

УДК.621.321

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СХЕМ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СТАНЦИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 220 КВ

Андросов В.М., Шурыгин Б.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Старжинский А.Л.

Для обеспечения надёжности электроснабжения при проектировании и эксплуатации электростанций необходимо производить расчёт надёжности. Для расчёта надёжности в этой работе используется программа «ТОPAS».

Для расчёта и сравнения надёжности схем электростанций выбраны два варианта распределительных устройств: РУ с тремя выключателями на два присоединения (рис. 1) и РУ с двумя выключателями на одно присоединение (рис. 2).

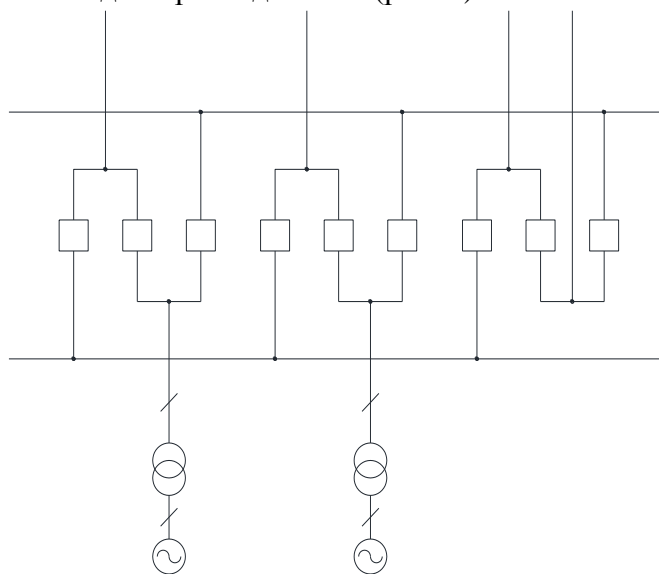


Рисунок 1 – Схема РУ с тремя выключателями на два присоединения

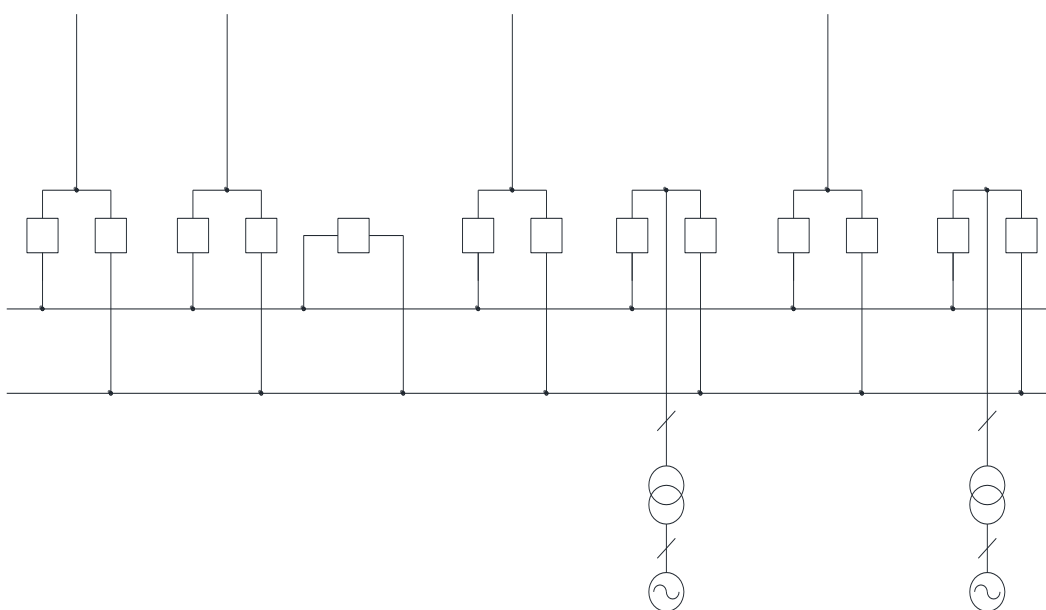


Рисунок 2 – Схема РУ с двумя выключателями на одно присоединение

Для всех элементов схемы были заданы следующие показатели надёжности: частота отказа ( $\lambda$ , 1/год), время послеаварийного восстановления ( $T_{в}$ , ч), частота планового ремонта

( $\lambda_{\text{рем}}$ , 1/год) и длительность планового ремонта ( $T_{\text{рем}}$ , ч). Показатели надежности для всех элементов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели надежности элементов

Элементы схемы	Частота отказа, 1/год	Время послеаварийного восстановления, ч	Частота планового ремонта, 1/год	Длительность планового ремонта, ч	Вероятность отказа в срабатывании РЗ, о.е.
Генераторы	0,6	46	0,236	227	0,001
ЛЭП	0,5	16,2	2,8	15,8	0,001
Трансформаторы	0,085	104	1	30	0,001
Шины	0,016	5	0,166	4	0,001
Выключатели	0,026	32	0,2	105,4	-

Вычисление логических показателей надёжности главной схемы осуществляется на основе определения количества комбинаций событий (конъюнкций)  $C(k)$ , приводящих к отказу её функционирования  $k$ -го вида:

$$C(k) = \sum_i \sum_j \sum_s L(k), \tag{1}$$

где  $L(k)$  - логическая функция, принимающая значение 0 или 1.

Вычисление частот отказов функционирования  $k$ -го вида  $\lambda(k)$  и длительностей аварийного восстановления  $T(k)$  в общем случае осуществляется по выражениям:

$$\lambda(k) = \sum_j \sum_i q(j) \lambda(i) Q(s/i) L(k); \tag{2}$$

$$T(k) = \frac{1}{\lambda(k)} \sum_j \sum_i q(j) \lambda(i) \min \left\{ \frac{t(j)}{2}; t(i); t_{\text{о.п.}} \right\} Q(s/i) L(k), \tag{3}$$

где  $q(j)$  - относительная длительность  $j$ -го ремонтного режима (о.е.);  $\lambda(i)$  - частота повреждения  $i$ -го элемента схемы (1/год);  $t(i)$  - длительность послеаварийного восстановления  $i$ -го элемента схемы (ч);  $t(j)$  - длительность  $j$ -го ремонтного режима работы схемы;  $t_{\text{о.п.}}$  - время оперативных переключений (ч);  $Q(s/i)$  - вероятность отказа в срабатывании  $s$ -го устройства РЗ или КА.

По результатам расчета программы «ТОPAS» получены следующие показатели надежности схем: частота аварийных отключений ( $\lambda_{\Sigma}$ , 1/год) и среднее время восстановления ( $T_{\Sigma}$ , ч). Полученные показатели надежности схем представлены в таблице 2. Также вычислен коэффициент неготовности ( $K_n$ , о.е.), представленный в таблице 3.

Таблица 2 – Показатели надежности схем

Код аварии	Частота аварийных отключений, 1/год		Среднее время восстановления, ч	
	2 выключателя на присоединение	3 выключателя на 2 присоединения	2 выключателя на присоединение	3 выключателя на 2 присоединения
1Г	1,5	1,45	49,05	50,76
2Г 4Л	0,0294	0,000751	0,5	3,54
1Г 1Л	0,00208	0,0606	0,5	0,62
1Л	2,2	2,1	15,2	15,92
1Г 2Л	0,00156	0,0303	0,5	0,65

Таблица 3 – Коэффициенты неготовности схем

Код аварии	Коэффициент неготовности	
	2 выключателя на присоединение	3 выключателя на 2 присоединения
1Г	0,008398973	0,008402055
2Г 4Л	1,67808E-06	3,03486E-07
1Г 1Л	1,18721E-07	4,28904E-06
1Л	0,003817352	0,003816438
1Г 2Л	8,90411E-08	2,24829E-06

По результатам, представленным в таблицах 2 и 3 видно, что коэффициенты неготовности при потере одного трансформатора или одной линии различаются не значительно. При потере одного трансформатора и одной линии или одного трансформатора и двух линий коэффициент неготовности у схемы РУ с тремя выключателями на два присоединения примерно в 30 раз больше, чем у схемы РУ с двумя выключателями на одно присоединение. Однако при потере двух трансформаторов и четырех линий коэффициент неготовности у схемы РУ с двумя выключателями на одно присоединение в 5,5 раз больше, чем у схемы РУ с тремя выключателями на два присоединения.

Исходя из всего вышеперечисленного можно сделать вывод о том, что схема РУ с двумя выключателями на одно присоединение является более надежной.

#### Литература

1. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. - 3-е изд. - М., Энергоатомиздат, 1987 г.
2. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. редактор А.И. Попов). – 9-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.