

УДК 621.3

СТРУКТУРА КАТЕГОРИИ НАДЕЖНОСТЬ. НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕМЕНТА, ОБЪЕКТА, СИСТЕМЫ

Крапивина Т.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Петруша Ю.С.

Электроэнергетические системы являются динамическими системами сложного типа, состоящими из большого числа составляющих элементов (генераторы, трансформаторы, линии электропередачи, коммутационные аппараты и др.). При этом сложность системы определяется не только числом элементов, но главным образом наличием связей между ними. Для ЭЭС сложность определяется тем, что все ее элементы функционально связаны единством процесса производства, распределения и потребления электрической энергии.

Электроэнергетическая система (ЭЭС) в силу своих технологических особенностей (сложность и многообразие структуры, географическая протяженность, быстрота протекающих процессов, риск потери синхронизма, физическая связь со всеми объектами экономики и социального обеспечения) требует особых подходов при выборе и реализации идеологии и стратегии организационно-технического управления. Составляющим элементом при решении задачи построения устойчивой и адекватной системы управления является контроль управляемости отдельных процессов и объектов в целом, формирование необходимой среды функционирования.

Проблема оценки и выбора рациональной степени надежности электрических станций и электроэнергетических систем является одной из наиболее важных проблем на современном уровне развития электроэнергетики. Этим и определяется повышенный интерес к проблеме надежности в последние годы как в нашей стране, так и за рубежом.

Вообще, под надежностью понимается свойство объекта (оборудования, установки, элемента или системы) выполнять заданные функции в заданном объеме в течение заданного времени при определенных условиях функционирования, сохраняя свои эксплуатационные показатели в пределах, оговоренных в нормативных документах.

Объект в данном случае - предмет целевого назначения, рассматриваемый в период проектирования, производства, эксплуатации, изучения, исследования и испытания на надежность (объектами могут быть системы и их элементы, в частности сооружения, установки, технические изделия, устройства, машины, аппараты, приборы и их части, агрегаты и отдельные детали).

Надежность электроэнергетической системы есть свойство обеспечивать потребителей электроэнергией при отклонениях частоты и напряжения в определенных пределах, оговоренных ГОСТом и ПУЭ, и исключать ситуации, опасные для людей и окружающей среды.

Надежность ЭЭС определяется надежностью ее отдельных элементов.

Сформулируем три основные практические задачи анализа надежности ЭС и ЭЭС:

оценка показателей надежности для существующих и создаваемых установок или оборудования;

обеспечение заданного уровня надежности оборудования и установок;

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.

Надежность электроэнергетической системы – свойство комплексное, включающее в себя ряд свойств: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость, устойчивоспособность, режимную управляемость, живучесть и безопасность.

Отечественный и зарубежный опыт решения задач по оценке надёжности систем электроэнергетики показывает, что показатели надёжности в общем случае образуют три группы:

- a. вероятность какого-либо события, например, отказа;
- b. интенсивность событий, например, число отказов в единицу времени;
- c. средняя продолжительность события (математическое ожидание), например, средняя продолжительность времени между отказами, средняя продолжительность времени восстановления после отказа.

Рассматривая иерархическую структуру следует выделить такие уровни:

1. 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;

К числу возможных задач, решаемых на данном иерархическом уровне рассмотрения, в которых требуется учитывать оценки по надёжности, следует отнести: составление технических требований и рекламаций к предприятиям-поставщикам на выпускаемую ими продукцию в части надёжности, разработка регламентов по обслуживанию основного оборудования, графиков профилактических и ремонтных работ и т.д.

2. 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;

К числу возможных задач, решаемых на данном иерархическом уровне рассмотрения, в которых необходимо использовать оценки по надёжности, следует отнести: оценка по надёжности вариантов технических решений и выбор наиболее рационального решения, обоснование резервов электросетевого оборудования, обоснование мероприятий для обеспечения надёжности электроснабжения выделенного узла нагрузки, планирование и обеспечение выполнения ремонтных и профилактических работ на электросетевых объектах.

3. система – электрическая сеть в целом – представляет собой уникальный объект рассмотрения.

К числу задач, решаемых на уровне проектирования и эксплуатации электрической сети на верхнем уровне рассмотрения, относится: обеспечение требуемого уровня надёжности электроснабжения при перспективном планировании развития электрической сети, экономические аспекты надёжности электроснабжения потребителей, составление графика проведения профилактических работ на электросетевых объектах с учётом обеспечения надёжности электроснабжения и т.д.

При выборе состава показателей надёжности электрической сети (особенно показателей, подлежащих нормированию) следует учитывать иерархический уровень рассмотрения, степень ответственности объекта, условия его эксплуатации, характер отказов, возможные последствия от них. При этом целесообразно, чтобы число нормируемых показателей надёжности было минимально, они имели простой физический смысл, допускали возможность получения расчетной оценки на этапе проектирования и получения статистической оценки по результатам испытаний или данным эксплуатации.

Оценка надёжности электроснабжения должна производиться на стадиях разработки элементов, планирования развития электроэнергетических систем, проектирования отдельных систем и объектов, а также в процессе эксплуатации. Даже при хорошем качестве оборудования и высоком уровне эксплуатации отказы оборудования в работе неизбежны в силу ряда объективных причин случайного характера и, прежде всего, из-за того, что в

условиях эксплуатации оборудование может подвергаться нерасчетным воздействиям, учет которых при его разработке потребовал бы введения неоправданно больших запасов.

Литература

1. Электротехнический справочник: Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии. / Под общ. ред. профессоров МЭИ. – М.: Издательство МЭИ, 2004, 964 с.
2. Гук Ю. Б. Теория надежности в электроэнергетике: Учеб. пособие для ВУЗов. – Л.: Энергоатомиздат, 1990-208 с.
3. Петруша Ю.С. Риски потери управляемости при либерализации электроэнергетической отрасли – БНТУ, Минск
4. Скопинцев В.А., Чемоданов В.И., Чичинский М.И. Оценка надежности работы электрической системы (Трактат) - Научно-методический центр по надёжности энергетических систем.-. Москва, 2004.
5. Фокин Ю.А. Вероятностно-статистические методы в расчетах систем электроснабжения. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 240 с.
6. Фокин Ю.А., Туфанов В.А. Оценка надежности систем электроснабжения. М.: Энергоиздат, 1981. – 224 с.