

УДК 621.311

**СТАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ  
О НАДЕЖНОСТИ ВЛ И ОБОРУДОВАНИЯ ЭС  
STATIC METHODS FOR PROCESSING INFORMATION  
ON THE RELIABILITY OF OHL AND POWER EQUIPMENT**

В.В. Голуб, М.А. Шешко

Научный руководитель – А.Л. Старжинский, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

astarginsky@bntu.by

V. Golub, M. Sheshko

Supervisor – A.L. Starzhinsky, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

**Аннотация:** *Статья описывает статические методы обработки информации о надежности высоковольтных линий и оборудовании ЭС. Описываются методы анализа надежности, включая анализ поломок, ремонта и технического обслуживания. В конце статьи представлены примеры применения статических методов в практике.*

**Abstract:** *The article describes static methods for processing information about the reliability of high-voltage lines and PP equipment. Reliability analysis methods are described, including breakdown, repair and maintenance analysis. At the end of the article, examples of the application of static methods in practice are presented.*

**Ключевые слова:** *Анализ, безотказность, надежность, статические методы обработки информации, интенсивность отказов.*

**Keywords:** *Analysis, fail-safety, reliability, emergencies, static information processing methods, failure rate.*

### **Введение**

Законы распределения отказов необходимо знать для решения теоретических и практических задач надежности ЭС и их элементов. Они получаются посредством обобщения статического материала об отказах.

В результате наблюдений за изделиями и оборудованием ЭС в ходе нормальной или опытной эксплуатации, или в результате стендовых испытаний получают статистические данные о надежности изделий и оборудования.

Легче всего получить экспериментальные данные о надежности при помощи нормальной эксплуатации. Но у этого метода есть свои недостатки, такие как, ограниченные возможности активного эксперимента, запаздывание данных, влияние субъективных факторов на объем и содержание информации.

Опытная эксплуатация должна проводиться под наблюдением представителей служб надежности, у которых есть специальная подготовка и которые независимы от воздействия местных субъективных факторов. Стендовые испытания проводятся на заводах-изготовителях или в специальных испытательных центрах.

### **Основная часть**

Статические методы обработки информации о надежности воздушных линий и оборудования ЭС являются методами, которые основываются на статистических данных о работе воздушных линий и оборудования. Они используют информацию о прошлых сбоях и отказах для определения возможных вероятностей отказов в будущем.

Один из таких методов - анализ надежности - позволяет определить вероятность отказа оборудования в условиях его эксплуатации. Этот метод включает в себя анализ и оценку возможных причин отказов, определение факторов, влияющих на надежность, а также оценку последствий отказа в случае его возникновения.

Другой метод статистической обработки информации о надежности - метод мониторинга - позволяет отслеживать изменения в надежности оборудования в течение его эксплуатации. Этот метод включает в себя непрерывное сбор информации о работе оборудования, а также анализ этой информации для выявления динамики изменения надежности и возможных причин сбоев или отказов.

Еще один метод - метод экспертных оценок - основывается на мнениях квалифицированных специалистов в области надежности, которые используют свой опыт и знания для предсказания возможных отказов и сбоев в оборудовании.

Все эти методы имеют свои плюсы и минусы, но в сочетании они могут быть очень эффективными для обеспечения надежности и безопасности воздушных линий и оборудования ЭС.

Для расчета надежности воздушной линии нужно учитывать несколько факторов, включая наличие резервированных компонентов, среднее время между отказами, время восстановления после отказа и т.д.

Приведем пример расчета надежности воздушной линии:

Предположим, что в составе линии находится 5 компонентов, каждый из которых имеет МТBF (среднее время между отказами) в 1000 часов. В линии также присутствует резервирование компонентов, позволяющее быстро восстановить работу линии после отказа.

Время восстановления после отказа составляет 10 часов, что означает что после отказа одного компонента, линия сможет быть восстановлена через 10 часов. Тогда, вероятность отказа всей линии за 1 час вычисляется по формуле:

$$P = (1 - (P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4 \cdot P_5))^n;$$

где  $P_1$  - вероятность работы компонента 1 за 1 час ( $1/\text{MTBF}_1$ ),  $P_2$  - вероятность работы компонента 2 за 1 час ( $1/\text{MTBF}_2$ ) и т.д. ,

$n$  - количество компонентов в линии (в данном случае 5).

Таким образом,  $P_1 = 0,001$ ,  $P_2 = 0,001$ ,  $P_3 = 0,001$ ,  $P_4 = 0,001$ ,  $P_5 = 0,001$ ,

$$P = (1 - (0,001 \cdot 0,001 \cdot 0,001 \cdot 0,001 \cdot 0,001))^5 = 0,094.$$

Для расчета анализа надежности оборудования электрической сети можно использовать следующие данные:

Общее количество оборудования в сети: 1000 единиц.

Количество отказавших единиц за определенный период: 50 единиц.

Средняя продолжительность безотказной работы оборудования: 1000 часов.

Среднее время восстановления оборудования после отказа: 500 часов.

Тогда можно рассчитать следующие параметры:

Вероятность безотказной работы оборудования:

$$P(T \geq t) = e^{(-\lambda \cdot t)},$$

где  $\lambda$  - интенсивность отказов,

$t$  - время, на которое проверяется надежность (в данном случае 1000 часов).

$$P(T \geq 1000) = e^{(-50 \cdot 1000)} = 0,6065.$$

Таким образом, вероятность безотказной работы оборудования равна 0.6065.

Вероятность отказа оборудования:

$$P(T < t) = 1 - e^{(-\lambda \cdot t)};$$

$$P(T < 1000) = 1 - e^{(-50 \cdot 1000)} = 0,3935.$$

Таким образом, вероятность отказа оборудования равна 0,3935 или.

Среднее время наработки на отказ:

$$MTTF = \frac{1}{\lambda};$$

$$MTTF = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ часа или } 72 \text{ секунды.}$$

Это означает, что среднее время наработки на отказ составляет 72 секунды.

Среднее время восстановления после отказа  $MTTR = 500$  часов, где  $MTTR$  - среднее время восстановления после отказа.

Среднее время между отказами:

$$MTBF = MTTF + MTTR;$$

$$MTBF = 0,02 + 500 = 500,02 \text{ часа.}$$

$MTBF$  - среднее время между отказами.

Важность оборудования можно определить на основе его функциональной роли в сети и последствий его отказа. Например, если отказ конкретного оборудования приводит к полной остановке сети, его важность будет очень высокой.

Таким образом, анализ надежности оборудования электрической сети позволяет определить вероятность отказа, среднее время между отказами, важность каждой единицы оборудования и другие характеристики, необходимые для поддержания надежности и безопасности сети.

### Заключение

Использование статических методов обработки информации о надежности ВЛ и оборудования ЭС играет ключевую роль в повышении уровня надежности электроснабжения и обеспечении безопасности электросетей.

Статические методы позволяют анализировать данные и проводить оценку надежности и безопасности ВЛ и оборудования ЭС на основе статистических и математических методов. Это позволяет выявлять тенденции, прогнозировать отказы и сбои в работе оборудования, а также минимизировать риски аварийных ситуаций.

При этом необходимо учитывать, что статические методы не являются панацеей и не могут полностью заменить другие методы контроля и мониторинга систем электроснабжения. Они лишь дополняют имеющиеся методы и позволяют проводить более точный анализ состояния ВЛ и оборудования ЭС.

Таким образом, использование статических методов обработки информации о надежности ВЛ и оборудования ЭС является необходимым условием для обеспечения безопасности и надежности электроснабжения. Однако они должны использоваться в сочетании с другими методами контроля и мониторинга, чтобы обеспечить полную надежность и безопасность работы электросетей.

#### **Литература**

1. Гук Ю. Б. Теория надежности. Введение: учеб. пособие / Ю. Б. Гук, В. В. Карпов, А. А. Лапидус. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 171 с.
2. Фокин Ю.А. Надежность и эффективность сетей электрических систем. - М.: Высш. шк., 1989. - 149 с.
3. Розанов М.Н. Надежность электроэнергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 200 с.