

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и информационных систем

Факультет автоматики и вычислительной техники

Кафедра автоматики и телемеханики

Расчетная графическая работа №2

по теме

«Линейные электрические цепи при периодических несинусоидальных  
токах и напряжениях»

Вариант 6

Выполнил:

студент гр. ИТб-3302-02-00

Ердяков Р.А.

Проверил:

Вахрушев В.Ю.

Задание:

Для электрической цепи, изображенной на рисунке 1, выполнить следующее:

1. Найти мгновенный ток  $i$ , действующее значение тока  $I$  и напряжения  $U$ , потребляемую активную мощность  $P$ .
2. Построить на одном графике зависимости обеих гармоник напряжения и тока, а также напряжения  $u$  и тока  $i$  от времени. Пунктирной линией показать на графике действующие значения напряжения  $U$  и тока  $I$ .
3. Представить спектры амплитуд гармоник тока и напряжения.

Исходная электрическая цепь представлена на рисунке 1.

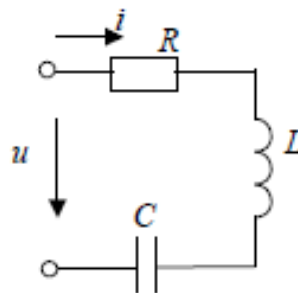


Рисунок 1 – Исходная электрическая цепь

Условия задачи представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия задачи

$U, В$	$R, Ом$	$\omega L, Ом$	$1/\omega C, Ом$
$20\sin\omega t + 14,1\sin 2\omega t$	10	5	-

1) Найдем параметры элементов цепи для разных гармоник.

Так как величина  $1/\omega C$  не дана, следовательно в цепи отсутствует конденсатор. Из данного уравнения напряжения и исходный данных получаем:

$$U_{max1} = 20 В$$

$$U_{max2} = 14.1 В$$

$$X_{L1} = 5 \text{ Ом}$$

$$R = 10 \text{ Ом}$$

Найдем реактивное сопротивление второй гармоники по формуле 1.1

$$X_{L2} = 2 * \omega * L = 10 \text{ Ом} \quad (1.1)$$

Найдем значение комплексных амплитуд напряжения по формулам 1.2 и 1.3

$$\dot{U}_{max1} = U_{max1} * e^{j0} = 20 * e^{j0} \quad (1.2)$$

$$\dot{U}_{max1} = U_{max1} * e^{j0} = 14.1 * e^{j0} \quad (1.3)$$

Найдем комплексное сопротивление первой и второй гармоники и приведем его в показательную форму по формулам 1.4 и 1.5.

$$Z_1 = R + jX_{L1} = 10 + 5j = 11.18 * e^{j26.5} \quad (1.4)$$

$$Z_2 = R + jX_{L2} = 10 + 10j = 14.14 * e^{j45} \quad (1.5)$$

Найдем значение комплекса действующего тока первой и второй гармоники по формулам 1.6 и 1.7

$$\dot{I}_{max1} = \frac{U_{max1}}{Z_1} = \frac{20 * e^{j0}}{11.18 * e^{j26.5}} = 1.69 * e^{-j26.5} \quad (1.6)$$

$$\dot{I}_{max2} = \frac{U_{max2}}{Z_2} = \frac{14.1 * e^{j0}}{14.14 * e^{j45}} = 0.99 * e^{-j45} \quad (1.7)$$

Найдем значение комплекса действующего тока и напряжения первой и второй гармоники по формулам 1.8, 1.9, 1.10 и 1.11

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{I}_{max1}}{\sqrt{2}} = \frac{1.69 * e^{-j26.5}}{\sqrt{2}} = 1.2 * e^{-j26.5} \quad (1.8)$$

$$i_2 = \frac{i_{max2}}{\sqrt{2}} = \frac{0.99 * e^{-j45}}{\sqrt{2}} = 0.7 * e^{-j45} \quad (1.9)$$

$$\dot{U}_1 = \frac{\dot{U}_{max1}}{\sqrt{2}} = \frac{20 * e^{j0}}{\sqrt{2}} = 14.14 * e^{j0} \quad (1.10)$$

$$\dot{U}_2 = \frac{\dot{U}_{max2}}{\sqrt{2}} = \frac{14.1 * e^{j0}}{\sqrt{2}} = 9.97 * e^{j0} \quad (1.11)$$

Из найденных комплексных значений можно перейти к амплитудным:

$$I_{max1} = 1.69 \text{ A}$$

$$I_{max2} = 0.99 \text{ A}$$

$$I_1 = 1.19 \text{ A}$$

$$I_2 = 0.7 \text{ A}$$

$$U_1 = 14.14 \text{ В}$$

$$U_2 = 9.97 \text{ В}$$

$$\varphi_1 = 0^\circ$$

$$\varphi_2 = -45^\circ$$

Найдем действующие значения тока и напряжения, а также активную мощность по формулам 1.12, 1.13, 1.14, 1.15 и 1.16

$$I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} = \sqrt{1.19^2 + 0.7^2} = 1.38 \text{ A} \quad (1.12)$$

$$U = \sqrt{U_1^2 + U_2^2} = \sqrt{14.14^2 + 9.97^2} = 17.51 \text{ В} \quad (1.13)$$

$$P_1 = U_1 * I_1 * \cos(\varphi_1) = 14.14 * 1.19 * \cos(0^\circ) = 16.83 \text{ Вт} \quad (1.14)$$

$$P_2 = U_2 * I_2 * \cos(\varphi_2) = 9.97 * 0.7 * \cos(-45^\circ) = 4.88 \text{ Вт} \quad (1.15)$$

$$P = P_1 + P_2 = 16.826 + 4.88 = 21.71 \text{ Вт} \quad (1.16)$$

Уравнение тока будет задано формулой 1.17

$$i(t) = 1.69 * \sin(\omega t) + 0.99 * \sin(\omega t + 45^\circ) \quad (1.17)$$

2) Построим на одном графике зависимости обеих гармоник напряжения и тока, а также напряжения  $u$  и тока  $i$  от времени. Пунктирной линией покажем на графике действующие значения напряжения  $U$  и тока  $I$ .

На рисунке 2.1 представлен график зависимости силы тока и напряжения от времени.

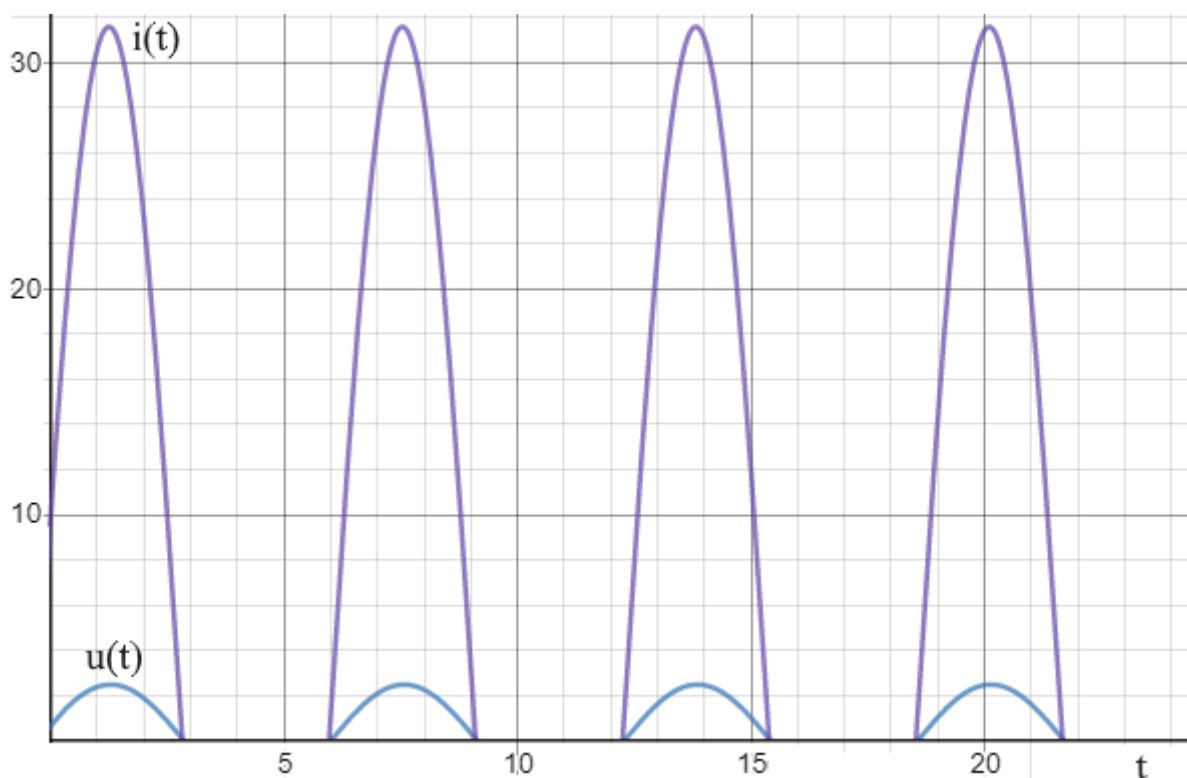


Рисунок 2.1 – Зависимость силы тока и напряжения от времени

На рисунке 2.2 представлен график зависимости обеих гармоник от времени.

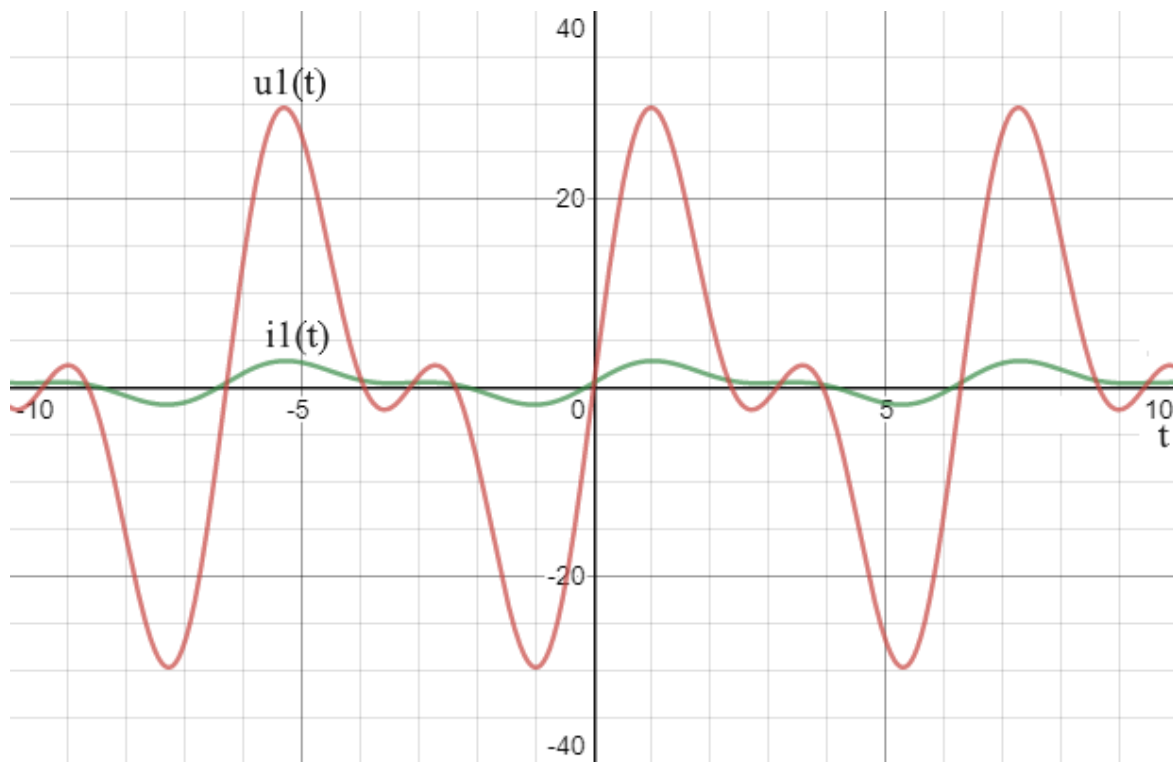
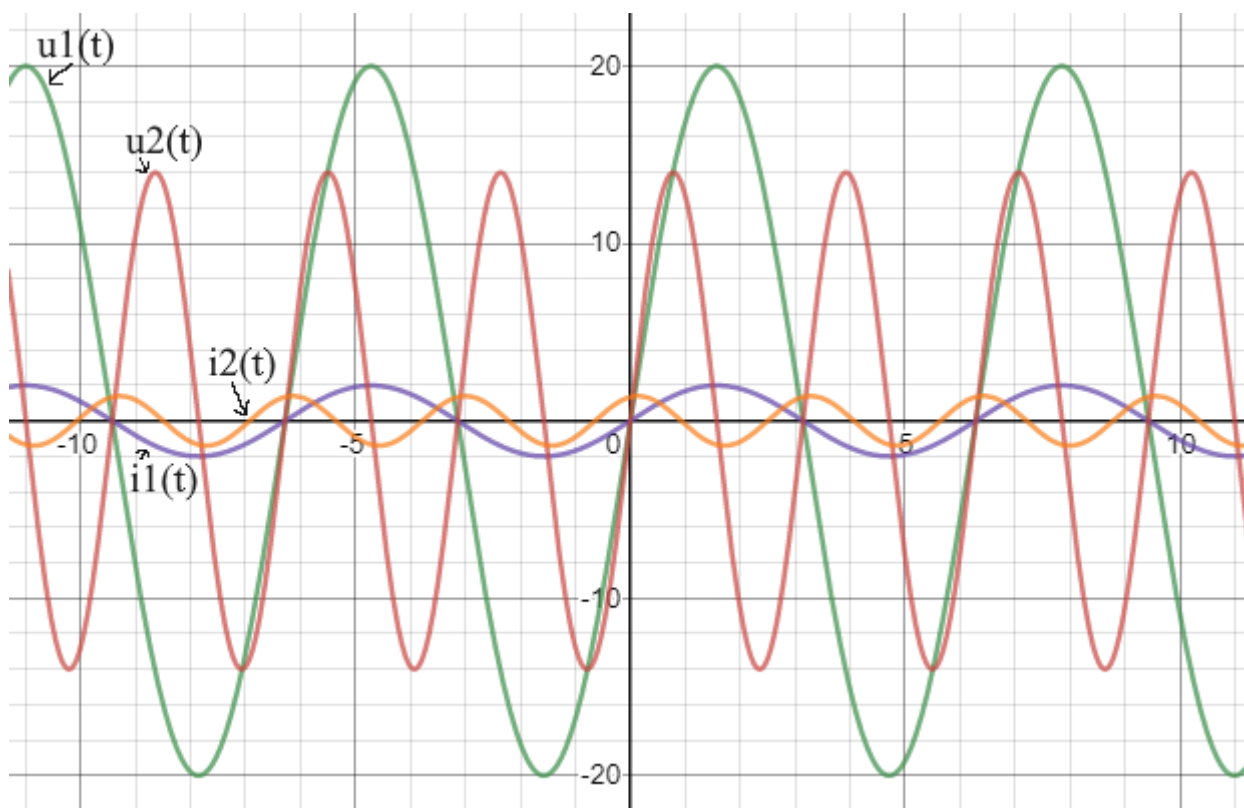


Рисунок 2.2 – Зависимость обеих гармоник о времени



### 3. Представьте спектры амплитуд гармоник тока и напряжения.

Спектр амплитуд напряжения представлен на рисунке 3.1

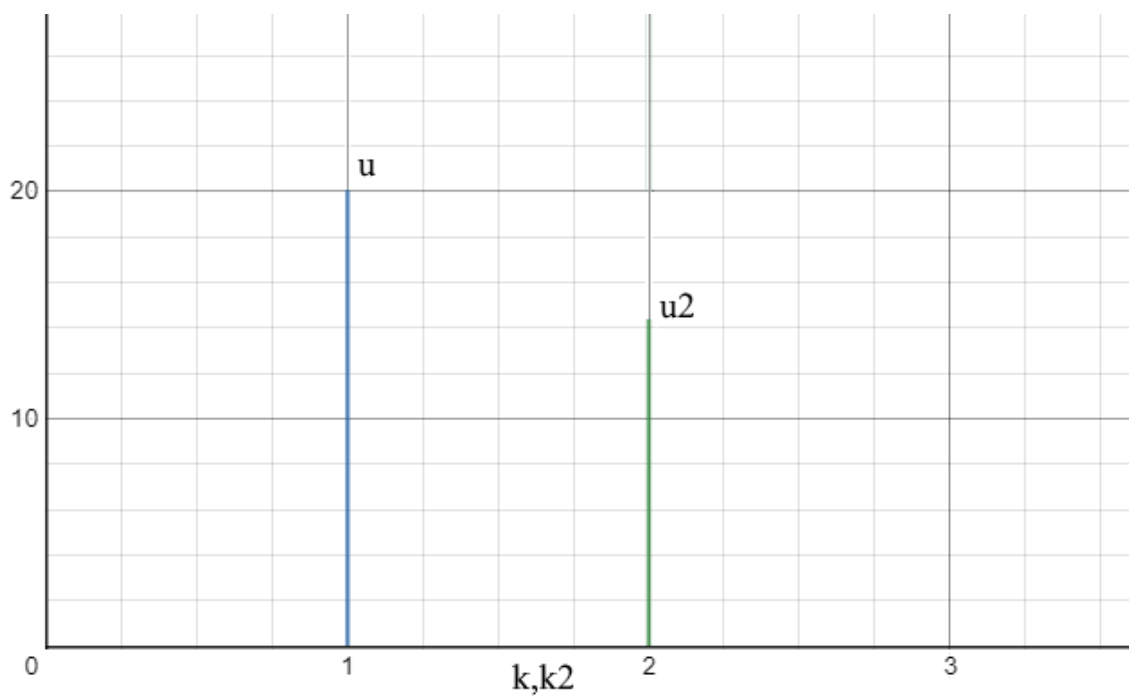


Рисунок 3.1 – Спектр амплитуд напряжения

Спектр амплитуд тока представлен на рисунке 3.2

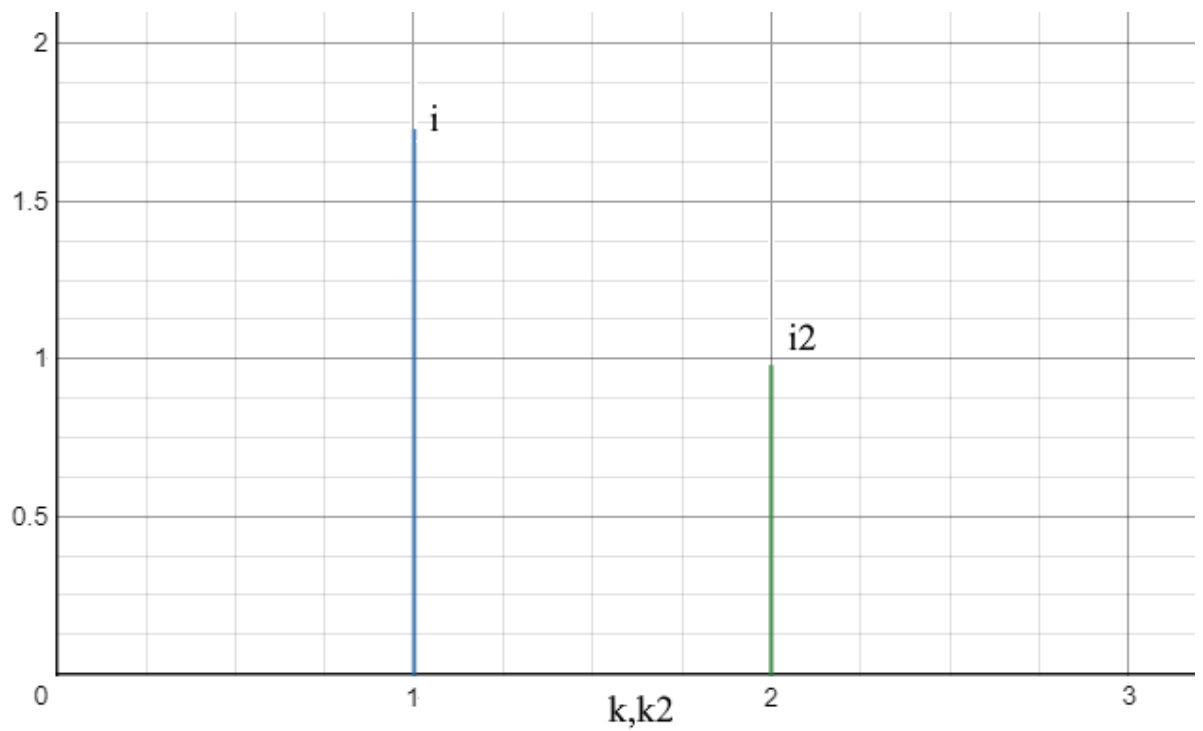


Рисунок 3.2 – Спектр амплитуд тока

Вывод: был произведен расчет параметров линейной электрической цепи при периодических несинусоидальных токах и напряжениях. В ходе работы использовался символический метод расчета цепей.