

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В. О. Барзыкин

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научные руководители: Т. В. Алферова, А. А. Алферов

К потребительским качествам электроснабжения относится способность системы к обеспечению надежного питания потребителей.

Система электроснабжения в любой рассматриваемый период времени может находиться в одном из следующих состояний: рабочем, плановом ремонте, аварийном простое и резерве.

С точки зрения потребителя надежность электроснабжения определяется длительностью и частотой перерывов в подаче электроэнергии. Для отдельного потребителя, питающего по радиальной линии, плановые и неплановые ремонты, также как и аварийные, связаны с перерывом электроснабжения, поэтому длительность плановых ремонтов служит одним из показателей надежности.

Для потребителей, у которых ущерб меняется в зависимости от длительности простоя, необходимо, чтобы время восстановления питания не превышало заданное. Не случайно, в число показателей безотказности для электроэнергетических систем введен такой показатель, как максимально допустимое время перерыва электроснабжения, под которым подразумевается допустимое время нарушения электроснабжения потребителей, еще не приведшее к срыву его технологического процесса.

Термин «надежность» по содержанию является многоплановым (сложным). Поэтому отечественные ГОСТы и зарубежные иностранные нормалы определяют его через набор качественных понятий, таких, как безотказность, долговечность, ремонтотпригодность (ремонтотпригодность), работоспособность, сохраняемость.

В качестве основных параметров математической модели надежности функционирования оборудования можно использовать наработку на отказ и среднее время восстановления, что позволяет охарактеризовать безотказность и долговечность оборудования.

Наработка электрооборудования на отказ зависит от внешних и внутренних возмущающих факторов; природа первых не зависит от свойств электрооборудования, вторых – обусловлена его свойствами. Поэтому режим работы электрооборудования и его

реакцию на этот режим необходимо оценивать статистически, т. е. одновременно учитывать случайное значение нагрузки и случайную реакцию оборудования на эту нагрузку. Одним из возможных способов реализации прогноза в условиях неопределенности исходной информации является вероятностный подход. Такой подход к оценке вероятности отказа элементов реализуется учетом статистической информации о различных типах отказов, полученных в результате обследований. Значения результирующей вероятности безотказной работы и интенсивности отказов системы с учетом эксплуатации и без нее различны в несколько раз. Это является, как правило, следствием сделанных при ориентировочных расчетах допущений: анализируемая система, как правило, структурно является последовательной; условия эксплуатации не учитываются; отказы элементов независимы; модели отказов любых элементов полагаются экспоненциальными [1].

Целью работы является применение аналитического и статистического инструментария для определения основных показателей надежности электрооборудования и электрических систем с учетом изменяющихся условий эксплуатации. Изучение динамики закономерностей показателей надежности объектов во времени позволит с минимальной затратой времени и ресурсов обеспечить необходимую продолжительность и эффективность их работы.

При этом можно выделить следующие основные задачи исследования:

- анализ значений показателей надежности объектов, а также динамики их изменения во времени;
- синтез систем по заданным критериям надежности;
- обеспечение и повышение надежности объектов.

В зависимости от информационной составляющей исследуемого объекта и возможности проведения статистических испытаний [2] выполнены разные подходы по определению параметров надежности: имеются данные по параметрам надежности объектов исследования в необходимом объеме; отсутствуют сведения по параметрам надежности, но существует возможность проведения статистических испытаний в необходимом для исследования объеме и дальнейшей обработки в программах статистического анализа; отсутствуют сведения по параметрам надежности и отсутствует возможность проведения статистических испытаний.

Программный инструментарий включает в себя следующие элементы: шаблон исходных данных элементов исследуемого объекта и библиотеку реализованных элементов (*bibl. elementov*); шаблон данных параметров моделирования в виде номинальных величин и отклонений от них (*parametr. modelirov*); дерево возможных связей между элементами; шаблон влияния различных факторов в виде процедуры аналитической зависимости для каждого элемента системы между показателями надежности и параметрами моделирования.

Шаблон исходных данных элементов исследуемого объекта и библиотека реализованных элементов представляет собой созданную по результатам предшествующих испытаний базу данных элементов, из которой исследователь может выбрать нужный элемент для создания структуры объекта. В случае известных показателей надежности заполняется пустой шаблон элемента, в случае наличия в библиотеке базы нужного элемента используется имеющийся.

Шаблон данных параметров моделирования реализован в виде номинальных величин и отклонений от них в программах электрического моделирования (*Multisim, MathCAD, Excel*) как генератор сигнала с возможностью изменять его параметры в процессе моделирования.

Дерево возможных связей между элементами выполнено процедурами, основанными на аналитических зависимостях показателей надежности при различном

включении (последовательное и параллельное) и преобразовании сигнала в зависимости от назначения элемента.

Шаблоны влияния различных факторов в виде аналитических зависимостей каждого элемента системы между показателями надежности и параметрами моделирования позволяют учитывать воздействие внешней информационной составляющей. В качестве такой информации могут служить напряжение и величина его отклонения от номинального значения, сила тока, частота. При учете влияния окружающей среды на работоспособность электрического оборудования существует дополнительное поле для учета температуры, влажности и других влияющих факторов.

Практическое применение результатов исследования заключается в создании обоснованных предпосылок определения основных показателей надежности электрических систем при воздействии различных факторов. Результаты исследования позволяют: прогнозировать показатели надежности электрооборудования в зависимости от условий эксплуатации; оценить степень опасности и установить «узкие места» электрических систем; разработать мероприятия по повышению эффективности функционирования электрооборудования. Изучение закономерностей и динамики изменения показателей надежности объектов во времени позволит обеспечить обоснованную с точки зрения надежности продолжительность их работы.

Степень новизны результатов, которые затронуты в исследовании, характеризуется следующими положениями:

- при прогнозировании показателей надежности предложено применять аналитический и статистический аппарат вместе с современными программами моделирования электрооборудования, что позволит учитывать изменяющиеся условия эксплуатации;
- разработана структура постоянно пополняемой библиотеки факторов, влияющих на показатели надежности во время эксплуатации;
- реализовано математическое описание функционального состояния электрических систем по имеющейся информации, основанное на локализации источников, снижающих ее работоспособность.

Литература

1. Певзнер, Л. Д. Надежность горного электрооборудования и технических средств шахтной автоматики / Л. Д. Певзнер. – М. : Недра, 1983. – 198 с. : ил.
2. Галушко, В. Н. Определения показателей надежности электрических систем с учетом изменяющихся условий эксплуатации / В. Н. Галушко, Т. В. Алферова, А. А. Алферов // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2013. – № 3. – С. 80–87.