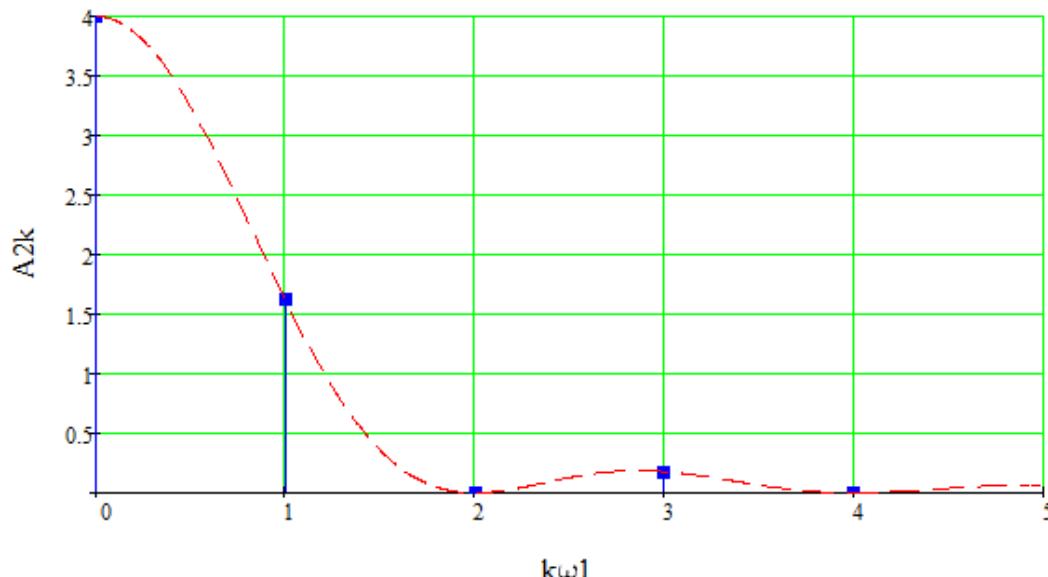


Рисунок 22 – Амплитудный дискретный спектр выходного периодического сигнала

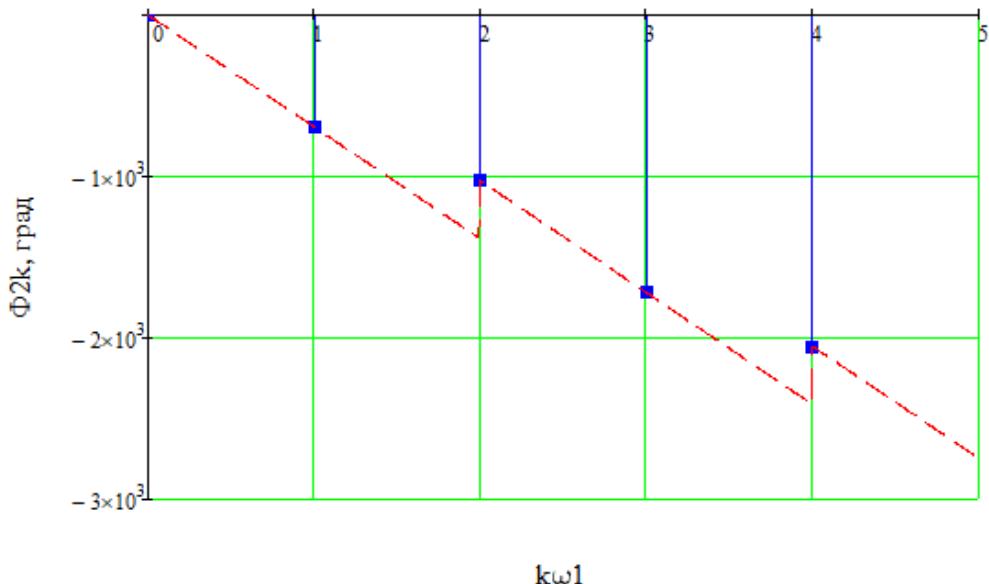


Рисунок 23 – Фазовый дискретный спектр выходного периодического сигнала

График реакции цепи при периодическом воздействии, аппроксимированном отрезком ряда Фурье, приведён на рисунке 24.

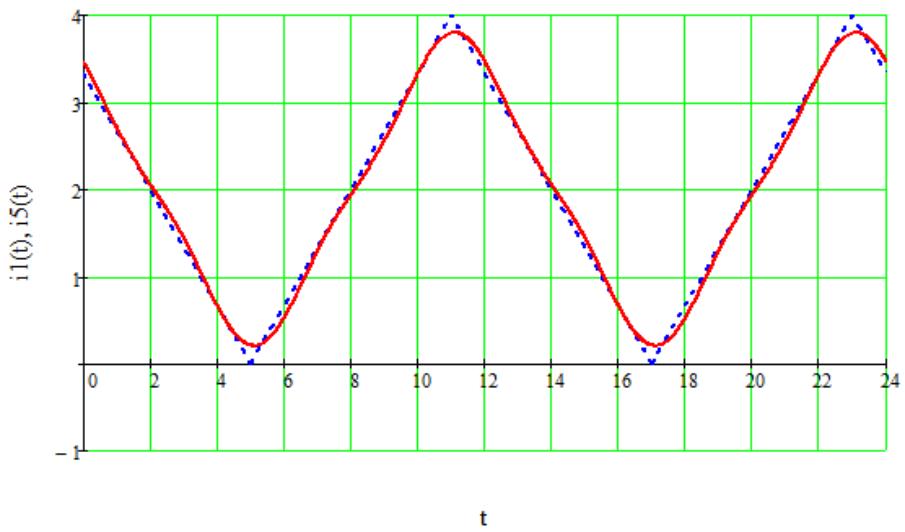


Рисунок 24 – Аппроксимация выходного периодического сигнала отрезком ряда Фурье

Штриховой линией на рисунке 24 обозначено периодическое воздействие, уменьшенное по амплитуде в 3 раза, сплошной линией – реакция, аппроксимированная отрезком ряда Фурье. Анализ приведенных на рисунке 24 графиков подтверждает правильность прогнозов, сделанных в пп. 6,7, – сигнал на выход проходит с минимальными искажениями.

Заключение

Проделав курсовую работу, мы осуществили практическое освоение и сравнение различных методов расчёта цепей, прогноз ожидаемых реакций и оценку ожидаемых результатов.

Мы определили передаточную функцию цепи, частотные и временные характеристики цепи, исследовали реакцию цепи при воздействии одиночного импульса, исследовали установившуюся реакцию цепи при воздействии периодической последовательности.

По передаточной функции цепи мы определили, что имеем дело с фильтром низких частот. Длительность переходных процессов составляет 0,3. Частота среза фильтра равна 10.

Сопоставляя спектры входного сигнала с частотными характеристиками цепи, можно установить, что большая часть амплитудного спектра входного сигнала не укладывается в полосу пропускания. Значит следует ожидать малого искажения входного сигнала.

Сравнивая дискретный спектр с частотными характеристиками цепи можно сделать вывод: постоянная составляющая сигнала пройдет на выход с коэффициентом 1/3 и в спектре реакции останутся все гармоники, которыми мы ограничились. Следовательно, искажения будут минимальные. Сигнал пройдет на выход с уменьшением амплитуды примерно в 3 раза.

Список литературы

1. Бычков Ю.А., Золотницкий В.М., Чернышев Э.П. Основы теории электрических цепей: Учебник для вузов. СПб.: Лань, 2002.
2. Бычков Ю.А., Золотницкий В.М., Чернышев Э.П. Сборник задач и практикум по основам теории электрических цепей. 2-е изд.- СПб.: Питер, 2007.
3. Барков А.П., Бычков Ю.А., Дегтярев С.А. и др. Анализ электрических цепей. Учебное пособие к курсовой работе по электротехнике. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ».2011. – 176 с.
4. Барков А.П., Бычков Ю.А., Дегтярев С.А. и др. Курсовое проектирование по теоретической электротехнике: учеб. пособие: в 2 ч. Ч. II / под ред. Ю. А. Бычкова, Е. Б. Соловьевой, Э. П. Чернышева. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2017. 48 с