

# РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ (ИДДО направление 03)

## ЧАСТЬ 1

### РАСЧЕТ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА КОМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ

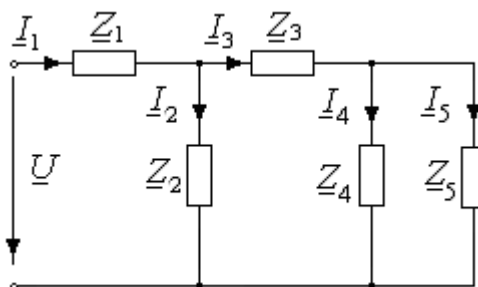
#### Теория

Элементы линейных цепей синусоидального тока (параметры, компонентные уравнения). Комплексный метод расчета линейных цепей синусоидального тока. Закон Ома в комплексной форме. Векторные диаграммы и топографические диаграммы напряжений. Активная, реактивная, полная, комплексная мощность. Уравнение баланса комплексной мощности.

#### Практическое задание:

Исходными для выполнения задания являются схема электрической цепи, приведенная на рисунке, комплексные сопротивления в ее ветвях, а также:

- напряжение на входе цепи, для  $n^*$  - четных;
- ток в одной из ветвей цепи, для  $n$  – нечетных.



1. Рассчитать комплексные токи и напряжения в ветвях цепи.
2. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений. Проверить выполнение законов Кирхгофа.
3. Найдите угол  $\varphi$  сдвига по фазе между напряжением на входе цепи  $\underline{U}$  и током  $\underline{I}_1$ .  
Определить характер цепи (активно-индуктивный или активно-емкостный).  
Рассчитать параметры последовательной и параллельной схем замещения двухполюсника. Рассчитать активные и реактивные составляющие комплексных тока и напряжения на входе двухполюсника.
4. Рассчитайте активную и реактивную мощности. Проверить баланс комплексных мощностей.

---

\*  $n$  - номер, под которым фамилия студента записана в списке группы

5. Построить графики мгновенных значений входного напряжения  $u(t)$  и входного тока  $i_1(t)$ .

Численные данные приведены в таблице 1. Для варианта а) задано действующее значение входного напряжения; для варианта б) значение  $k$  определяет номер ветви, действующее значение тока в которой задано. Так, для варианта  $n=15$  задано  $I_5 = 8$  А, для варианта  $n=30$  задано  $U = 80$  В.

**Таблица 1**

Вариант $n$	$\underline{Z}_1, \text{ Ом}$	$\underline{Z}_2, \text{ Ом}$	$\underline{Z}_3, \text{ Ом}$	$\underline{Z}_4, \text{ Ом}$	$\underline{Z}_5, \text{ Ом}$	$U, \text{ В}$	$k$	$I_k, \text{ А}$
1, 16	$1,5 - j3$	6	$-j6$	$j10$	$10 + j10$	30	2	2
2, 17	$3 - j6$	20	$-j20$	$j20$	$10 - j10$	130	4	4
3, 18	$2 - j4$	3	$-j2$	10	$10 + j10$	120	3	5
4, 19	$4 - j12$	60	$j80$	100	$100 - j100$	120	1	2
5, 20	$8 - j6$	20	$j40$	$-j100$	$100 - j100$	100	5	8
6, 21	$8 - j4$	20	$j20$	$-j20$	$10 + j10$	120	3	6
7, 22	$4 - j4$	$j4$	$-j4$	$j20$	$10 + j10$	80	4	2
8, 23	$5 - j5$	$j10$	$-j10$	$j10$	$10 - j10$	100	2	4
9, 24	$4 - j4$	$j8$	$-j4$	20	$10 + j10$	80	5	5
10, 25	$4 - j4$	$j8$	$j4$	20	$10 - j10$	120	1	1
11, 26	$4 - j4$	$j4$	$j4$	$-j20$	$10 - j10$	120	2	10
12, 27	$5 - j5$	$j10$	$j10$	$-j10$	$10 + j10$	100	3	2
13, 28	$8 - j8$	$-j8$	$-j4$	$j20$	$10 + j10$	120	4	2
14, 29	$6 - j2$	$-j10$	$-j10$	$j10$	$5 - j5$	120	1	4
15, 30	$4 - j4$	$-j8$	$-j4$	20	$10 + j10$	80	5	8

**Методические указания:**

Начальную фазу приложенного к цепи напряжения (вариант а) задания) или начальную фазу заданного в  $k$ -ой ветви тока (вариант б) задания) можно принять произвольной. Если ее принять равной нулю, то комплексное напряжение на входе цепи будет равно

$\underline{U} = Ue^{j0^\circ} = U \angle 0^\circ$ . Задавая начальную фазу тока в  $k$ -ой ветви равной нулю, получаем, что комплексный ток в этой ветви равен  $\underline{I}_k = I_k e^{j0^\circ} = I_k \angle 0^\circ$ .

## ЧАСТЬ 2

### УСТАНОВИВШИЕСЯ ПРОЦЕССЫ В ЦЕПЯХ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

#### Теория

Уравнения линии без потерь при произвольной нагрузке. Распределение действующих значений напряжения  $U(x)$  и тока  $I(x)$  вдоль линии при произвольной нагрузке. Коэффициент стоячей волны, коэффициент бегущей волны. Режим согласованной нагрузки. Согласование линии с нагрузкой: назначение и типы согласующих устройств; выбор согласующего устройства.

#### Практическое задание:

Линия без потерь длиной  $l$  с волновым сопротивлением  $Z_c$  соединяет генератор и нагрузку  $Z_n = R_n + jX_n$ .

1. Построить график распределения действующих значений напряжения  $U(x)$  и тока  $I(x)$  вдоль линии ( $x$  отсчитывается то конца линии).
2. Рассчитать согласующее устройство заданного типа.
3. Построить график распределения действующих значений напряжения  $U$  и тока  $I$  в линии и в элементах согласующего устройства (трансформаторе, шлейфе) после согласования, считая, что действующее значение генератора  $U_1$  осталось неизменным.

#### Выбор схемы и числовых данных

1. Длина и волновое сопротивление линии, действующее значение напряжения и частота генератора определяются по  $n$  - номер, под которым фамилия студента записана в списке группы:

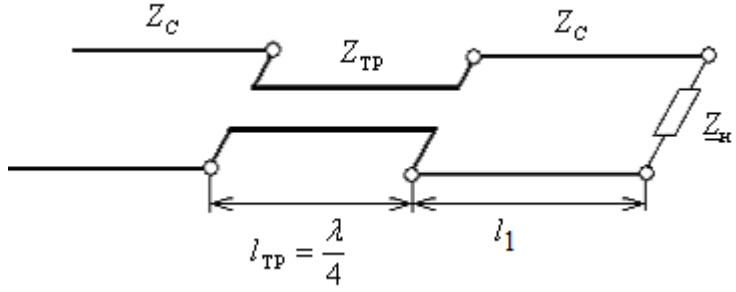
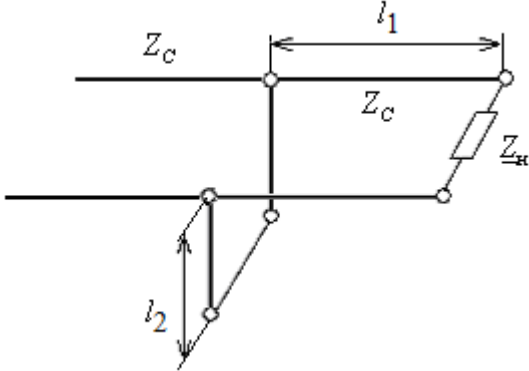
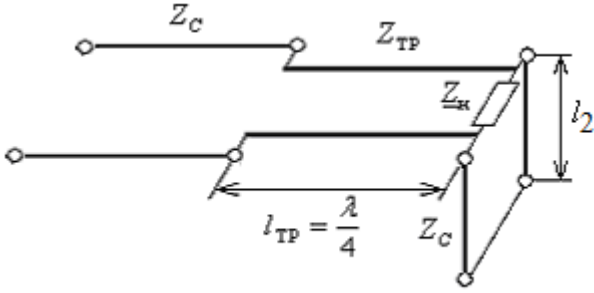
$$l = \lambda \left(1 + \frac{n}{20}\right), \quad f = 10 \cdot n \text{ МГц}, \quad U_1 = 5 \cdot n \text{ мВ}, \quad Z_c = 100 + 10 \cdot n \text{ Ом}.$$

2. Комплексное сопротивление нагрузки на заданной частоте  $Z_n = R_n + jX_n$  определяется из соотношений:

$$R_n = 50 \cdot n \text{ Ом}, \quad X_n = 50 \cdot (10 - n) \text{ Ом}.$$

3. Тип согласующего устройства задается в таблице 2.

Таблица 2

$n$	Тип согласующего устройства	
<p>1</p> <p>4</p> <p>7</p> <p>10</p> <p>13</p> <p>16</p> <p>19</p> <p>22</p> <p>..</p>	<p>Четвертьволновый трансформатор (<math>Z_{\text{ТР}}</math>), включенный на расстоянии <math>l_1</math> от нагрузки</p> <p>Определить: <math>Z_{\text{ТР}}</math>, <math>l_1</math></p>	
<p>2</p> <p>5</p> <p>8</p> <p>11</p> <p>14</p> <p>17</p> <p>20</p> <p>23</p> <p>...</p>	<p>Параллельный короткозамкнутый шлейф длиной <math>l_2</math> с волновым сопротивлением <math>Z_c</math>, включенный на расстоянии <math>l_1</math> от нагрузки</p> <p>Определить: <math>l_1</math>, <math>l_2</math></p>	
<p>3</p> <p>6</p> <p>9</p> <p>12</p> <p>15</p> <p>18</p> <p>21</p> <p>24</p> <p>...</p>	<p>Четвертьволновый трансформатор (<math>Z_{\text{ТР}}</math>), включенный непосредственно к нагрузке совместно с короткозамкнутым шлейфом (<math>Z_c</math>) длиной <math>l_2</math>, включенным параллельно нагрузке</p> <p>Определить: <math>Z_{\text{ТР}}</math>, <math>l_2</math></p>	

### **Требования по оформлению и график выполнения Расчетного задания**

1. Расчетное задание оформляется на листах формата А4 в печатном или рукописном виде. Электронная версия должна иметь формат doc или pdf, для рукописной формы - скриншоты в формате png. Титульный лист оформляется в печатном виде по образцу. Листы нумеруются.
2. Нумерация рисунков производится двумя цифрами: первое число соответствует номеру пункта, второе - порядковому номеру рисунка в данном пункте. Рисунки могут быть нарисованы от руки и вставлены в текст как картинки.
3. Для проведения расчетов могут быть использованы любые математические программы.
4. Комплексные величины (часть 1) представляются в полярной и алгебраической форме. Векторные и топографические диаграммы изображаются в масштабе, рекомендуется совместить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений. Для построения векторных диаграмм и графиков мгновенных значений могут быть использованы любые математические программы.
5. Для построения графиков распределения действующих значений напряжений и токов (часть 2) могут быть использованы любые математические программы.
6. Сроки выполнения Расчетного задания определены Календарным планом.
7. Образец Титульного листа Курсовой работы:

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»  
ИНСТИТУТ ДИСТАНЦИОННОГО И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ**

**РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ**

(ИДДО направление 03)

Работу выполнил

Студент \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Работу проверил

\_\_\_\_\_

дата \_\_\_\_\_

оценка \_\_\_\_\_

Москва

(год выполнения)