

Апышев Д.А.

**ПРИМЕНЕНИЕ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ**

D.A. Apyshev

**APPLICATION OF THE SITUATIONAL MANAGEMENT
IN ELECTRIC POWER INDUSTRY**

УДК: 621.311-681.3

Рассматривается ситуационное управление заключающееся в совместном рассмотрении различных целей управления режимами электроэнергетических систем экономичности, надежности и качества электроэнергии, что позволило получить новые количественные и качественные результаты, отличающиеся от изолированного рассмотрения каждой из этих задач.

Situational management is considered which consists in the joint consideration of the different purposes of control modes of electric power systems efficiency, reliability and power quality, which allowed us to obtain new quantitative and qualitative results that differ from the isolated consideration of each of these tasks.

Решение современных задач повышения эффективности и качества снабжения потребителей электроэнергии невозможно без разработки и внедрения качественно новых форм и методов управления. Объемы перерабатываемой информации, количество рассматриваемых решений и управляющих воздействий при управлении режимами электроэнергетических систем настолько велики, что неизбежно приходится обращаться к помощи математических методов и средствам имитационного моделирования. Однако у всех имитационных моделей есть один существенный недостаток. Они являются пассивными моделями, для которых не требуется поиска управления, наилучшего с точки зрения некоторого критерия. В больших системах проблема поиска управления не менее важна, чем проблема построения модели объекта управления. Один из весьма перспективных методов, позволяющих для широкого класса систем решать задачу поиска в процессе адаптации алгоритмов работы системы управление является ситуационное управление, которое вытекает из модельной теории мышления, ряд положений которой разработан советскими учеными Д.А. Пospelовым, В.Н. Пушкиным [1] и Ю.И. Клыковым [2].

В соответствии с принципами этой теории управление большой системой рассматривается как процесс создания в памяти вычислительной машины семиотической системы задач управления, позволяющей предвидеть последствия принятия тех или иных решений и выбрать оптимальное решение в соответствии с заданным критерием управления.

Решение указанной проблемы требует оперирования с языком более высокого порядка, чем часто используемый язык уравнений (дифференциальных, функциональных алгебраических, логических и др.), на котором базируются многие современные методы управления.

При этом управление представляется как процесс нахождения решения системы уравнений, дающего экстремум оценочного функционала. Однако такой подход к описанию процесса управления не является единственно возможным. Более того, при этом подходе возникают практически непреодолимые трудности, когда речь идет об управлении большими системами. Размерность задач управления сложными системами столь велика, что даже быстродействующие вычислительные машины оказываются неспособными решать возникающие здесь системы уравнений.

С практической точки зрения более перспективным является управление большими системами по ситуациям, при котором процесс функционирования управляемого объекта определяется таблицей решений, входной строкой которой являются ситуации, а выходным столбцом - решения. На пересечении i -й строки и j -го столбца ставится 1, если по ситуации s_j требуется принять решение R_j и 0 - в противном случае.

Решения играют роль операторов преобразования ситуаций. Управление моделью объекта с помощью таблицы решений выглядит следующим образом. Для текущей ситуации $s(t)$, зафиксированной на модели объекта в момент времени t , фиксируется строка таблицы решений, которой принадлежит $s(t)$. Выбирается решение, соответствующее $s(t)$, с помощью которого модель переводится из состояния $s(t)$ в $s(t+1)$. Процесс экстраполяции ситуаций на модели объекта с помощью таблицы решений продолжается до тех пор, пока либо исчерпается заданное число тактов экстраполяции, либо будет получена ситуация, удовлетворяющая заданным условиям. Последовательность решений, полученная в результате экстраполяции ситуаций на модели объекта, играет роль закона функционирования объекта на соответствующем временном интервале. В общем случае с помощью таблицы решений может быть получено несколько законов функционирования объекта для заданной ситуации $s(t)$.

Выбор подходящего закона осуществляется с помощью критерии оценки качества функционирования объекта.

Таблицы решений, характеризующие функционирование больших систем, имеют, как правило, весьма большое число строк и сравнительно небольшое число столбцов, причем эта разница становится тем ощутимее, чем выше уровень управления.

В связи с тем, что число возможных состояний (микроситуаций) большой системы огромно, а число принимаемых решений невелико, практическая реализация принципа ситуационного управления связана с решением проблемы разбиения множества микроситуаций на классы по числу принимаемых решений. Если такое разбиение получено, то управление по ситуациям выглядит так, как это описывалось выше. При этом строками таблицы решений являются макроситуации, характеризующие родственные по управлению классы микроситуаций.

Разбиение множества микроситуаций на классы связано с формализацией понятия микроситуации управляемого объекта и процесса обобщения микроситуаций. Решение этой проблемы требует оперирования с языком, обладающим средствами имитации процессов формирования, обобщения и экстраполяции микроситуаций управляемого объекта.

Качество решений, вырабатываемых при эксплуатации, проектировании и реконструкции электрических сетей, зависит от того, насколько глубоко рассматриваются различные варианты возможных условий и режимов принимаемых решений. Одним из важных факторов влияющих на эффективность принимаемых решений является динамика эксплуатационных схем электрических сетей. Основным способом учета динамики схем электроснабжения в процессе настоящей и будущей эксплуатации может служить метод ситуационного моделирования процесса функционирования сети. Средством учета динамики распределительных сетей системы электроснабжения городов следует считать информационно-вычислительные системы, реализующие методы и алгоритмы и снабженные автоматизированной информационной базой. Учет динамики требуется для более обоснованного выбора объема резервирования, пропускной способности элементов сети, оправданного объема ремонтно-эксплуатационного обслуживания. Оно включает не только ремонта, но и работы связанные с включением в течение расчетного периода T_p новых линий, трансформаторов, а также позволяет установить более рациональную организацию проведения ремонтно-эксплуатационного обслуживания в течение T_p

События, определяющие динамику схемы, носят различный вероятностный характер. В общем случае задача должна сводиться к моделированию случайного процесса функционирования сети в будущем. Однако

во многих случаях достаточно ограничиться анализом детерминированных планов эксплуатационных работ, каждый из которых соответствует одной реализации процесса. Поэтому целесообразно исполнение детерминированного аналога рассматриваемой задачи функционирования распределительных сетей электроснабжение в течение ретроспективного периода и для диспетчерского управления реально существующем режимам эксплуатационной схемы электроснабжения.

Ситуационное моделирование режимов работы распределительных сетей системы электроснабжение применено для решения двух задач, первая из которых заключается в оценке технико-экономических результатов, фактически достигнутых по истечении ретроспективного расчетного периода. Вторая задача заключается в выборе таких режимов электрические сети на будущий расчетный период производственной продолжительности, которое обеспечит оптимальный уровень технико-экономических результатов при возможных вариантах ремонтно-эксплуатационного обслуживания. Расположенные в строгом соответствии с календарной последовательностью отключений элементов сети в пределах ретроспективного или перспективного периода, i -е ситуации имеют в общем случае произвольную продолжительность t_i . Так как i -е ситуации отличаются сочетаниями отключенных элементов, параметрами режимов, то каждой из них соответствует ситуационное значение технико-экономических результатов: $\Delta \mathcal{E}$, ΔW_{pi} , $\Delta W_{нк}$.

Исследования учета динамических изменений схем распределительных сетей 6-10 кВ за ретроспективный период выполнены на примере участка схем: сети, состоящего из 18 трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ (рис.1). Собраны все данные. Отметим, что около 70% всех нарушений нормального режима распределительных сетей системы электроснабжения имеют продолжительность менее 24 часов. Ситуационные значения ΔP_i отражены на рис.2.

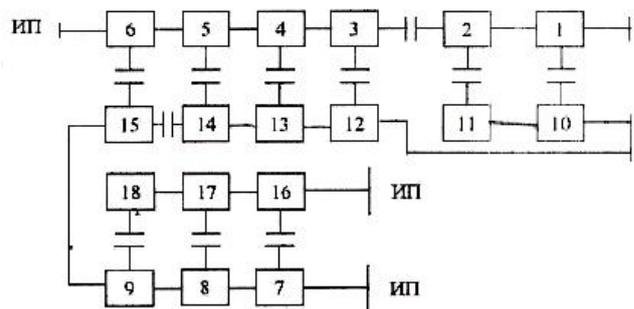


Рис.1. Схема участка распределительной сети 10 кВ

Заштрихованная площадь соответствует той экономии $\Delta \mathcal{E}$ в сети, которая может быть достигнута

при ситуационной оптимизации на расчетный период одному году.

Расчеты показали о необходимости детализации расчетной схемы распределительных сетей в отдельных ситуациях, по целесообразности выполнения локальной оптимизации для длительных ситуаций по критериям ΔP , $\Delta \mathcal{E}$, т.к. эффект снижения оптимизируемого показателя находится в пределах 7-40%. Для выбранного участка схемы распределительных сетей 10 кВ это снижение составило около 35%.

Проведем исследование влияние факторов, дестабилизирующих нормальную схему электрических соединений распределительных сетей 6-10 кВ и факторов, связанных с суточной неравномерностью графиков нагрузок и распределение отклонений для участка кабельной сети (рис.1), используя среднестатистические показатели надежности элементов и оборудования системы электроснабжения.

Ситуационная оптимизация конфигурации распределительных сетей позволила снизить относительный

ΔW_n в среднем на 10-15% (рис. 3) к величине $\Delta W_{\text{опт.нор.}}$.

Площадь между ломаными линиями? $W_{\text{опт.н.}}$ и $\Delta W_{\text{иис}}$ соответствует экономии условного средневзвешенного ΔW_i за счет ситуационной оптимизации.

Полученный результат дает основания считать целесообразным применение локальной оптимизации для продолжительных ситуаций, при этом в большей степени проявляется чувствительность отдельных узлов нагрузок к динамике конфигурации сети. Локальную оптимизацию можно рекомендовать при выводе в ремонт отдельных единиц оборудования, когда необходимо найти оптимальную конфигурацию эксплуатационной схемы распределительных сетей.

Литература:

1. Поспелов Д.А., Пушкин В.Н. мышление и автоматы. М.: Советское радио, 1972 -161 с.
2. Клыков Ю.И. Ситуационное управление большими системами. М.: Энергия, 1974 -136с.