



Идентификатор выступления: 54

Тип: не указан

## РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Современные условия развития электроэнергетики в мире характеризуются возрастающими требованиями к надежности функционирования электроэнергетических систем (далее – ЭЭС) и качеству электроснабжения потребителей, что обусловлено, с одной стороны, экономически обоснованными тенденциями углубления электрификации экономики и домашних хозяйств (включая внедрение современных технологий производства и цифровизацию технологических процессов), с другой стороны, ростом социальной и экономической значимости надежного электроснабжения, особенно в крупных городах и мегаполисах. При этом на развитие электроэнергетики накладываются существенные ограничения на ценовые и тарифные последствия принимаемых инвестиционных решений, также обусловленные социально-экономическими факторами, которые выражаются в ограничении роста цен на электрическую энергию и мощность для конечных потребителей. Но современные технологии, такие как гибкие системы передачи электроэнергии (FACTS) [1], накопители энергии большой мощности, управление спросом (Demand Response), позволяют значительно повысить эффективность ЭЭС, снижая капитальные и эксплуатационные затраты.

В указанных условиях возникает проблема повышения эффективности планирования развития электроэнергетики в целях минимизации затрат на обеспечение растущего спроса на электрическую энергию при соблюдении необходимых технических, экологических и экономических требований и с учетом указанных современных технологий [2]. Учитывая, что современные ЭЭС представляют собой крупные энергообъединения, которые могут включать десятки тысяч единиц генерирующего оборудования, линий электропередачи и подстанций, задача планирования развития ЭЭС сводится в общем случае к мультикритериальной оптимизационной задаче, решаемой на дискретном множестве большой размерности. Получение решения подобных задач возможно при современных возможностях вычислительной техники, но требует разработки специальных методов.

Мультикритериальная оптимизация при планировании развития ЭЭС в настоящее время в России и в мире не применяется. В связи с высокой вычислительной трудоемкостью классическая постановка задачи планирования развития ЭЭС заключается в оптимизации по одному из критериев, который выбирается главным (как правило, экономический критерий – минимизация затрат), при этом остальные критерии выступают в роли ограничений [3]. Такой подход заведомо сужает область поиска решения, требует обоснования выбранных значений ограничений и их согласования, что трудно формализовать. Кроме того, ввиду сложности расчета значений отдельных целевых функций и отсутствия специальных методов для крупных ЭЭС задача решается на непрерывном множестве, при том что конкретные решения по развитию ЭЭС всегда дискретны. Такой подход часто приводит к искажению результатов решения.

При этом в последние десятилетия в смежных отраслях науки активно развивается применение мультикритериальных подходов к решению оптимизационных задач, в том числе на дискретных множествах решений (например, при проектировании сложных электротехнических и электронных устройств или систем), а развитие вычислительной техники позволяет рассматривать применение таких методов для решения задач большой размерности, каковой является и задача планирования развития ЭЭС [4]. Использование современных вычислительных возможностей, включая параллельные вычисления, позволяет положительно оценивать возможность широкого внедрения предлагаемого метода мультикритериального планирования развития ЭЭС.

Литература

1. Hingorani N.G., Gyugyi L. Understanding FACTS. Concepts and Technology of Flexible AC Transmission Systems – NY: IEEE Press, 2006. – 428 p.
2. Li W. Probabilistic transmission system planning. – IEEE, EIC BC Hydro, 2011. – 308 p.
3. Pankrushina T., Khorshev A. Methodical Approach to Assessing the Optimal Development Scale of Distributed Cogeneration in the UPS of Russia for the Long-Term. – E3S Web Conferences 114, 05006 (2019).
4. Belyaev N., Egorov A., Korovkin N., Chudny V. Allowance for capacity adequacy criterion in optimizing the prospective structure of electric power system. – E3S Web of Conferences 139, 01004 (2019).

**Первый автор:** БЕЛЯЕВ, Николай Александрович (АО «Техническая инспекция ЕЭС», Москва, Россия)

**Соавторы:** ЕГОРОВ, Андрей Евгеньевич (АО «Техническая инспекция ЕЭС», Москва, Россия); КОРОВКИН, Николай Владимирович (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого); ЧУДНЫЙ, Владимир Сергеевич (Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого)

**Докладчик:** БЕЛЯЕВ, Николай Александрович (АО «Техническая инспекция ЕЭС», Москва, Россия)

**Классификация сессий:** Session 1. Towards Intelligent energy systems.

**Классификация направления:** Towards Intelligent energy systems / Трансформирующиеся интеллектуальные энергетические системы