

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Процессы выработки, преобразования, передачи распределения и потребления электроэнергии протекают быстро и одновременно во многих самых разнородных элементах, расположенных далеко друг от друга и взаимодействующих между собой. К работе электрических установок предъявляются высокие требования по надежности. Большие масштабы электропотребления определяют важность проблем энергетике.

Трудность исследования электрических систем объясняется отношением их к категории сложных динамических систем.

Существуют следующие основные особенности электрических систем: протяженность системы в пространстве; множественность и избыточность элементов; сложность взаимодействий между элементами и наличие обратных связей; динамичность характеристик, одновременность и высокие скорости процессов.

Цель управления электрической системой — обеспечение наиболее эффективной работы ее, т. е. оптимизация параметров режима и технико-экономических показателей.

Для решения задачи оптимизации необходимо иметь большой объем сведений о свойствах отдельных элементов системы и связей между ними. Вся эта обширная информация должна быть переработана, обобщена и использована для анализа и планирования состояний системы.

При решении задач управления электрической системой неизбежно появление некоторой неопределенности в исходных значениях параметров. Это обусловлено указанными особенностями электрических систем, а также тем, что каждое последующее состояние системы не может быть однозначно определено по предыдущему состоянию.

Исследование процессов в электрических системах в настоящее время может быть выполнено двумя принципиально отличными друг от друга группами методов: детерминистическими и методами теории вероятностей.

Детерминистические методы позволяют описать характер протекания процесса в общих чертах. При пользовании этими методами неизбежны допущения, вызванные необходимостью пренебречь многими факторами, влияющими на реальный процесс.

Методы теории вероятностей оказываются лучше приспособленными к исследованию электрических систем, так как про-

цессы в последних характеризуются массовыми случайными явлениями. Именно вероятностные модели позволяют учитывать стохастический характер исходных значений и случайные вариации изменения параметров электрической системы в процессе ее функционирования.

Вероятностные методы позволяют проверить справедливость той или иной гипотезы, уточнить принятые допущения, оценить точность и надежность результатов.

С помощью вероятностных методов решается множество самых различных задач энергетики, причем можно выделить три основные области применения: надежность; режимы; технико-экономический анализ.

Одной из важнейших проблем энергетики можно назвать проблему надежности. Следует отметить многообразие моделей и методов теории надежности, которые дают то или иное приближение и применимы в зависимости от конкретных условий состава и структуры системы, а также режима работы и стратегии обслуживания ее.

Рассматривая надежность, имеют в виду вопросы оценки безотказности работы и ремонтпригодности отдельных элементов и всей системы (или части ее). Сюда же относятся вопросы выбора размеров и размещения резерва мощности, вида резерва и кратности резервирования питания, а также определение необходимых значений самых различных показателей надежности как силовых элементов системы, так и аппаратуры управления, релейной защиты и автоматики. При этом необходимо учитывать их взаимные связи и влияния друг на друга, т.е. приемлемыми оказываются только комплексные решения.

Так, вопрос бесперебойности питания не может быть сведен только к оценке вероятной длительности перерывов или ограничений электроснабжения, но требует учета предполагаемых потерь и включает в себя характеристику качества электроэнергии.

Еще одним необходимым условием бесперебойности является обеспечение запаса по динамической устойчивости.

Кроме того, все показатели надежности тесно связаны не только с техническими показателями системы и параметрами режима работы ее, но и с технико-экономическими характеристиками системы.

Иными словами, проблема надежности — это технико-экономическая проблема комплексного характера.

Особое значение проблема надежности имеет в аспекте проектирования электрических систем. Трудности учета надежности

обусловлены неопределенностью ситуации, связанной с неполным объемом информации, необходимой для количественного анализа процессов. Эта неопределенность имеет место в связи с ограниченностью опытных данных и возможностью переплетения множества случайных явлений, влияющих на исследуемый процесс.

Таким образом, особенностью решения вопросов надежности является целесообразность и необходимость вероятностного подхода.

Такой же подход дает хорошие результаты не только при проектировании отдельных элементов и электрических систем, но и при эксплуатации их. Сюда относятся вопросы режима работы, обслуживания, профилактики, графиков планово-предупредительных осмотров и ремонтов, ревизий, расчет потребности запасных частей и материалов для ремонта и эксплуатаций, объема складских резервов, расчет численности ремонтных бригад, а также обслуживающего и оперативного персонала.

Проблема режимов — это также комплекс целого ряда сложных вопросов. Главное из них — это вопросы электрических нагрузок. Все методы (даже если они явно не используют аппарат теории вероятностей) обоснованы именно массовостью потребителей электрической энергии и интегральным эффектом множества факторов, влияющих на формирование групповых графиков электрической нагрузки. Это связано с большим числом токоприемников в системе.

В качестве расчетной для любого элемента электрической системы принимается некоторая неизменная во времени нагрузка, эквивалентная по нагреву его электрическим током. Иными словами, сущность определения расчетной величины нагрузки по нагреву для некоторого графика заключается в оценке теплового эффекта. Поскольку нагрев проводника является интегральным эффектом влияния электрического тока, то в основе оценки нагрева лежит принцип осреднения электрической нагрузки во времени. При этом основную трудность составляет правильный выбор длительности интервала осреднения, а также учет особенностей графика нагрузки. Эти принципы положены в основу методов оценки нагрузочной способности трансформаторов и линий электропередачи.

Вопросы расчета электрических нагрузок и оценки перегрузочной способности отдельных элементов системы решаются с помощью простых статистических методов, основанных на теории случайных величин. Более сложный аппарат теории слу-

чайных функций привлекается для исследования графиков нагрузок, а также пиковых нагрузок и устойчивости системы.

Специфическими являются вопросы оценки качества электроэнергии. В настоящее время разрабатываются специальные приборы, позволяющие непосредственно получать вероятностные характеристики режима, например, статистический вольтметр дает значения так называемой неодинаковости напряжения.

Проблемы технико-экономического анализа электрических систем включают в себя рассмотрение вопросов качества электроэнергии, надежности, режимов, устойчивости и экономичности в их комплексе. Обычно при выборе оптимального режима учитываются все эти вопросы. В этом заключается основной смысл технико-экономических задач. Кроме того, сами эти задачи могут быть наиболее успешно решены именно вероятностными методами. Так, только методы теории вероятности дают возможность найти единый интегральный критерий оптимальности, удовлетворяющий как техническим требованиям, так и экономическим.

Во всех вопросах технико-экономического анализа труднее всего бывает выбрать расчетные условия. Практика показывает, что нельзя ориентироваться ни на наиболее легкие условия ни на наиболее тяжелые, так как они не отвечают наибольшей экономичности. Вероятностные методы позволяют количественно оценить оптимальные расчетные условия, исключить экономически неоправданные решения.