

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова
Департамент электронной инженерии

Курс: ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №4

«Длинные линии»

Ефремов Виктор Васильевич
БИТ-203
Вариант 6

Москва
2021

Входные данные:

$$R_0 = 25 * 10^3 \text{ Ом/м}$$

$$L_0 = 25 * 10^{-6} \text{ Гн/м}$$

$$C_0 = 2 * 10^{-9} \text{ Ф/м}$$

$$g_0 = 1 \text{ См/м}$$

$$f = 1 * 10^9 \text{ Гц}$$

$$d = 1 * 10^{-3} \text{ м}$$

$$n = 10$$

Комплексные сопротивление и проводимость

$$Z_0 = R_0 + j\omega L_0 = 25 * 10^3 + j * 2 * 3.1415926 * 1 * 10^9 * 25 * 10^{-6} = (25 + j157.070) * 10^3 \frac{\text{Ом}}{\text{м}}$$

$$Y_0 = g_0 + j\omega C_0 = 1 + j * 2 * 3.1415926 * 1 * 10^9 * 2 * 10^{-9} = 1 + j12.566 \frac{\text{См}}{\text{м}}$$

$$Z_C = \sqrt{\frac{Z_0}{Y_0}} = \sqrt{\frac{(25 + j157.070) * 10^3}{1 + j12.566}} \approx 112.239 - j4.404$$

$$\gamma = \sqrt{Z_0 Y_0} = \sqrt{((25 + j157.070) * 10^3) * (1 + j12.566)} \approx 167.575 + j1405.995 = \alpha + j\beta$$

Сопротивление имеет емкостной характер, т.к. $\text{Im}(Z_C) < 0$

$$C_C = \frac{1}{2 * 3.1415926 * 1 * 10^9 * 4.404} \approx 36.139 * 10^{-12}$$

$$V = \frac{\omega}{\beta} = \frac{2 * 3.1415926 * 1 * 10^9}{1405.995} \approx 4.469 * 10^6$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{2 * 3.1415926}{1405.995} \approx 4.469 * 10^{-3}$$

Параметры секции:

$$R_M = \frac{R_0 d}{n} = \frac{25 * 10^3 * 1 * 10^{-3}}{10} = 2.5 \text{ Ом}$$

$$L_M = \frac{L_0 d}{n} = \frac{25 * 10^{-6} * 1 * 10^{-3}}{10} = 2.5 * 10^{-9} \text{ Гн}$$

$$C_M = \frac{C_0 d}{n} = \frac{2 * 10^{-9} * 1 * 10^{-3}}{10} = 0.2 * 10^{-12} \text{ Ф}$$

$$g_M = \frac{g_0 d}{n} = \frac{1 * 1 * 10^{-3}}{10} = 10^{-4} \text{ См}$$

$$R_g = \frac{1}{g_M} = 10^4 \text{ Ом}$$

Файл описания схемы:

7. Согласованная нагрузка

```
V 1 0 AC=1V
R1 1 2 1n
R2 3 4 1n
R3 5 6 1n
R4 7 8 1n
R5 9 10 1n
R6 11 12 1n
R7 13 14 1n
R8 15 16 1n
R9 17 18 1n
R10 19 20 1n
RL 21 22 112.2
CL 22 0 36.1p
X1 2 0 3 TLINE
X2 4 0 5 TLINE
X3 6 0 7 TLINE
X4 8 0 9 TLINE
X5 10 0 11 TLINE
X6 12 0 13 TLINE
X7 14 0 15 TLINE
X8 16 0 17 TLINE
X9 18 0 19 TLINE
X10 20 0 21 TLINE
.subckt TLINE 1 2 6
R 1 3 1.25
R1 4 5 1.25
L 3 4 1.25n
L1 5 6 1.25n
Rg 4 2 10k
C 4 2 200f
.ends
.AC LIN 1 1g 1g
.PRINT AC I(R1) I(R2) I(R3) I(R4) I(R5) I(R6) I(R7) I(R8) I(R9) I(R10) I(RL)
.PRINT AC V(2) V(4) V(6) V(8) V(10) V(12) V(14) V(16) V(18) V(20) V(21)
```

Другие варианты нагрузки меняют только строку RL и удаляют CL:

Холостой ход:

```
RL 21 0 1G
```

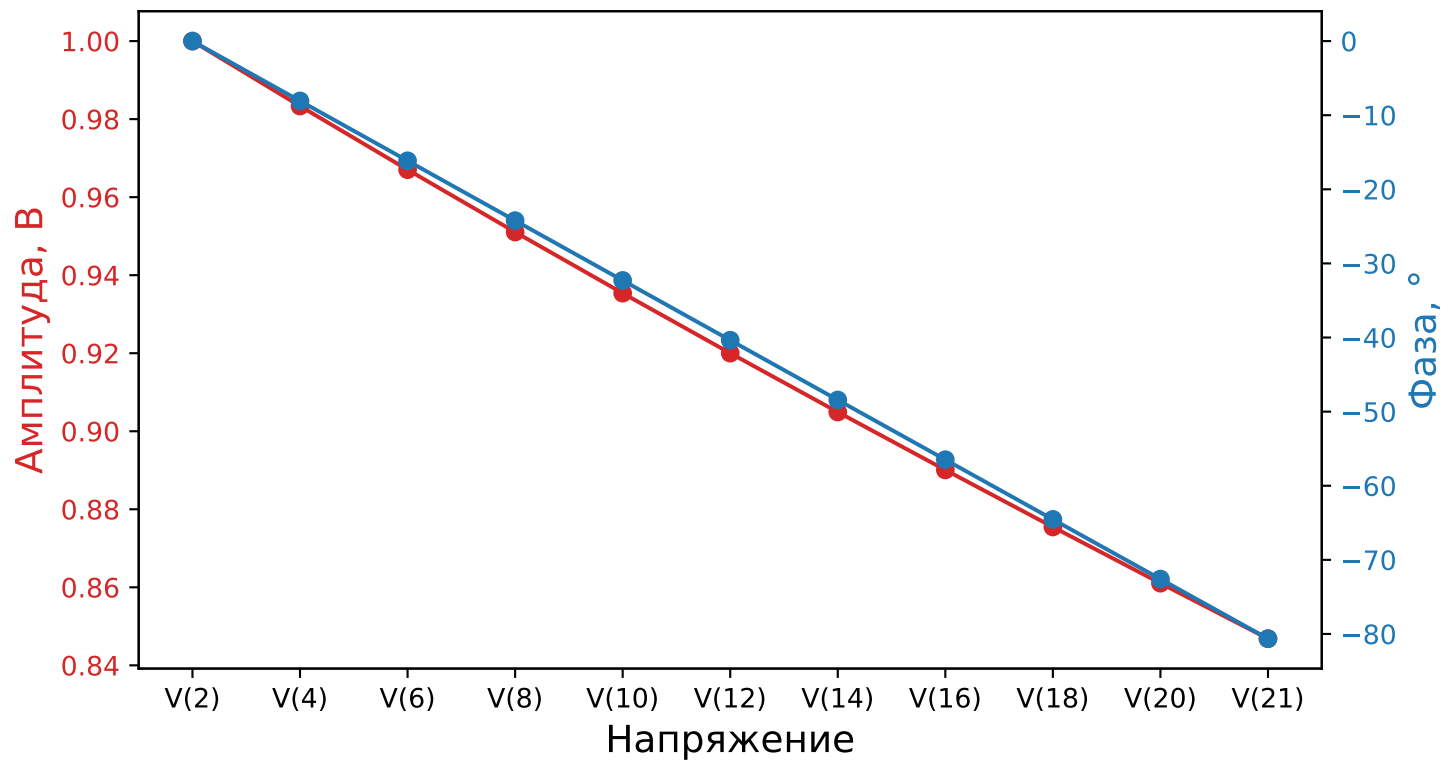
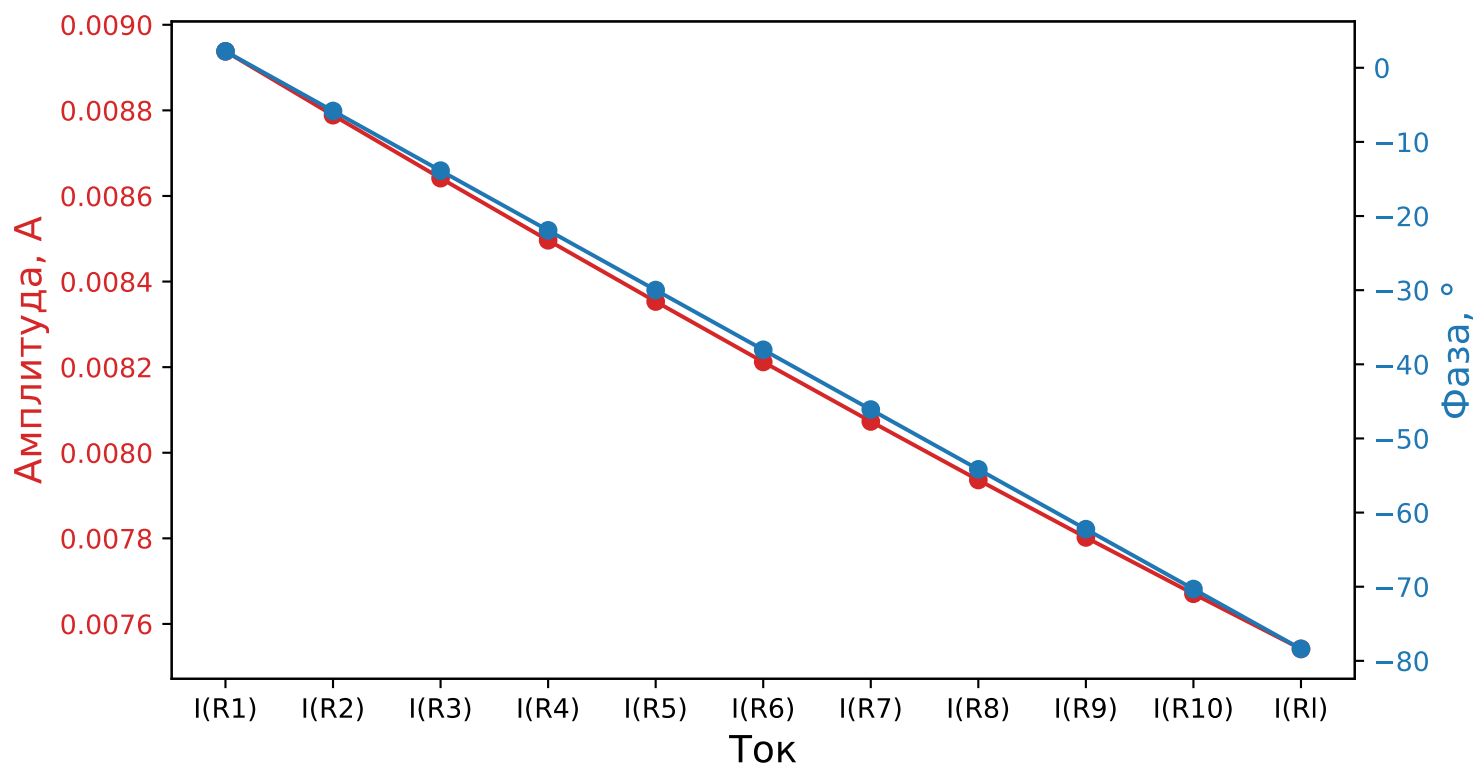
Короткое замыкание:

```
RL 21 0 1n
```

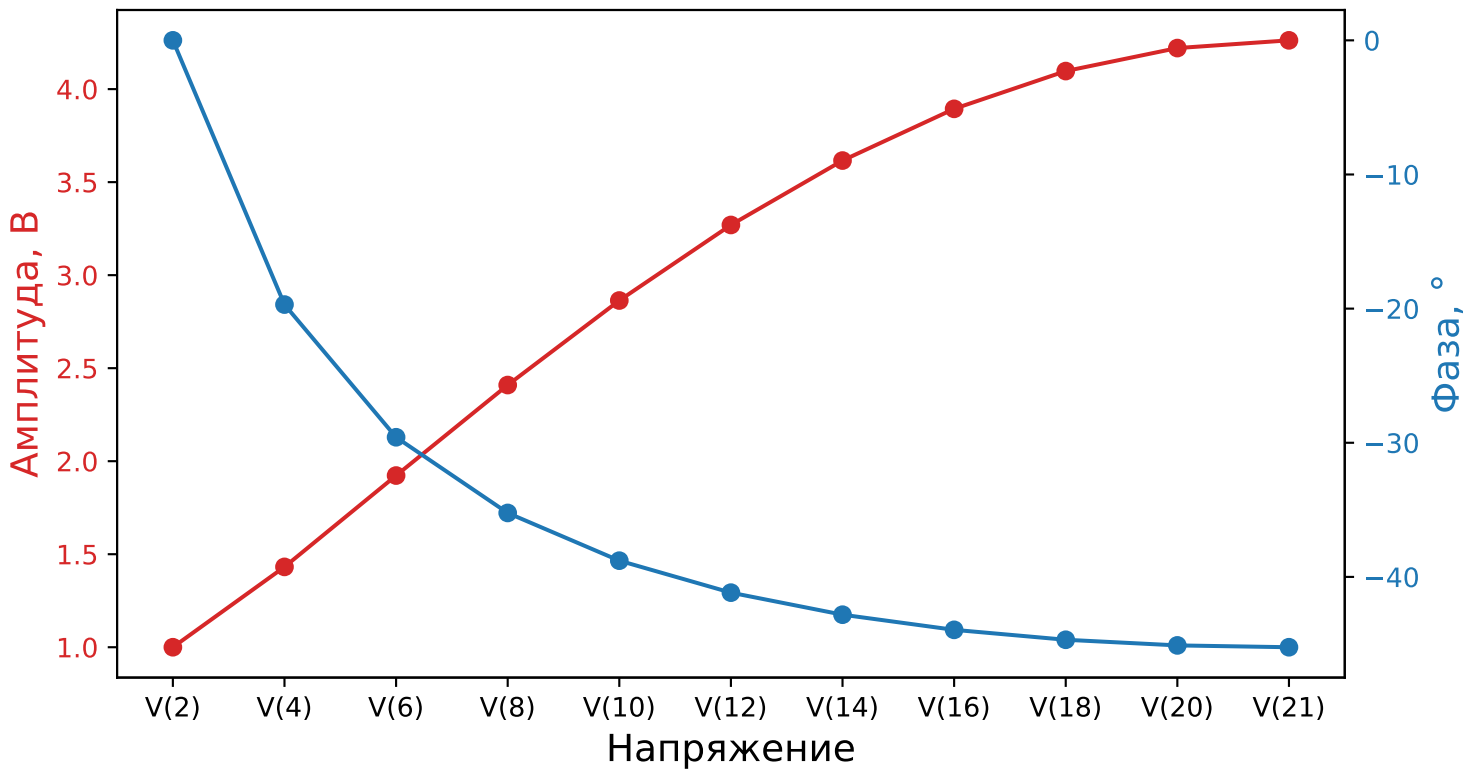
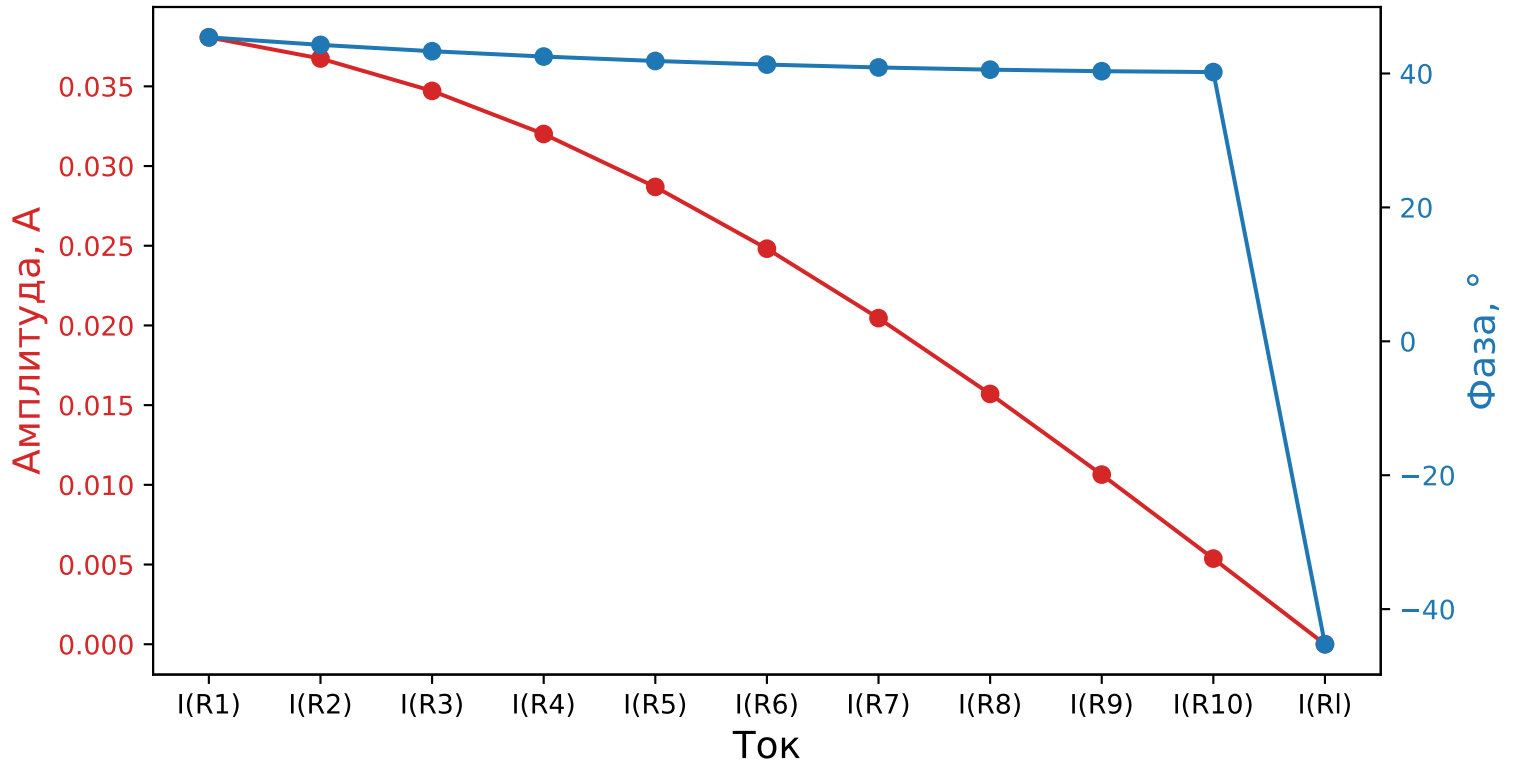
Активная нагрузка:

```
RL 21 0 224.5
```

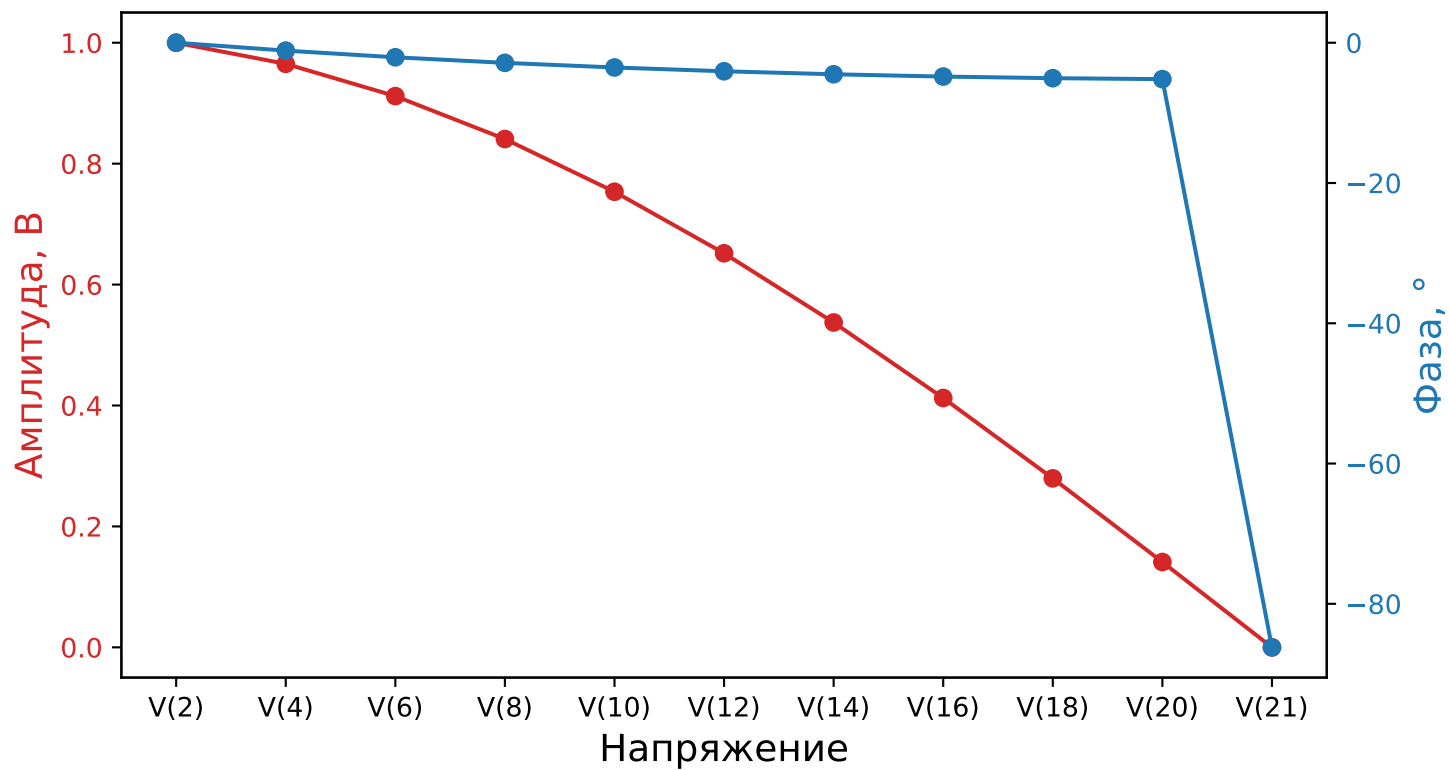
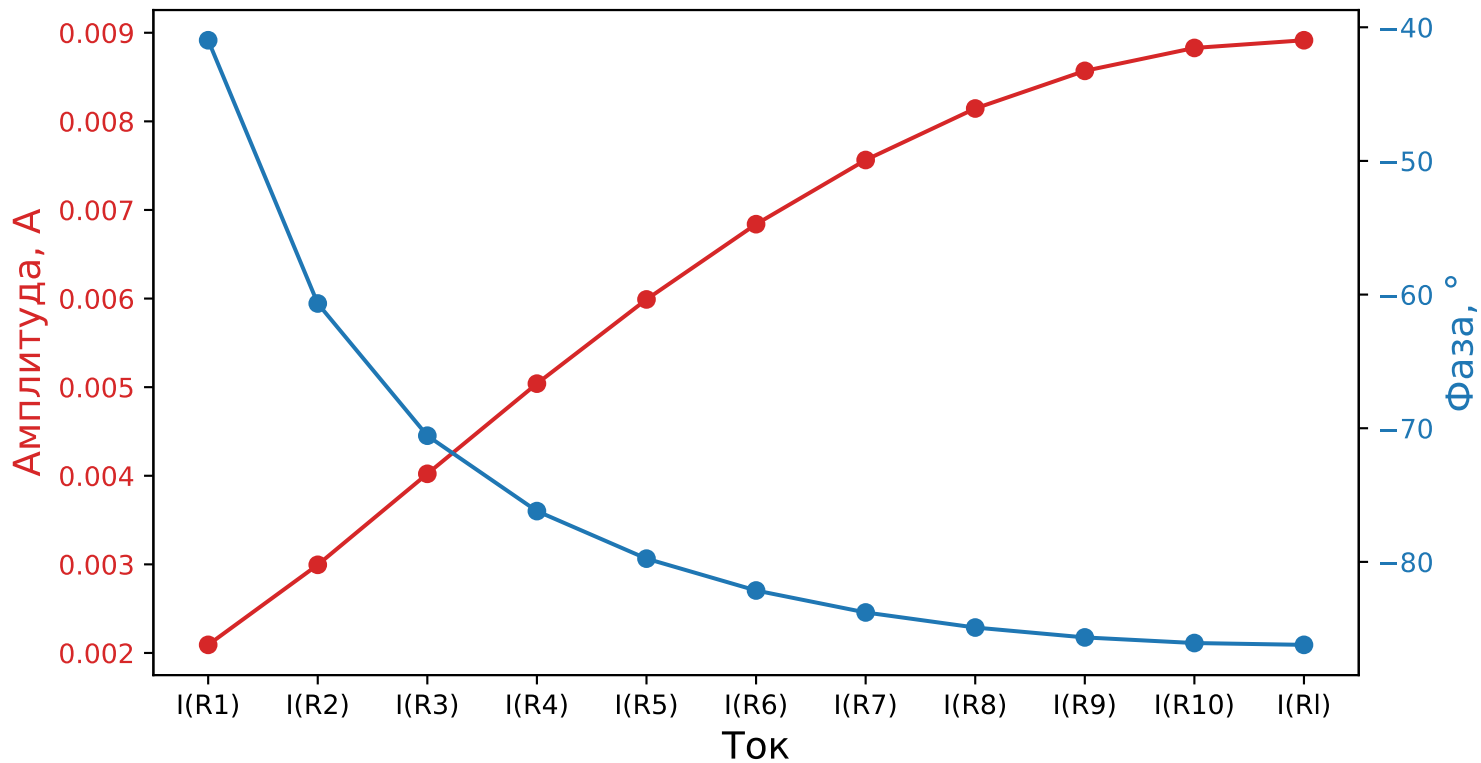
Согласованная нагрузка



Холостой ход



Короткое замыкание



Активная нагрузка

