

РАЗДЕЛ I МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА СИСТЕМ

А.Е. Хатламаджиян

ДУБЛИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА УЧАСТКАХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Одними из важнейших функций системы диспетчерского контроля и управления устройствами электроснабжения (ДКУЭ) являются повышение достоверности информации телесигнализации (ТС) и автоматическое определение нештатных ситуаций. Если учесть, что между сигналами ТС существует множество различных взаимосвязей, то в решении этих задач могут помочь методы логического контроля правильности работы устройств электроснабжения.

Рассмотрим путь информации ТС в системах ДКУЭ, который можно описать цепочкой, представленной на рис. 1.

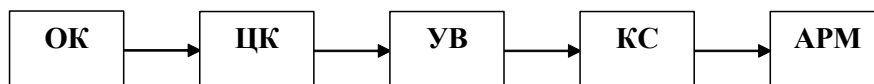


Рис. 1. Путь информации ТС в системах ДКУЭ

ОК – устройства электроснабжения или объекты контроля; ЦК – цепи контроля; УВ – устройства ввода информации ТС; КС – каналы связи; АРМ – автоматизированное рабочее место энергодиспетчера (АРМ ЭЦ).

Нештатными ситуациями в рамках рассматриваемой структуры могут быть: неисправности ОК, обрыв или подпитка цепей контроля, неисправности устройств ввода информации ТС, искажение данных в каналах связи.

Существует множество методов определения нештатной ситуации для каждого звена приведенной цепи в отдельности. Однако очень мало алгоритмов, использующих взаимосвязи ОК. Таким образом, в настоящее время становится актуальной задача определения адекватности состояний ОК текущей ситуации по состоянию других ОК.

При дальнейшем рассмотрении, между ОК можно выделить три вида взаимосвязей:

- 1) Между некоторыми ОК есть явная, универсальная связь, выражаемая через простую известную функцию, при присутствии во множестве ОК всех аргументов;
- 2) Между некоторыми ОК есть явная связь, выражаемая через простую известную функцию, при отсутствии некоторых аргументов.
- 3) Между некоторыми ячейками есть неявная и/или не универсальная и/или сложная связь.

В первом случае задача определения адекватности состояния ОК решается традиционными методами математического программирования. Отсутствие

разнообразных алгоритмов определения адекватности состояний ОК можно объяснить тем, что при внимательном изучении проблемы, оказывается, что взаимосвязей первого вида не так уж и много, хотя на первый взгляд кажется, что это не так.

Одним из выходов в этой ситуации может быть целенаправленное добавление ОК, для восполнения недостающих аргументов в формальном описании взаимосвязей. И в тех случаях, когда к контролю какого-либо ОК предъявляются особо высокие требования безопасности, это является единственно правильным решением.

Однако, в общем случае, во множестве ОК присутствуют не все аргументы для решения поставленной задачи. Следовательно, в этих случаях вывод о состоянии объекта по косвенным признакам может иметь только вероятностный характер. В связи с этим необходимо разделить задачи, решаемые в системе ДКУЭ, в зависимости от требований к точности входных данных (более точная – менее точная информация) и для каждой из них сформулировать критерии достаточной точности или, иначе говоря, достаточной степени вероятности.

Например, если при определении адекватности состояния объекта А по косвенным признакам имеет место некоторая вероятность неадекватности состояния текущей ситуации, логично послать дополнительный запрос о его состоянии и/или вывести предупреждение энергодиспетчеру, а при превышении некоторого порога вероятности - установить автоматический запрет технологических процессов с участием объекта А.

Существует множество задач, для решения которых достаточно вероятности нахождения ОК в каком-либо состоянии. Следовательно, можно сделать вывод о необходимости разработки методов определения вероятностных значений для поддержки принятия решений о состоянии ОК.

Взаимозависимости между состояниями ОК в принципе могут быть представлены в виде известных формальных моделей и выражены посредством соответствующих функций. Однако применение этих функций в практических приложениях, в большинстве случаев, является невозможным по ряду причин.

Отсутствие во множестве ОК большинства необходимых аргументов этих функций - только одна из них. Основные проблемы являются следствием практической реализации и последующего изменения структуры этих систем.

Разнообразие применяемых проектных и технических решений, отличие элементной базы от идеальной (реле, лампочки и т.д.), избыточность логических схем (в целях надежности и безопасности), их постоянное локальное изменение (на различных предприятиях или в подразделениях), появление новых, постоянно совершенствующихся устройств электроснабжения и, соответственно, изменение проектных и технических решений по их увязке с существующими устройствами – все это привело к тому, что каждый контролируемый пункт стал уникальной сложной системой. Следовательно, при выявлении взаимосвязей между ОК необходимо опираться не только на общие формальные модели, но и на конкретные реализации систем.

Важными требованиями к методам определения адекватности состояния ОК являются универсальность и адаптивность. Применение для решения этих задач только традиционных методов математического программирования приведет к значительному увеличению размера алгоритма и увеличению диапазонов различных параметров, что неизбежно скажется на его эффективности. Принимая во внимание большое количество ОК, очевидно, что действительно

универсальный метод практически невозможно реализовать традиционными методами, без потери эффективности.

Решение поставленной задачи также усложняют сжатые сроки внедрения системы ДКУЭ, трудоемкость извлечения зависимостей ОК из принципиальных схем и их перевода в программный код.

К тому же необходимо учитывать, что в сложном технологическом процессе работы энергосистем существуют глубокие неявные взаимосвязи, которые нельзя выявить только традиционными методами. Поэтому становится актуальной разработка новых методов выявления неявных признаков и структурно-временных отношений между различными изменениями состояний ОК.

Выход в сложившейся ситуации заключается в разработке гибридного интеллектуального метода определения адекватного состояния ОК, основанного на различных алгоритмах обработки информации о состоянии ОК, который должен совмещать в себе точные аналитические методы, использующие технологии традиционного математического программирования и методы искусственного интеллекта, позволяющие в автоматическом режиме извлекать закономерности из поступающей информации ТС. К тому же, он должен быть максимально универсальным, обладать способностью к машинному обучению и адаптации к конкретным условиям.

А.Р. Гайдук, А.А. Ланская

ГРАДИЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЕМ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Разработан метод синтеза градиентного управления, которое позволяет обеспечить устойчивость в целом и требуемое быстродействие системы управления возбуждением электрического генератора. Управление строится на основе функции Ляпунова в виде квадратичной формы.

1. Постановка задачи синтеза. Построение управлений возбуждением электрических генераторов, – важная проблема современной энергетики. В работах Ю.П. Петрова и его учеников [2, 3] предложен синтез оптимального управления, построенного на основе принципа максимума и обеспечивающего наибольшую область устойчивости при наличии ограничений на величину напряжения возбуждения. Метод агрегированных макропеременных позволяет наиболее полно учесть особенности внутренней структуры генераторов как объектов управления. Синтез нелинейных стабилизирующих управлений на основе модифицированных уравнений синхронного генератора [4] позволяет учесть естественные ограничения, присущие реальным объектам, и синтезировать устойчивые «в большом» нелинейные системы управления. Однако эти методы не позволяют обеспечить требуемое быстродействие системы возбуждения генераторов. Предложенный в данной работе метод синтеза градиентного управления решает эту задачу на основе функций Ляпунова и в общем случае может быть использован для построения нелинейных систем различного назначения.

Очень часто система управления возбуждением электрического генератора состоит из линейной части и нелинейности $f(x)$, и ее уравнения имеют вид