

Практическое занятие 3.1. Расчет надежности системы с учетом преднамеренных отключений

1. Основные теоретические сведения

Если надежность анализируется за длительный промежуток времени, например, при проектировании, то заранее предусмотреть число и длительность преднамеренных отключений сложно. В этом случае последние рассматриваются как поток случайных событий и используются положения теории вероятностей и математической статистики.

Интенсивность преднамеренных отключений последовательно соединенных n элементов:

$$v_o = \sum_{i=1}^n v_i = v_1 + v_2 + \dots + v_n, \quad (1)$$

где v_i , —интенсивность преднамеренных отключений i -го элемента.

Среднее время обслуживания данной схемы после преднамеренного отключения, т. е. продолжительности планово-предупредительного ремонта:

$$T_{oc} = v_o^{-1} \sum_{i=1}^n v_i \cdot T_{oi}, \quad (2)$$

где T_{oi} — продолжительность планово-предупредительного ремонта i -го элемента.

При ремонте электрооборудования обычно отключаются одновременно несколько взаимосвязанных элементов. Поэтому суммарная интенсивность преднамеренных отключений цепочки, как правило, меньше суммы интенсивностей частот отдельных элементов.

Один из элементов цепочки, который чаще отключается, называется *базовым*, а относительная частота преднамеренных отключений остальных

элементов по отношению к базовому — коэффициентом совпадения.

Статистически он определяется как:

$$g_i = \frac{m_i(t)}{M_i(t)}, \quad (3)$$

где $m_i(t)$ – число преднамеренных отключений i -го элемента, произведенных совместно с отключением базового элемента за период t ;

$M_i(t)$ – общее число преднамеренных отключений i -го элемента за тот же период времени.

Ориентировочные значения моментов электрической сети приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Ориентировочные значения моментов электрической сети

№ момента	Условное обозначение	Базовые элементы			
		ВЛ(КЛ) 35,110 кВ	ВЛ(КЛ) 6,10 кВ	Тр-р 110,35/10 кВ	Тр-р 6,10/0,4 кВ
1	Воздушная линия (ВЛ) 6, 10 кВ	0,7	1	0,6	–
2	Кабельная линия (КЛ) 6, 10 кВ	0,6	1	0,5	–
3	Ячейка распредустройства (РУ) 6,10 кВ	0,3	0,6	0,4	1
4	Ячейка РУ 35, 110 кВ	0,8	–	0,6	–
5	Ячейка выключателя 6, 10 кВ	0,8	0,8	0,7	–
6	Трансформатор 35,110/10 кВ	0,6	–	1	–
7	Трансформатор 6,10/0,4 кВ	0,3	0,6	0,4	1
8	Шины 35,110 кВ	0,6	–	0,8	–
9	Шины 6,10 кВ	0,75	–	0,7	0,8
10	Сборка НН ТП	–	0,4	–	0,8

С учетом коэффициента совпадения формулы для определения показателей преднамеренных отключений последовательно включенных элементов принимают вид:

- для интенсивности преднамеренных отключений

$$v_O = v_i + \sum_{i=1}^n v_i(1 - g_i); \quad (4)$$

- для среднего времени восстановления после преднамеренного отключения

$$T_{OC} = v_O^{-1} \left[v_B T_{OB} + v_{max} (T_{Omax} - T_{OB}) + \sum_{i=1}^n v_i \cdot T_{Oi} (1 - g_i) \right], \quad (5)$$

где v_B, T_{OB} - интенсивность преднамеренных отключений и среднее время обслуживания базового элемента; v_{max}, T_{Omax} - то же для элемента с максимальным временем обслуживания.

2. Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Для участка сети (рисунок 1) определить следующие показатели надежности:

- интенсивность отказов;
- среднее время восстановления;
- общую интенсивность преднамеренных отключений;
- среднее время обслуживания участка.

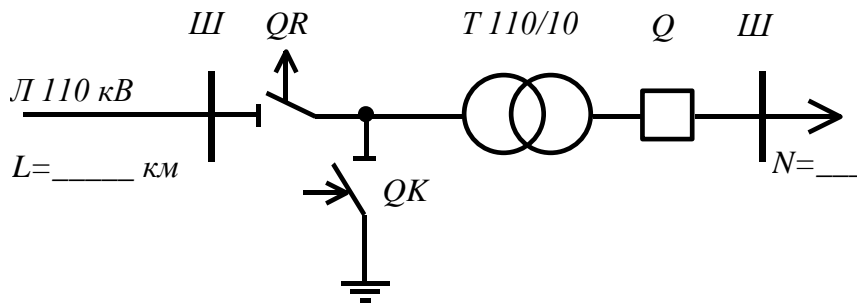


Рисунок 1 – Расчетный участок сети

Исходные данные:

Расчетные значения показателей надежности основных элементов СЭС

Элемент	Условное обозначение на схемах	Интенсивность отказов, λ , год ⁻¹	Среднее время восстановления, T_B , ч	Интенсивность преднамеренных отключений, ν , год ⁻¹	Среднее время обслуживания, T_O , ч
Воздушная линия (ВЛ) 35, 110 кВ одноцепная, на 1 км длины	Л	0,08	8	0,15	8
ВЛ 6, 10 кВ одноцепная, на 1 км длины	Л	0,25	6	0,25	5,8
Трансформатор с высшим напряжением (ВН) 35, 110 кВ	Т	0,03	30	0,4	22
Ячейка выключателя 35, 110 кВ	Q	0,02	7	0,3	6
Ячейка выключателя 6, 10 кВ внутренней установки	Q	0,015	6	0,2	6
Ячейка выключателя 6, 10 кВ КРУН наружной установки	Q	0,05	5	0,3	5
Ячейка отделителя (ОД) или короткозамыкателя (КЗ) 35, 110 кВ	QR (QK)	0,05	4	0,3	5
Ячейка разъединителя 35, 110 кВ	QS	0,005	4	0,25	4
Ячейка разъединителя 6, 10 кВ внутренней установки	QS	0,002	3	0,2	3,5
Ячейка разъединителя 6, 10 кВ КРУН наружной установки	QS	0,01	3	0,2	3,5
Линейный разъединитель 6, 10 кВ	QS	0,08	4,5	-	-
Шины ОРУ 35, 110 кВ на 1 присоединение	Ш	0,001	5	0,15	6
Шины РУ 6, 10 кВ на 1 присоединение	Ш	0,001	4	0,2	5

Исходные данные к задаче 1 (по первой цифре варианта)

Кол-во вводов 10 кВ	Вариант			
	0	1	2	3
<i>N</i>	10	12	14	16

Исходные данные к задаче 1 (по второй цифре варианта)

Длина линии 110 кВ	Вариант									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>L</i> ₁₁₀ , км	10	15	18	20	25	30	35	40	45	50