

# Министерство науки и высшего образования РФ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Кафедра ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## Расчетное задание №3 по дисциплине «Теоретические основы электротехники»

«Разветвленная цепь трехфазного тока»

<b>Студент:</b>	
<b>Группа:</b>	
<b>Вариант:</b>	
<b>Подпись студента:</b>	
<b>Дата сдачи:</b>	
<b>Дата защиты:</b>	
<b>Оценка:</b>	
<b>Преподаватель:</b>	
<b>Подпись преподавателя:</b>	

Москва 2025

## СИММЕТРИЧНЫЕ, НЕСИММЕТРИЧНЫЕ И НЕСИНУСОИДАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ В ТРЕХФАЗНЫХ ЦЕПЯХ С ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

### Общие сведения:

В работе проводится расчет трехфазных электрических цепей, содержащих динамическую нагрузку. Расчет несимметричных и несинусоидальных режимов проводится методом симметричных составляющих. Заданы сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности генератора и динамической нагрузки (двигателя). В первой части трехфазный генератор с динамической нагрузкой (двигателем) рассчитывается в симметричном режиме (Рис. 1) и при однофазном или междуфазном коротком замыкании (Рис. 2). Строятся векторные диаграммы симметричного и несимметричного режима, проводится проверка баланса активной мощности генератора и динамической нагрузки. Во второй части рассчитывается несинусоидальный режим трехфазного симметричного генератора с динамической нагрузкой (Рис. 3). Дополнительно предлагается построить график суммарной мгновенной мощности генератора или двигателя в симметричном, аварийном и несинусоидальном режиме.

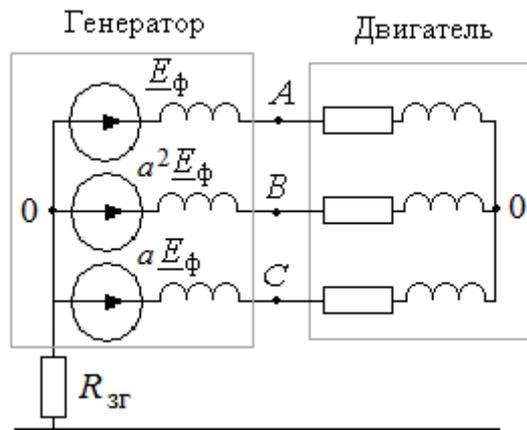


Рис. 1. Симметричный режим генератора с динамической нагрузкой

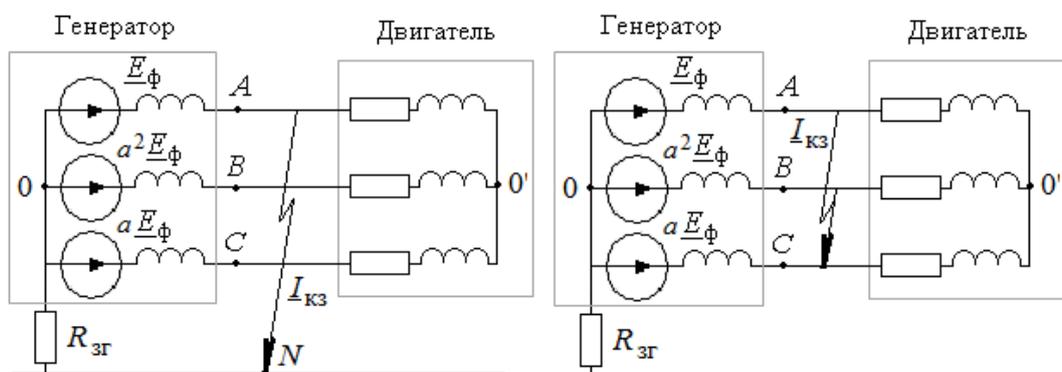


Рис. 2. Несимметричный режим генератора с динамической нагрузкой; короткое замыкание фазы А генератора; короткое замыкание между фазами С и А (СА) генератора

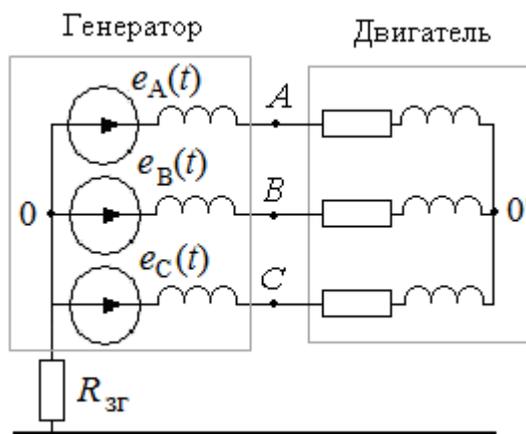


Рис. 3. Несинусоидальный режим симметричной трехфазной цепи

**Задание:**

1. Симметричный режим трехфазного генератора с динамической нагрузкой.
  - 1.1. Рассчитать токи двигателя в симметричном режиме.
  - 1.2. Нарисовать в масштабе векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
  - 1.3. Составить баланс активной мощности генератора и двигателя.
2. Симметричный и несимметричный режим трехфазного генератора с динамической нагрузкой.
  - 2.1. Рассчитать ток короткого замыкания, токи в фазах генератора и двигателя методом симметричных составляющих. Проверить выполнение 1<sup>го</sup> закона Кирхгофа во всех узлах трехфазной цепи. Рассчитать фазные и линейные напряжения генератора и двигателя.
  - 2.2. Нарисовать в масштабе векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений.
  - 2.3. Составить баланс активной мощности генератора и двигателя.
3. Несинусоидальный режим трехфазного генератора с динамической нагрузкой.
  - 3.1. Фазная ЭДС симметричного трехфазного генератора:
 
$$e_A(t) = E_{m1} \sin 314t + E_{m3} \sin(942t + \frac{\pi}{6}) + E_{m5} \sin(1570t - \frac{\pi}{10}) \text{ В,}$$
 амплитуды гармоник:  $E_{m1} = E_{\phi} \sqrt{2}$ ,  $E_{m3} = 0,35 E_{\phi} \sqrt{2}$ ,  $E_{m5} = 0,2 E_{\phi} \sqrt{2}$ .
 Рассчитать мгновенные и действующие значения токов в двигателе, фазных и линейных напряжений двигателя, напряжения  $u_{0'0}$ .
  - 3.2. Составить баланс активной мощности генератора и двигателя.
4. Построить графики мгновенных мощностей фаз генератора или двигателя во всех рассмотренных режимах нагруженного генератора (пункты 1-3 задания). Построить график суммарной мощности. Сделать вывод об уравновешенности трехфазной системы в рассмотренных режимах.

### **Правила оформления и сдачи расчетного задания:**

1. Образец титульного листа представлен на стр. 1.
  2. Все пункты расчетного задания выполняются самостоятельно и в сроки, установленные лектором (7 учебная неделя). Расчетное задание сдается в рукописном виде на листах формата А4 (запись с одной стороны листа) с обязательной нумерацией всех страниц (на титульном листе номер страницы не указывается).
  3. Листы расчетного задания скрепляются степлером или скрепкой.
  4. На второй странице расчетного задания приводятся исходная схема с указанием выбранного направления токов ветвей и исходные данные в соответствии с номером группы и номером, под которым фамилия студента записана в журнале группы.
  5. В каждом пункте расчетного задания должно быть написано задание.
  6. Производимые расчеты сопровождаются приведением расчетных схем с необходимыми пояснениями. Кроме того, в обязательном порядке должны быть приведены все промежуточные схемы, используемые в расчетах.
  7. В расчетном задании должны быть приведены подробные выкладки численного расчета (включая промежуточные вычисления).
  8. Графики аккуратным образом строятся на миллиметровой (клетчатой) бумаге простым карандашом с обязательным указанием масштаба, подписью и размерностью осей, а также с обозначением и численным выражением полученных зависимостей. Каждый график должен быть подписан, а рядом с ним необходимо привести численные данные, использованные для построения соответствующих зависимостей.
- Допускается построение графиков зависимостей в компьютерных программах при соблюдении вышеописанных правил оформления.

**Исходные данные:**

Числовые данные приведены в таблице 1;  $N$  – номер учебной группы,  $n$  – номер, под которым фамилия студента записана в журнале группы. Фазная ЭДС генератора  $E_{\phi}=100+10 \cdot (N+n)$  В, для всех вариантов  $Z_{\Delta 0}=1,5+j0,5$  Ом.

Таблица 1 – Числовые данные параметров элементов

$n$	КЗ	$Z_{r1}, \text{ Ом}$	$Z_{r2}, \text{ Ом}$	$Z_{r0}, \text{ Ом}$	$R_{зг}, \text{ Ом}$	$Z_{\Delta 1}, \text{ Ом}$	$Z_{\Delta 2}, \text{ Ом}$
1	А	$j2$	$j0,7$	$j0,4$	1,5	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
2	В	$j2,5$	$j1$	$j0,5$	1,5	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
3	С	$j2$	$j0,7$	$j0,4$	1,5	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
4	BC	$j2,5$	$j1$	$j0,5$	1,5	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
5	CA	$j2$	$j0,7$	$j0,4$	1,5	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
6	AB	$j2,5$	$j1$	$j0,5$	1,5	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
7	А	$j2$	$j0,7$	$j0,4$	4	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
8	В	$j2,5$	$j1$	$j0,5$	4	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
9	С	$j2$	$j0,7$	$j0,4$	4	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
10	BC	$j2,5$	$j1$	$j0,5$	4	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
11	CA	$j2$	$j0,7$	$j0,4$	4	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
12	AB	$j2,5$	$j1$	$j0,5$	4	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
13	В	$j2$	$j0,7$	$j0,4$	2,5	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
14	С	$j2,5$	$j1$	$j0,5$	2,5	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
15	А	$j2$	$j1$	$j0,5$	2,5	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
16	BC	$j2,5$	$j0,7$	$j0,4$	2,5	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
17	CA	$j2,5$	$j1$	$j0,5$	2,5	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
18	AB	$j2$	$j0,7$	$j0,4$	2,5	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
19	С	$j2$	$j1$	$j0,5$	3	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
20	А	$j2,5$	$j0,7$	$j0,4$	3	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
21	В	$j2$	$j1$	$j0,5$	3	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
22	CA	$j2,5$	$j0,7$	$j0,4$	3	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
23	AB	$j2$	$j1$	$j0,5$	3	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
24	BC	$j2,5$	$j0,7$	$j0,4$	3	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
25	С	$j2$	$j1$	$j0,4$	2	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
26	В	$j2,5$	$j0,7$	$j0,5$	2	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
27	А	$j2$	$j0,7$	$j0,4$	2	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
28	CA	$j2,5$	$j1$	$j0,5$	2	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$
29	AB	$j2$	$j0,7$	$j0,4$	2	$5,5+j4$	$1,8+j2,5$
30	BC	$j2,5$	$j1$	$j0,5$	2	$7,1+j5,8$	$2,3+j3$