ЗАДАЧА 7. КЛАССИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Электрические цепи, изображенные на рис. 11, подключены к источнику постоянного напряжения *U*. Ключом *К* производится коммутация в этих цепях. Параметры цепей заданы в табл. 8.

Требуется:

1. Определить токи и напряжение на элементах цепи в переходном процессе, решив задачу классическим методом.
2. Построить эпюры напряжения и токов, используя полученные математические выражения

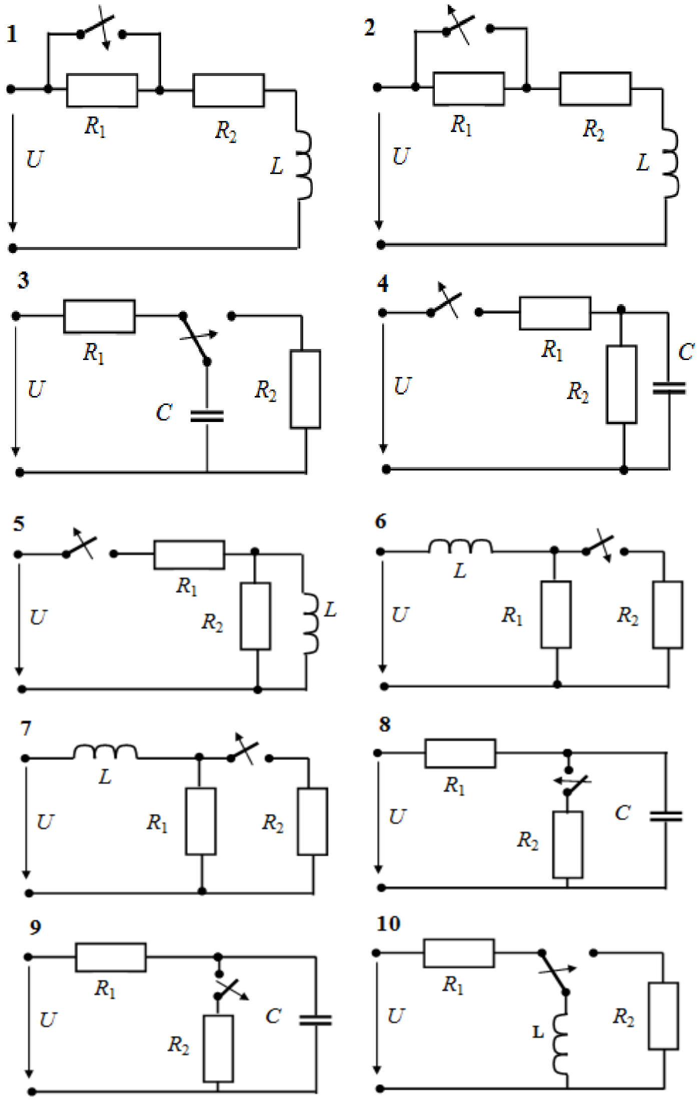

Рис. 11. Цепи постоянного тока в режиме коммутации

Таблица 8. Исходные данные по варианту

Номер варианта по списку	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Номер схемы	1	2	3	4	5	6	7	8	10	5
L, мГн	0,1	0,2	-	-	0,5	0,6	0,7	-	1	0,5
C, мкФ	-	-	30	40	-	-	-	20	-	-
Схема и значения L, C выбираются по варианту										
R_1, Ом	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
R_2, Ом	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
Значения R_1 и R_2 выбираются по варианту										
U, В	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50
Значение U выбирается по варианту										

Методические указания

Перед решением данной задачи необходимо изучить материалы курса, относящиеся к расчету переходных процессов в линейных цепях классическим методом. Расчет переходного процесса в линейной электрической цепи классическим методом состоит из следующих этапов.

1. Определим начальные условия переходного процесса.

2. По законам Кирхгофа составляем дифференциальные уравнения для цепи, образовавшейся после коммутации. Для цепей с емкостью составляем уравнение относительно напряжения на емкости u_C, а для цепи с индуктивностью - относительно тока индуктивности i_L.

3. Находим решение дифференциального уравнения по п. 2 в виде суммы принужденной и свободной составляющих.

4. По полученным аналитическим выражениям строим эпюры напряжений и токов.

Пример. В цепи, изображенной на рис. 11, вариант 9, требуется определить напряжение и токи в переходном процессе.

$R_1 = R_2 = 10$ Ом; $C = 10$ мкФ; $U = 20$ В.

Решение.

1. Определим начальные условия переходного процесса, т.е. $u_C\,(-0)$.

$$u_C(-0) = \frac{U \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 10 \text{ В.}$$

По законам коммутации

$$u_C(-0) = u_C(0) = 10 \text{ В.}$$

2. Составим по второму закону Кирхгофа дифференциальное уравнение цепи:

$$u_{R1} + u_C = U\,; \quad u_{R1} = R_1 i = R_1 C \frac{du_C}{dt}.$$

В результате получим дифференциальное уравнение

$$R_1 C \frac{du_C}{dt} + u_C = U.$$

3. Решение уравнения в общем виде $u_C = u_{СПР} + u_{ССВ}$, где принужденная составляющая $u_{СПР} = U$, а свободную составляющую $u_{ССВ}$ определим из однородного уравнения

$$R_1 C \frac{du_{ССВ}}{dt} + u_{ССВ} = 0.$$

в виде: $u_{ССВ} = A \cdot e^{pt}$, где p определим из характеристического уравнения

$$R_1 C_P + 1 = 0; \quad p = -\frac{1}{R_1 C} = 10^4 \frac{1}{c}.$$

Постоянную интегрирования A найдем с учетом начального условия $u_C(0) = 10$ В, известно, что

$$u_C = u_{СПР} + u_{ССВ} = U + Ae^{pt} = 20 + Ae^{-10^4 t},$$

поэтому при $t = 0$ получим уравнение $u_C(0) = 20 + A = 10$, $A = -10$ В.

В результате получим напряжение и ток переходного процесса:

$$u_C = 20 - 10e^{-10^4 t} \text{ В}; \; u_{R1} = U - u_C = 10e^{-10^4 t} \text{ В}; \; i = \frac{u_{R1}}{R_1} = 1e^{-10^4 t} \text{ А.}$$

4. По мгновенным токам и напряжениям строим временные диаграммы.