

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КЛАССИФИКАЦИИ СОСТОЯНИЙ ЭСПП ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ЕЕ РЕЖИМА

**Кирилин И.В., Массов А.А., Козлов П.М., инженеры
Норильский индустриальный институт
Научный руководитель – профессор Пантелеев В.И.
Сибирский федеральный университет**

Электрические системы промышленных предприятий (ЭСПП) относятся к категории сложных систем кибернетического типа, для управления которыми наиболее целесообразно использовать принципы ситуационного управления (СУ). В основе СУ лежит понятие классификации, под которым подразумевается операция распознавания текущей ситуации объекта по ряду признаков и отнесение ее к определенному известному классу с заранее предусмотренными регулируемыми воздействиями по управлению. От того, насколько грамотно и точно будет осуществлен процесс классификации, будет зависеть успешность и скорость принятых решений по управлению объектом.

Современные методы классификации, развивающиеся от принципов комбинационной группировки до многомерного статистического анализа (методы распознавания образов «с учителем» (дискриминантный анализ) и «без учителя» (автоматическая классификация, или кластер-анализ); методы факторного анализа и многомерного шкалирования и т.д.), существенно расширили содержание самого процесса классификации и дополнили его проблемой построения самой процедуры разбиения на классы, ранее носившей чисто технический характер.

Анализ широкого круга публикаций, посвященных классификации в различных отраслях жизнедеятельности человека показал, что несмотря на значительный объем исследований о классификации состояний ЭСПП не упоминается ни в одном из них. Причиной такого положения является тот факт, что, классификация во всем мире начала бурно развиваться благодаря потребностям, прежде всего, социально-экономических, биолого-медицинских отраслей, а также в области информационных устройств робототехнических систем. Тем не менее, на сегодняшний день накоплен огромный материал, позволяющий на своей основе синтезировать методы классификации применительно к любым отраслям деятельности человека, в том числе и в области электроснабжения.

Для совершенствования систем управления электроснабжением, в частности, компенсацией реактивной мощности (КРМ), следует разрабатывать сложные многоуровневые системы распознавания, построенные на основе кластерного анализа. Модель ЭСПП является многоэлементной, возможные пути ее изменения в нормальных и послеаварийных режимах работы играют решающую роль, так как определяют зависимость друг от друга параметров режима в узлах нагрузки (УН) и формируют графы – топологические модели схем электрических цепей. Промышленные электрические сети, как правило, используют последовательно-параллельную схему расположения цехов, способствующую сокращению площади предприятия и протяженности коммуникаций различного назначения, что неизбежно приводит к использованию радиальной многоступенчатой схемы электроснабжения.

Многоступенчатость самой структуры сети электроснабжения предполагает использование иерархически зависимых параметров (признаков) для формирования

апостериорной информации, что подтверждает правильность выбранной системы классификации.

Например, для расчета оптимальных значений мощности батарей конденсаторов (БК) в сети 6-10 кВ, токов возбуждения синхронных двигателей (СД) и выбора регулировочных отпаек трансформаторов (РПН) главных понизительных подстанций (ГПП) при КРМ необходимо вначале определить потоки мощности всех ветвей схемы замещения УН с учетом потерь в кабельных линиях и цеховых трансформаторных подстанций (ЦТП).

Кроме непосредственно используемой для определения потоков активной и реактивной мощности исходной информации о номинальных и эксплуатационных параметрах потребителей электроэнергии УН необходимо уже на данном этапе указать сведения об эксплуатационных значениях: мощности БК в сети 0,4 кВ, при которых были сняты показания реактивной мощности (РМ) на шинах 0,4 кВ ЦТП; токов возбуждения СД и загрузке СД и асинхронных двигателей (АД).

Далее должны определяться уровни напряжения на шинах распределительных подстанций последующих уровней, выводах электродвигателей и на шинах 0,4 кВ ЦТП. Для этого потребуются сведения о текущем значении напряжения питающей сети и положении избирателей РПН трансформатора ГПП. Для возможности расчета указанных выше параметров электропотребления всех характерных режимов УН авторами разработана в среде Delphi 7.0 программа EPCAD - 1 (Electric power CAD), способная имитировать реальные состояния любой ЭСПП радиальной многоступенчатой структуры. В ней имеется ряд типичных ограничений и допущений, принятых в практических инженерных расчетах и не вносящих существенных погрешностей в точность результатов.

В программе предусмотрена возможность подключения к УН источников реактивной мощности, СД и АД, статической нагрузки и трансформаторных подстанций, потребляемая мощность которых изменяется по заданному суточному графику. Работа каждого из электроприемников сети 6(10) кВ также задается суточными графиками нагрузки, что позволяет рассчитать текущее значение потоков активной и реактивной мощностей и уровней напряжения в контрольных точках сети, установленных пользователем.

Программа EPCAD-1 имеет иерархическую структуру, состоящую из 3 уровней: 1 – «Уровень схемы соединения узлов нагрузки»; 2 – «Уровень формирования групп электроприемников»; 3 – «Уровень задания количества, параметров и графиков нагрузки электроприемников».

Для формирования классов, максимально достоверно отражающих состояния ЭСПП, программой учитывается регулирующий эффект нагрузки при изменении напряжения питающей сети.

Результаты описанных выше расчетов, а также непосредственно измеряемая и заложенная информация, объем которой также оговорен выше, уже позволяют составить представление о состоянии ЭСПП и являются, в принципе, достаточными для формирования определенных классов состояний. Далее должны решаться вопросы выбора целесообразных регулирующих воздействий на указанные выше средства регулирования параметров режима для каждого из сформированных классов. Для этого в каждом из них, так сказать, на третьем этапе расчетов в качестве исходной априорной информации потребуются сведения: 1) о количестве и емкости секций БК, установленных в сетях 6 кВ и 0,4 кВ каждого из ЦТП; 2) о возможностях установленных в сети СД, как об ИРМ, т.е. о максимально допустимых по нагреву обмоток ротора и статора токах возбуждения СД, а также минимально допустимых токах возбуждения по условию сохранения двигателями устойчивой синхронной

работы; 3) об ограничениях регулируемых параметров, устанавливаемых нормативными документами, инструкциями, указаниями и пр.

Уточненная модель поступления априорной и апостериорной информации в систему классификации может быть построена лишь после формирования решающей функции, с помощью коэффициентов которой и будет осуществляться отнесение к тому или иному классу распознанной ситуации ЭСПП.

В качестве решающей функции, на наш взгляд, для классификации состояний ЭСПП целесообразно использовать статические характеристики (СХ) УН, снятые при характерной загрузке технологического оборудования при характерном изменении напряжения питающей сети для всех возможных конфигураций сети узла.