

УДК 621.3

**Структурный анализ показателей надежности ЭЭС**

Морозов А.Г.

Научный руководитель - к.т.н., доцент ПЕТРУША Ю.С.

Надежность ЭЭС определяется надежностью ее отдельных элементов (генерирующих агрегатов, трансформаторов, линий электропередачи, коммутационных аппаратов, устройств защиты и автоматики и др.), надежностью схемы (степенью резервирования), надежностью режима (запасами статической и динамической устойчивости), а также живучестью системы.

Надежность функционирования ЭЭС определяется:

- 1) структурой генерирующих мощностей;
- 2) схемой и пропускной способностью основных электрических сетей;
- 3) схемами электрических станций;
- 4) надежностью и другими техническими характеристиками основного оборудования (в первую очередь маневренностью), используемого в ЭЭС;
- 5) совершенством системы управления, включая противоаварийную и режимную автоматику;
- 6) располагаемыми резервами в генерирующей, сетевой и управляющей частях ЭЭС;
- 7) обеспеченностью электростанций энергоресурсами;
- 8) уровнем эксплуатации и в том числе качеством ремонтов оборудования;
- 9) режимами электро- и теплоснабжения;
- 10) внешними воздействиями на ЭЭС и рядом других факторов.

Сформулируем три основные практические задачи анализа надежности ЭС и ЭЭС:

- 1) оценка показателей надежности для существующих и создаваемых установок или оборудования;
- 2) обеспечение заданного уровня надежности оборудования и установок;
- 3) выбор технических решений и оптимизация уровня надежности.

Решение основных задач надежности ЭЭС предусматривает достижение оптимального соотношения между затратами на производство, передачу и распределение электроэнергии и технико-экономическими последствиями от недоотпуска электроэнергии, для чего необходимо достоверное прогнозирование показателей надежности электрических станций, электрических систем и узлов электропотребления.

Количественными оценками показателей надежности (справочные данные) основного оборудования электрических станций и ЭЭС являются:

- параметр потока отказов (частота отказов)  $\omega(\lambda)$ , 1/год;
- среднее время восстановления элемента, год  $T_B$  (час);
- параметр потока преднамеренных отключений (частота плановых ремонтов)  $\mu$  ( $\lambda_{п}$ ), 1/год;
- средняя продолжительность планового ремонта  $T_p$ , год (час).

Частота отказов элементов (собственная частота) оценивается числом повреждений оборудования в единицу времени и определяется как отношение числа отказавшего оборудования  $n_0$  за расчетный период  $\Delta t$  к общему числу комплектов оборудования  $n$ :

$$\omega = \frac{n_0}{n \cdot \Delta t}. \quad (1);$$

Частота отказов измеряется количеством отказов за год и равна обратной величине времени наработки на отказ  $T$ .

Среднее время восстановления элемента  $T_B$ , лет, определяется временем восстановительного ремонта.

$$T_B = \frac{P}{\omega}, \quad (2);$$

где  $P$ -вероятность состояния отказа

Средняя продолжительность планового ремонта  $T_p$ ,

$$T_p = \frac{P^p}{\mu}, \quad (3);$$

где  $P^p$  - вероятность планового ремонта

Надёжность электрической сети определяется как свойство сети обеспечить необходимую технологическую связь между генерирующими источниками (внутренними и внешними) и узлами потребления энергии для выполнения договорных обязательств сети по надёжному электроснабжению потребителей.

При оценке надёжности функционирования электрической сети важно различать следующие иерархические уровни рассмотрения (рисунок 1):

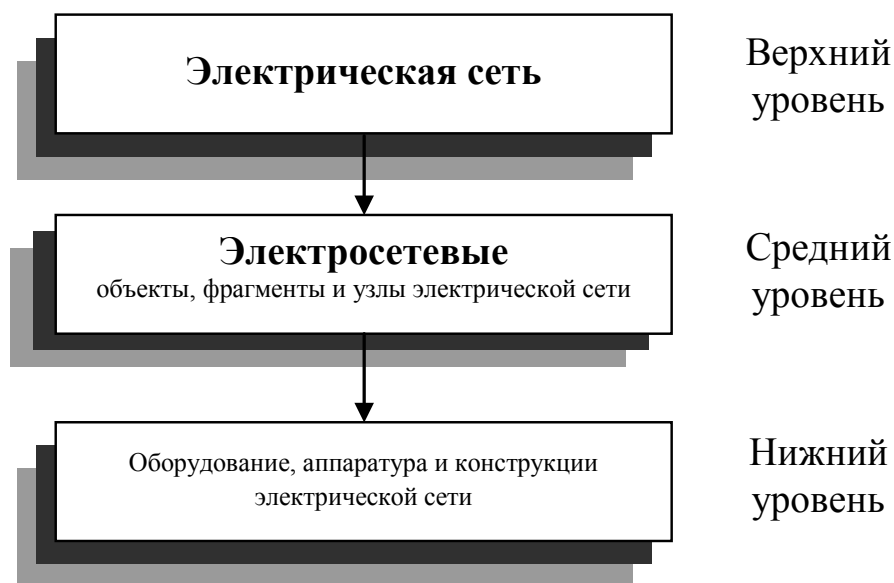


Рисунок 1. Иерархические уровни электрической сети.

Элемент – оборудование, аппаратура и конструкции – включает в себя электросетевое силовое оборудование, коммутационную аппаратуру, элементы и конструкции линий электропередачи и электроподстанций, аппаратуру систем автоматики, релейной защиты и управления. Всё перечисленное относится к заводским изделиям, как правило, серийного выпуска.

Объект – электросетевые объекты, фрагменты и узлы электрической сети – к данному уровню относятся большинство типовых технических решений, которые могут повторяться при проектировании линий электропередачи, узлов электроподстанций (сборных шин, систем собственных нужд, трансформаторного блока и другого), внешнего электроснабжения выделенного узла нагрузки, комплекса релейной защиты и автоматики и другого.

Система – электрическая сеть в целом – представляет собой уникальный объект рассмотрения.

Оценки надёжного функционирования электрической сети, подходы и способы их получения могут различаться в зависимости от иерархического уровня.

В заключении можно отметить, оценка надёжности электроснабжения должна производиться на стадиях разработки элементов, планирования развития электроэнергетических систем, проектирования отдельных систем и объектов, а также в процессе эксплуатации.

**Литература**

5. Электротехнический справочник: Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии./ Под общ. ред. профессоров МЭИ. – М.: Издательство МЭИ, 2004, 964 с.
6. Гук Ю. Б. Теория надежности в электроэнергетике: Учеб. пособие для ВУЗов. – Л.: Энергоатомиздат, 1990-208 с.
7. Петруша Ю.С. Риски потери управляемости при либерализации электроэнергетической отрасли – БНТУ, Минск