

# ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ И ПЕРСПЕКТИВНЫМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

А.Б. Бакасова, Н.Т. Ниязов, Г.Н. Ниязова

Кыргызский государственный технический университет им.И.Раззакова

Описывается современная электроэнергетическая система с точки зрения применения идей и принципов синергетики – новой интегральной науки, изучающей процессы самоорганизации и коллективного, когерентного поведения в нелинейных динамических системах различной природы.

В 70-х годах прошлого столетия возникло научное направление, связанное с процессами самоорганизации – синергетика. Синергетика, или теория самоорганизации, сегодня представляется одним из наиболее популярных и перспективных междисциплинарных подходов. Термин синергетика в переводе с греческого означает «совместное действие». Введя его, Герман Хакен вкладывал в него два смысла. Первый – теория возникновения новых свойств у целого, состоящего из взаимодействующих объектов. Второй – подход, требующий для своей разработки сотрудничества специалистов из разных областей. Было установлено, что при определенных условиях сложные сообщества элементов из неупорядоченного хаотического состояния могут переходить в упорядоченные структуры за счет только свойств собственно самой системы. Эти структуры сохраняют устойчивость даже при существенном изменении внешних условий, что предопределяет их преимущество перед стационарными структурами.

Синергетическое мировидение позволяет по-новому подойти к проблеме эффективного управления развитием сложных электроэнергетических систем. К настоящему времени выявлены основные факторы, наличие которых необходимо для получения эффекта самоорганизации вне зависимости от природы явления:

- нелинейность структуры;
- существование критических точек бифуркации, при переходе через которые поведение системы качественно изменяется.

Электроэнергетическая система охватывает сложную совокупность процессов преобразования и передачи электроэнергии от источников до приемников включительно. Она представляет собой большой, сложный, открытый, диссипативный и динамически развивающийся объект, исследование которого возможно только на основе системного подхода.

**Большими** называют сложные, иерархически построенные (многоуровневые) человеко-машинные системы, в которых пространственный (иерархический) фактор имеет существенное значение, в то же время для большой системы характерно, что она обладает столь сложной структурой, что ее нельзя в целом одновременно точно количественно охарактеризовать, а органы, ею управляющие, располагают лишь неполной (неоднозначной) информацией о системе. Первым признаком больших систем является наличие в них достаточно большого числа элементов: количество генераторных блоков, линий электропередач, узлов нагрузки, уже не говоря об элементах автоматики и управления. Все элементы системы, взаимодействуя друг с другом, образуют сложную разветвленную структуру с множеством связей между собой.

Электроэнергетические системы как большие системы, обладают определенными свойствами:

- развитием во времени в пределах заданных ограничений, в основном задаваемых внешними связями системы;
- множественностью нелинейных зависимостей; этим подчеркивается массовость и принципиальная нелинейность основных связей системы;

- вероятностным характером изменения параметров и воздействий в том смысле, что последующее состояние нельзя однозначно определить из ее предыдущего состояния, что является следствием точно не определяемого поведения людей в функционировании системы, а также влиянием случайных возмущений;
- саморегулируемостью в смысле активного действия при изменении как внешних, так и внутренних воздействий;
- наличием механизма обратных связей, через которые в значительной мере осуществляется саморегулируемость системы;
- надежностью функционирования, проявляющейся, в частности, через избыточность связей и элементов.

**Сложность** электроэнергетической системы проявляется в многоэлементности и иерархичности структуры, в обилии степеней свободы и наличии нелинейных элементов, во взаимодействии элементов системы с внешней средой, являющейся источником случайных возмущений, в необходимости отыскания условий оптимальности действия системы, разнообразии параметров, характеризующих состояние.

**Открытая** электроэнергетическая система в отличие от замкнутых (изолированных) систем может обмениваться с окружающей средой как энергией и веществом, так и информацией.

**Диссипативность** электроэнергетической системы характеризуется потерями энергии сопутствующие технологические процессы энергообъекта.

**Динамически развивающаяся** электроэнергетическая система – это постоянное развитие и изменение ее параметров в процессе эксплуатации.

На рис.1 представлена блок – схема процесса производства, преобразования, передачи, распределения и использования электрической энергии, где показаны категории первичных источников и различные этапы процесса [2], а именно:

- преобразование механической энергии в электрическую;
- трансформация и передача энергии;
- потребление электрической энергии после преобразования к виду, допускающему ее прямое использование.

Стрелки обозначают главные входы и выходы; ими отмечены начала и концы элементов, характеризующие фазы процесса. В блок – схеме упрощенно показаны обратные связи регулирования мощности агрегата с целью поддержания заданного значения частоты, напряжения и реактивной мощности.

Электроэнергетическая система в каждом режиме и при переходе от одного режима к другому имеет следующие признаки, свойственные кибернетическим системам:

- наличие цели или алгоритма управления;
- взаимодействие элементов системы с внешней средой, являющейся источником случайных возмущений;
- необходимость отыскания условия оптимальности действий системы, в целом и его частей;
- управление процессами системы на основе передачи, приема информации и ее последующей обработки;
- регулирование процессов на основе применения принципов обратной связи.

Следует также отметить некоторые важные особенности электроэнергетических систем:

- одновременность процесса производства, преобразования, передачи, распределения и потребления электрической энергии;
- быстрота протекания переходных процессов в электрической системе требует обязательного применения специальных быстродействующих автоматических устройств.

Надежное и качественное функционирование таких электроэнергетических систем, невозможно без применения систем автоматического управления, к которым предъявляются следующие основные требования по обеспечению:

- требуемых статических характеристик системы;
- устойчивой работы системы с запасом и качества переходных процессов при больших и малых возмущениях.

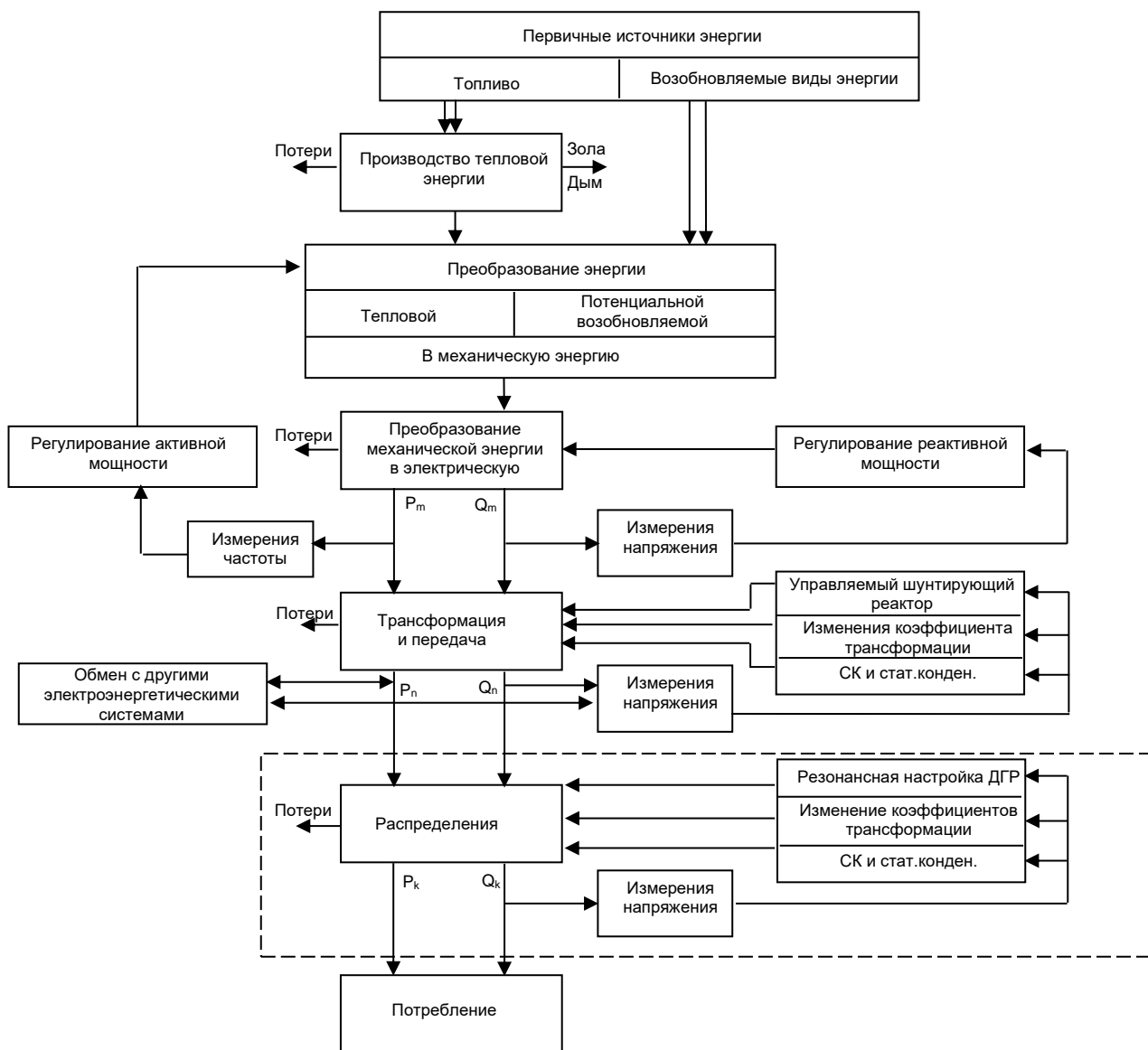


Рис.1 Блок – схема технологического процесса производства, преобразования, передачи, распределения и использования электрической энергии.

Выполнение указанных требований затрудняется сложностью электроэнергетических систем как объекта регулирования, характеризуемого такими основными признаками как многомерность и многосвязность, многообразием режимов и возможных возмущений. Для обеспечения надлежащего управления переходными процессами в электроэнергетических системах необходим их анализ с применением математических методов, позволяющих провести поиск оптимального управления отдельными элементами системы и комплексным управлением в энергообъединениях сложной структуры.

Между тем, нелинейные элементы давно стали неотъемлемой частью электроэнергетической системы. Расширение практического применения нелинейных устройств во всех объектах электроэнергетики (различные токоограничивающие реакторы

с нелинейными характеристиками, выпрямительные и инверторные подстанции вставок и передач постоянного тока, источники реактивной мощности, бесконтактная коммутационно – регулирующая аппаратура, нелинейные устройства для ограничения перенапряжений и т.д.) предъявляют все большие требования к развитию нелинейной теории электроэнергетических систем.

Традиционные методики построения алгоритмов управления электроэнергетической системы обычно строятся по принципу так называемой «компенсации» нелинейностей моделей или их игнорирования, сепарирования имеющихся каналов управления, нейтрализации перекрестных связей и т.д. Подобные вынужденные искусственные приемы, вызванные ограниченными возможностями известных методов классической теории управления, в конечном итоге, весьма негативно сказываются на способности систем управления отвечать современным требованиям к электроэнергетической системе с точки зрения качества производимой энергии, устойчивости системы и энергосбережения.

Повышение требований к качеству работы энергообъектов, а именно: их устойчивости, надежности, расширения их функциональных возможностей, да и сама логика научно – технического прогресса, обуславливают актуальность поиска принципиально новых путей совершенствования принципов управления энергообъектами и их группами в составе электроэнергетической системы. Традиционные алгоритмы управления электроэнергетической системы сложилось более полувека назад, и используются поныне, хотя они явно устарели. Несомненно, в свое время и сейчас они показывают свою эффективность, но их применение во все более развивающейся и расширяющейся структуре электроэнергетической системы порождает свои проблемы и требует их незамедлительного решения.

В связи с этим нам остается найти ответ на вопрос, как научиться, не управлять процессом грубыми внешними воздействиями, как в настоящее время делается, а возбуждать его слабым толчком? Научиться заменять постоянно идущие от наружных источников управляющие команды на процессы самоорганизации системы, уметь возбудить ее внутренние силы, которые бы быстро породили адекватные данной технической среде структуры, устойчиво самоподдерживающиеся и рационально функционирующие. Мягкое управление – это управление посредством «умных» и надлежащих воздействий на нелинейные системы. Слабые, но соответствующие, т.е. резонансные, влияния чрезвычайно эффективны. Они должны соответствовать внутренним тенденциям развития сложной системы. Правильные резонансные воздействия, т.е. воздействия в нужное время и в нужном месте, могут высвободить мощные внутренние силы и возможности системы [1].

Знание принципов самоорганизации сложных систем имеет чрезвычайно важное значение для проектирования и модернизации принципиально новых систем автоматического управления современными электроэнергетическими объектами. Таким образом, можно создать самоорганизующуюся электроэнергетическую систему более совершенной структуры.

### **Литература**

1. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. Синергетическое мировидение – М.: Ком Книга 2005. – 238 с.
  2. Апышев Д.А., Бакасова А.Б. Нелинейности в электроэнергетике – Бишкек, 2003. – 169 с.
- Колесников А.А., Веселов Г.Е., Попов А.Н., Кузьменко А.А., Погорелов М.Е., Кондратьев И.В. Синергетические методы управления сложными системами. Энергетические системы – М.: Ком Книга 2006. – 247 с.