

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТИ В РАСЧЕТАХ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Борщевский А.В., Булин М.Н., Тарасевич Д.Д.

Научный руководитель – Королёва М.Н., старший преподаватель

Надежность системы электроснабжения является одной из актуальных задач современной электроэнергетики. Она состоит из многих моментов: надежность ее отдельных элементов и их соединения, наличие быстродействующих чувствительных селективных релейных защит, качество эксплуатации электрооборудования, степень автоматизации электрических сетей. Однако предварительный расчет вероятности возникновения неполадок в энергосистеме является основой оценки надежности электроснабжения.

Расчет надежности заключается в определении её показателей, основываясь на элементах теории вероятностей и математической статистики. За случайные величины принимают отказы работы элементов в системе электроснабжения и время работы электрооборудования до возникновения отказа.

Рассмотрим ряд показателей, применяемых для оценивания надежности электрооборудования до первого отказа.

Вероятность работы без отказа $P(t)$ – вероятность, характеризующая отсутствие отказа в данном временном интервале $(0, t)$ в системе либо элементе.

$P(t)$ определяется как отношение элементов $N(t)$, которые без отказа проработали до момента t , к общему числу всех элементов $N(0)$:

$$P(t) = \frac{N(t)}{N(0)};$$

Вероятность отказа $Q(t)$ — вероятность, характеризующая появление отказа в интервале времени $(0, t)$:

$$Q(t) = \frac{n(0, t)}{N(0)};$$

где $n(0, t)$ – число элементов, отказавших за интервал $(0, t)$.

Частота отказов $a(t)$ – первая производная от функции вероятности отказа, определяющая вероятность отказа элемента за единицу времени $(t, t+\Delta t)$.

$$a(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{dP(t)}{dt}.$$

Исходя из определения вероятности отказа, можно записать формулу частоты отказов через следующее соотношение:

$$a(t) = \frac{n(t, \Delta t)}{N(0) \cdot \Delta t},$$

где $n(t, \Delta t)$ – количество элементов, которые вышли из строя за промежуток времени от t до $(t + \Delta t)$.

Частота отказов, вероятность безотказной работы и вероятность отказа связаны следующими зависимостями:

$$P(t) = \int_1^x a(x) dx,$$

$$Q(t) = \int_0^1 a(x) dx,$$

Интенсивность отказов – условная вероятность отказа после момента t за единицу времени t при условии, что до момента тотказа элемента не было.

Интенсивность отказов имеет экспоненциальный закон распределения.

Интенсивность отказов связана с частотой отказов и вероятностью безотказной работы:

$$\lambda(t) = \frac{a(t)}{P(t)}.$$

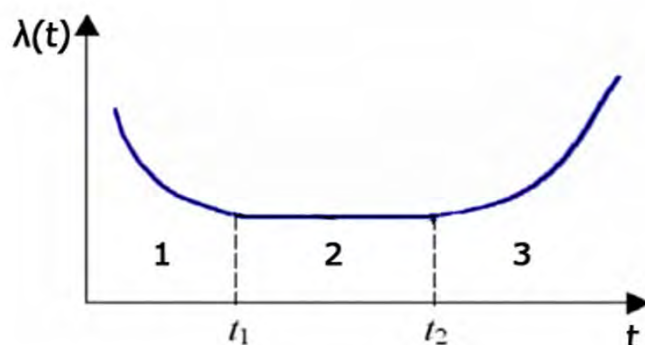


Рисунок 1. График интенсивности отказов.

График интенсивности отказов можно разделить на три зоны. На первом участке графика преобладают приработочные отказы. Второй участок графика - это период нормальной эксплуатации. Интенсивность отказов в период нормальной эксплуатации практически не зависит от времени. Третий участок графика соответствует периоду старения, в котором отказы возникают из-за ухудшения физико-химических свойств элементов.

Таким образом, можно сказать, что элементы теории вероятности применимы в различных сферах деятельности человека. В электроэнергетике теория вероятности позволяет на практике определить возможность выхода из строя некоторого элемента сети энергоснабжения, вероятность его безотказной работы, вероятность отказов, их частоту и интенсивность.

Литература

1. Гук Ю.Б. Теория надежности в электроэнергетике. Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергия, 1990 – 204 с.
2. Михайлов В.В. Надежность электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоиздат, 1982 – 130 с.
3. Справочник по высшей математике / А. А. Гусак, Е. А. Бричкова. - Мн:ТетраСистемс, 1999. - 640с.