

УДК 621.316.11

**ВЫБОР СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПО УСЛОВИЮ
НАДЕЖНОСТИ**
**CHOICE OF THE POWER SUPPLY SCHEME ON THE CONDITION OF
RELIABILITY**

В. А. Андреев, К. А. Марчук,
Научный руководитель – А. Л. Старжинский, к.т.н., доцент.
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
astarginsky@bntu.by

Marchuk K. A., Andreev V. A.
Supervisor – A. L. Starzhinsky, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: сравнение вариантов схем электроснабжения по условию надежности, на основании расчета в программе TOPAS.

Abstract: comparison of options for power supply schemes according to the reliability condition, based on the calculation in the TOPAS program.

Ключевые слова: схема электроснабжения потребителей, коэффициент неготовности, надежность, TOPAS.

Keywords: consumer power supply scheme, unavailability factor, reliability, TOPAS.

Введение

Вопрос надежности систем электроснабжения на современном этапе развития электроэнергетических систем имеет большое значение. В связи с широким распространением и быстрым ростом количества сложных производств и систем, требующих непрерывности технологических процессов, ростом качества жизни населения и многих других факторов появляется возрастающее требование к качеству электроснабжения. Аварийные ситуации и, как следствие, внезапные перерывы электроснабжения могут оказать существенный вред системам народного хозяйства: поломка оборудования, порча сырья и материалов, недовыпуск продукции, простой технологического оборудования и рабочей силы. Также немаловажной является проблема морального устаревания, старения и износа, усложнения работы оборудования ПС, что является одним из основных факторов снижения надежности систем электроснабжения.

Основная часть

Особое место надежность занимает при технико-экономическом расчете. Сравнивая варианты с разной надежностью электроснабжения, появляется необходимость учитывать вероятностный ущерб от перерывов электроснабжения потребителей. При этом приведенные затраты записываются в следующем виде:

$$Z = I + E_n \cdot K + Y, \quad (1)$$

где I – годовые эксплуатационные расходы;

E_n – норма дисконта;

K – единовременные капитальные вложения;

$У$ – вероятностный ежегодный народнохозяйственный ущерб от перерывов электроснабжения потребителей.

Показатели надежности, рассчитанные в данной работе, используются в технико-экономическом расчете, так как на основании этих показателей может быть оценен ущерб от недоотпуска электроэнергии, а также произведен выбор схемы электроснабжения потребителей по условию надежности.

Логические показатели надежности главной схемы вычисляются на путем определения всевозможного числа комбинаций событий $C(k)$, приводящих к отказу схемы k -го вида:

$$C(k) = \sum_i \sum_j \sum_s L(k), \tag{2}$$

где $L(k)$ – логическая функция, принимающая значение 0 или 1 [1].

Ущерб от недопуска электроэнергии определяется следующими основными показателями:

- частота отказа [1/год];
- длительность послеаварийного восстановления [ч];
- длительность ремонтного режима [ч].

Показатели надежности схем электроснабжения оценивались при помощи программы «ТОPAS», которая осуществляла симуляцию аварийного режима и оценивала вероятность погашения схемы подстанции, при выходе из строя различной группы элементов главной схемы.

Схемы типовых ПС представлены на рис. 1.

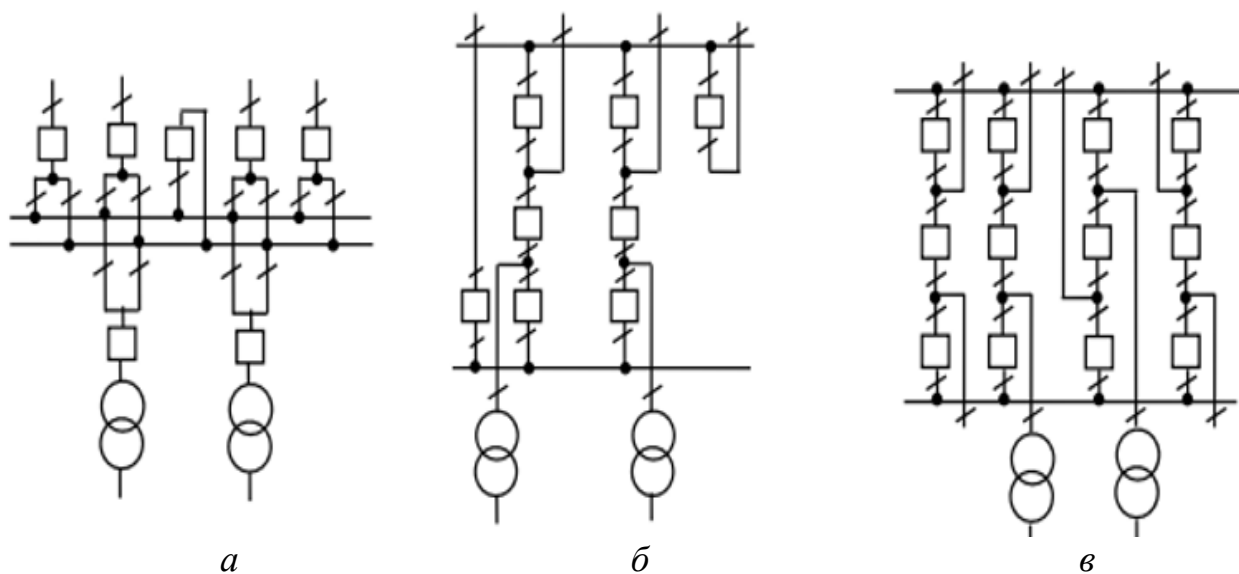


Рисунок 1 – Схемы типовых ПС:

a – две рабочие системы шин; b – одна рабочая секционированная система шин с подключением ответственных присоединений через «полуторную» цепочку; v – схема 4/3

Применение вышеуказанных схем (рис. 1):

а) схема с двумя рабочими системами шин: РУ 110-220 кВ при числе присоединений 5-15;

б) схема с одной рабочей секционированной системой шин с подключением ответственных присоединений через «полуторную цепочку»: РУ 110-220 при числе присоединений 3 и более. Условие – количество радиальных ВЛ не более 1 на секцию;

в) схема 4/3: РУ 220-750 кВ при числе присоединений 6 и более.

В результате расчета программой TOPAS были получены следующие значения табл. 1.

Таблица 1 – Результаты расчета

Название схемы	Частота отказа $\lambda_{\text{сум}}$, 1/год	Время послеаварийного восстановления	Коэффициент неготовности
Две рабочие системы шин	$0,105 \cdot 10^{-1}$	0,7	$8,461 \cdot 10^{-7}$
Одна рабочая секционированная система	$0,42 \cdot 10^{-5}$	0,5	$2,454 \cdot 10^{-10}$
Схема 4/3	$0,828 \cdot 10^{-6}$	0,5	$4,728 \cdot 10^{-11}$

Вывод

По полученным данным можно сделать следующий вывод: самой надежной схемой из приведенных, является схема 4/3, так как обладает наименьшим коэффициентом неготовности, но ее стоимость в разы выше, так как в этой схеме участвует большое число выключателей, по сравнению с другими схемами.

Литература

1. Определение показателей надежности главных электрических схем соединений [Электронный ресурс] / Определение показателей надежности главных электрических схем соединений. – Режим доступа: <https://бэсп.бел/images/Docs/2018/seminar-im-rudenko/62opredelenie-pokazatelei-nadezhnosti-glavnykh-elektricheskikh-skhem-soedinenii-podstantcii.pdf>.-Дата доступа: 26.04.2022.
2. Васильева, Т. Н. «Надежность электрооборудования и систем электропитания» – М., Горячая линия – Телеком, 2017 г.
3. Иванов, С. Н., Скрипилев, А. А. Надежность электроснабжения –М., Инфра – Инженерия, 2022 г.