

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

© 2021 Ю. А. Клименко, А. П. Преображенский

Воронежский институт высоких технологий (Воронеж, Россия)

В статье дается анализ некоторых методов, которые могут использоваться в ходе построения современных энергетических систем. Обсуждаются подходы по оптимизации таких систем.

Ключевые слова: управление, оптимизация, энергетическая система.

В настоящее время можно наблюдать активное развитие энергетических систем. Они являются распределенными, что создает необходимость в использовании для их управления соответствующих методов и подходов.

В данной работе мы рассмотрим некоторые способы управления энергетическими системами.

Среди давно известных подходов можно отметить метод Гранера-Даррье [1]. Основная идея его состоит в том, что применяется пропорционально-интегральный закон регулирования по частоте и обменной мощности в ЛЭП. Необходимо принимать во внимание соответствующие алгоритмические характеристики. Они вытекают из режимных требований к объектам управления. Отклонения частот и мощностей от заданных значений базировались на пропорционально-интегральных законах в функциях.

Исследователи на практике также применяют частотные методы. На их основе для выбранного частотного спектра будут получаться так называемые «частотные характеристики влияния».

Для некоторых задач представляет интерес использование методов нечеткого и интервального анализа [2, 3]. Они необходимы для того, чтобы реализовывать управления, когда существуют условия неопределенности. Их можно задавать на базе статистических и нестатистических методов.

Вследствие разработок новых видов оборудования происходит возникновение разных видов задач. Для их решения требуется, чтобы совершенствовались алгоритмы,

связанные с автоматизированным диспетчерским управлением [4, 5]. Например, появились методы, которые были ориентированы на то, чтобы создавались системные диспетчеры. Оптимальное управление может быть реализовано на основе автоматизированных систем, которые непрерывным образом модернизируются. В оптимизационных задачах исследователи учитывают экономические критерии. Есть классы задач, в которых необходимо осуществлять регулирование по мощности, напряжению и частоте. Это требуется для того, чтобы избежать аварийных ситуаций. Во многих случаях приходится опираться на разработки теории управления. Принципы оптимизации и адаптации активным образом развиваются при совершенствовании систем управления распределенными энергетическими объектами. Подобные энергосистемы рассматриваются в виде крупномасштабных объектов. Это вытекает из того, что порядок формируемых уравнений энергетических объектов будет достаточно высоким. Тогда принципы агрегирования и декомпозиции важно привлекать для того, чтобы осуществлять анализ и синтез соответствующих систем управления.

Чтобы осуществлять синтез управления нормальными и аварийными режимами в энергетических объединениях, необходимо опираться на управляющие структуры и алгоритмы, являющиеся адаптивными. Они могут быть соответствующим образом классифицированы.

Существуют разработки по алгоритмам адаптивных диспетчерских управлений [6]. Необходимость в их реализации определяется тем, что при управлении режимами энергетических объединений должны быть применены современные исследовательские подходы. Исследователи ориентируются на

Клименко Юрий Алексеевич – Воронежский институт высоких технологий, аспирант, klm71165@mail.ru.
Преображенский Андрей Петрович – Воронежский институт высоких технологий, профессор, app@vivt.ru.

высокие уровни по техническим и экономическим требованиям.

В энергетических системах применяются адаптивные регуляторы. Для их синтеза в настоящее время существуют определенные методы. Среди них исследователи отмечают подходы, связанные с созданием совокупности систем управления.

Какие основные компоненты входят в классические адаптивные системы? В них есть основной и адаптационный контур. В последнем, во многих случаях, осуществляется процесс подстройки параметров.

Алгоритмические или аналитические методы используются в основном контуре системы. Они используются для того, чтобы происходило формирование управления в виде решения каких-то оптимизационных задач. Для энергетических систем не исключены ситуации, в которых возникают хаотические режимы [7]. Это определяется спецификой замкнутых систем и их моделей.

Интервальные системы управления рассматриваются как другой класс в классификации. Они синтезируются, исходя из того, чтобы удовлетворить требованиям, в которых есть робастная устойчивость или оптимальность.

Интервальные критерии устойчивости используются в ходе разработок подобных систем. Требуются они в различных характеристических полиномах. Анализуются непрерывные или дискретные системы управления. Чтобы синтезировать подобные системы можно исходить из интервальных алгебраических методов и соответствующих критериев интервальной устойчивости. Методы функционального анализа могут применяться для того, чтобы разрабатывать адаптивные регуляторы.

Например, используются подходы по синтезу систем управления внутри пространства Харди. Как результат, будут синтезированы робастные системы.

Есть особенности при синтезе таких систем. Происходит минимизация функционалов. Они рассматриваются в виде норм в соответствующих функциональных пространствах.

Происходит развитие методов геометрической теории управления [8]. Они предоставляют возможности для того, чтобы осуществлять линеаризацию по определенным классам в нелинейных моделях.

Существуют ограничения, которые связаны с технологическими требованиями относительно режимов работ энергосистем.

С их учетом необходимо решать задачи управления частотами и активными мощностями. Должны поддерживаться перетоки активных мощностей относительно линий и узловых мощностей по регулирующим агрегатам для заданных границ.

Тогда управления вычисляются как оптимальные решения в экстремальных задачах. Чтобы осуществлять решения подобных задач, исследователи применяют разные подходы. Например, достаточно эффективными являются методы линейного и нелинейного программирования.

Существуют разработки, базирующиеся на методах аналитического вычисления по минимизирующим элементам.

Описание динамики энергетических объектов, замкнутых управлением, сталкивается с трудностями построения уравнений при использовании итерационных методов исследований. Тогда исследователям приходится рассматривать разные подходы, связанные с тем, что применяется аналитическая оптимизация.

Их относят к задачам, в которых разрабатываются аппроксимирующие операторные представления по аналитическим решениям [9].

Для энергетических объектов оптимальные управления могут быть аналитическим образом вычислены. Это может быть реализовано при помощи аппроксимирующих экстремальных задач. В них вычисляются оптимальные распределения внеплановых активных мощностей среди регулирующих станций.

Определение приближенных значений перетоков по линиям может быть осуществлено в рамках аналитических решений. Устойчивость решений оценивается на базе частотных критериев, критериев Ляпунова [10], критериев функционального анализа.

Таким образом, на основе методов математического моделирования существуют возможности для разработок систем управления большими энергосистемами. Задачи построения и оптимизации подобных систем должны решаться комплексным образом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заборовский В. С. Характеристика чувствительности энергообъединений к управлению частотой и активной мощностью / В. С. Заборовский, В. Н. Козлов, Х. Сегура // Электричество. – 1986. – № 3.

2. Алефельд Г. Введения в интервальные вычисления. / Г. Алефельд, Ю. Херцберг. – М.: Мир, 1987. – 370 с.
3. Батыршин И. З. Управление при наличии расплывчатых категорий / И. З. Батыршин // Тезисы III научно-технического семинара. – Пермь. НИИУМС, – 1980. – С. 27-29.
4. Преображенский Ю. П. Некоторые проблемы автоматизации процессов / Ю. П. Преображенский // Техника и технологии: пути инновационного развития. Сборник научных трудов 8-й Международной научно-практической конференции. – Юго-Западный государственный университет. – 2019. – С. 62-64.
5. Лебедев Ю. А. Государственные приоритеты развития электроэнергетики в условиях инновационной экономики / Ю. А. Лебедев, Е. Н. Летягина // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2013. – № 3-3. – С. 153-155.
6. Ядыкин И. Б. Адаптивное управление непрерывными технологическими процессами / И. Б. Ядыкин, В. М. Шумский, Ф. А. Овсепян. М: Энерго-атомиздат, – 1984. – 240 с.
7. Федоров И. В. Анализ энтропийных моделей режимов электротехнических систем с генерирующими источниками, включая режимы детерминированного хаоса / И. В. Федоров // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Омск – 2014. – 169 с.
8. Аграчев А. А. Геометрическая теория управления / А. А. Аграчев, Ю. Л. Сачков // М.: Физматлит. – 2005. – 391 с.
9. Рисс Ф. Лекции по функциональному анализу / Ф. Рисс, Б. Секефальви-Надь. – М.: Мир. – 1979.
10. Ляпунов А. М. Общая задача об устойчивости движения / А. М. Ляпунов // Гостехиздат, М.-Л. – 1950.

THE ANALYSIS OF SOME CONTROL METHODS ENERGY SYSTEMS

© 2021 Yu. A. Klimenko, A. P. Preobrazhenskiy

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The paper analyzes some of the methods that can be used in the construction of modern energy systems. Approaches to optimize such systems are discussed.

Keywords: control, optimization, energy system.