

УДК 621

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ СХЕМЫ ГОРОДСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ВТОРОЙ КАТЕГОРИИ

Жукович Я.В., Пинчук Ю.С.

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

Схема городской электрической сети должна обеспечивать электроснабжение коммунально-бытовых потребителей с определенной степенью надежности, заданной ПУЭ. Уровень надежности является показателем бесперебойной работы систем электроснабжения и оценивается в количественном выражении. В качестве такого критерия примем коэффициент неготовности схемы нести нагрузку из-за внезапных отказов ее элементов [1]. Для исследования выбираем схему городской распределительной электрической сети, которая является частью схемы микрорайона Лощица.

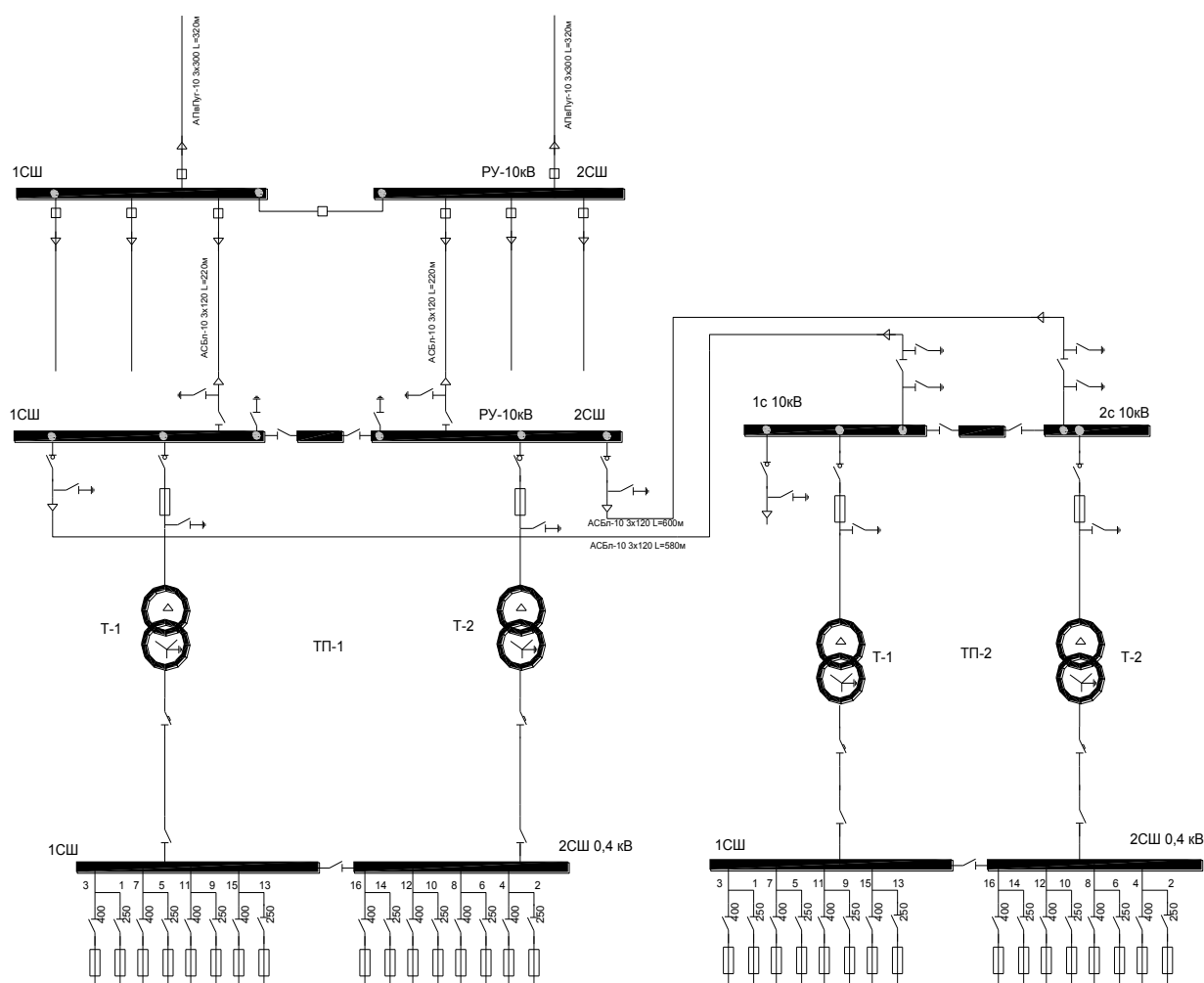


Рисунок 1. Схема электроснабжения городской сети

Для анализа данной схемы электроснабжения городской сети используем программу REISS. Данная программа производит расчет надежности электроснабжения с помощью метода дерева отказов. Дерево отказов – логическое дерево, в котором ветви представляют собой события, приводящие к отказу системы, подсистемы или элементов. А узлы – логические операции, связывающие исходные и результирующие события отказов. При анализе дерева отказов всегда принимаются, что конечные события являются нежелательным событием (отказ системы). Реализованная в программе модель анализа

структурной надежности системы электроснабжения позволяет вычислять частоты λ и длительности T погашений потребителей в нормальном режиме и в режимах аварийного простоя оборудования систем резервного и рабочего электроснабжения с учетом повреждений оборудования системы электроснабжения, возможности отказов в срабатывании устройств релейной защиты (РЗ) и коммутационной аппаратуры (КА) при отключении КЗ, а также отказов в срабатывании АВР.

Показатели надежности определяются по выражениям:

$$\lambda = \sum_{k=1} \lambda(k), \quad (1)$$

$$T = \frac{1}{\lambda} \sum_k T(k) \lambda(k), \quad (2)$$

где $\lambda(k)$ и $T(k)$ – соответственно частоты и длительности смоделированных аварий k -го вида.

$$T(k) = q(k, j) \lambda(k, m) \min \left\{ \frac{t(k, j)}{2}; t(k, m); t_{o.n} \right\} \prod_s Q(k, s), \quad (3)$$

Здесь $q(k, j)$ – относительная длительность ремонтного простоя j -го элемента, о. е.; $\lambda(k, m)$ – частота повреждения m -го элемента схемы, 1/год; $T(k, m)$ и $T(k, j)$ – длительности послеаварийного восстановления m -го и j -го элементов схемы, ч; $t_{o.n}$ – время оперативных переключений, ч; $Q(k, s)$ – вероятность отказа в срабатывании s -го устройства РЗ, КА или АВР.

Коэффициент неготовности потребителей K_n вычисляется по выражению:

$$K_n = \frac{T \cdot \lambda}{8760}, \quad (4)$$

Показатели надежности схемы городской сети представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Показатели надежности элементов городской электрической сети

Элемент	Номинальное напряжение U_n , кВ	λ_i , 1/год	t_e , ч / отказ	$\lambda_{пл}$, 1/год	$t_{пл}$, ч / откл
Масляные выключатели	6 – 10	0,015	9	0,14	6,8
Вакуумные выключатели	10	0,004	8	0,2	15,4
Силовые трансформаторы	6 – 10	0,014	42	0,25	6
Кабельные линии на 1 км	6 – 10	0,005	4,4	1	2
Сборные шины	6 – 10	0,09	2	0,498	15
Сборные шины	0,38	0,002	0,9	0,498	15
Предохранители	6 – 10	0,02	2	0,166	4
Выключатели автоматические	0,38	0,0013	1,3	0	0
Рубильники	0,38	0,00005	2	0,166	1,8

Для расчета структурной надежности нумеруем элементы схемы в определенной последовательности. Далее составляется матрица связи узлов и ветвей схемы. Здесь для КА в порядке следования их номеров записываются номера, примыкающих к ним узлов [3]. Для ветвей, соответствующих АВР, следует соблюдать последовательность записи: от узла, подводящего резервное питание, к потребляющему узлу. Проведем расчет схемы

электроснабжения городской сети (рисунок 1). Результаты расчета в программе «REISS» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов надежности схемы электроснабжения потребителей 2 категории с вакуумными и маломасляными выключателями на РП-10 кВ

Показатель надежности	Частота отказов λ , 1/год	Длительности погашений потребителей T , ч	Коэффициент неготовности, 10^{-3} , о.е.
ТП-1 шины 0,4 кВ с.1	0,4388/0,4607	1,601/1,596	0,08017/0,08394
ТП-2 шины 0,4 кВ с.1	0,4388/0,4607	1,601/1,596	0,08017/0,08394
Одновременное погашение шин	0,3332/0,3552	1,5/1,5	0,05705/0,06082

*Примечание – числитель – вакуумные выключатели, знаменатель – маломасляные 0,4 кВ с.1 ТП-1 и ТП-2.

Применение вакуумных выключателей вместо маломасляных на РП-10 кВ позволяет снизить коэффициент неготовности потребителей 0,4 кВ в 1,047 раза.

Выводы

Схема городской электрической сети для электроснабжения потребителей 2 категории имеет близкие показатели надежности (коэффициент неготовности) при отключении шины 0,4 кВ ТП-1 или шины 0,4 кВ ТП-2. Одновременное погашение шин 0,4 кВ ТП-1 и ТП-2 является менее вероятным событием по сравнению с событием погашения шины 0,4 кВ одного из ТП, т.к. коэффициент неготовности ниже в 1,4 раза при установке на РП-10 кВ вакуумных выключателей и в 1,38 раза при установке на РП-10 кВ маломасляных выключателей.

Литература

1. Козлов Б. А., Ушаков И. А. Справочник по расчету надежности М.: Советское радио, 1975. – 471 с.
2. Короткевич М. А. Эксплуатация электрических сетей / М.А. Короткевич. – Минск: Вышэйш. шк., 2005. – 364 с.
3. Элементы САПР электрической части АЭС на персональных компьютерах / А. К. Черновец. – СПб.: Санкт-Петербург, гос. техн. ун-т, 1992. – 89 с.