

УДК 681.5

МУЛЬТИАГЕНТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ВЫРАВНИВАНИЯ ГРАФИКА НАГРУЗКИ В УСЛОВИЯХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Резаева М.А. (Университет ИТМО), Семенов Д.В. (Университет ИТМО), Храмцов К.В.
(Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент Демидова Г.Л.
(Университет ИТМО)

Введение. Графики электрических нагрузок промышленных предприятий, жилых домов, офисов и иных потребителей потребляют электрическую энергию в разных режимах, многие из которых имеют явно выраженные максимумы мощности. Проблема неравномерных графиков электрической нагрузки требует решения. Однако, в условиях жесткого регулирования тарифов выравнивание графиков существующими методами не выгодно потребителям, так как требует дополнительных затрат. Эта проблема решается в условиях развития распределенных энергетических систем (РЭС). Возобновляемые источники энергии способны генерировать электроэнергию и накапливать ее для покрытия пиковых часов в графиках потребления электроэнергии. А мультиагентное регулирование способно распределять мощность так, чтобы выравнивать графики нагрузки.

Основная часть. Цель данной работы заключается в разработке алгоритма мультиагентной системы (МАС) регулирования для РЭС. Агентами называются объекты, собирающие данные, взаимодействующие между собой и участвующие в регулировании графиков нагрузки. В качестве агентов в данной работе выступают потребители электрической энергии с различными графиками нагрузки, а также возобновляемые источники энергии –солнечные панели. Объекты генерации принимаем идентичными, с одинаковыми характеристиками и одинаковой выработкой электроэнергии. Мощность одной панели 198 МВт.

Реализация объекта МАС предполагает использование компьютерных алгоритмов косвенных измерений режимных параметров для идентификации состояния агентов и выработки управляющих воздействий. Моделирование необходимо произвести в нормальном режиме работы, а также в аварийном (отключение одного агента генерации). Блок, который будет определять управляющие воздействия по режимной ситуации, использует определенные правила. Правила определяют потребителя, которому необходимо помочь в условиях реального времени.

Алгоритм поведения агентов МАС имеет следующую структуру:

1. Идентификация состояния агента;
2. Проверка наличия и обмен сообщениями со смежными агентами;
3. Выработка управляющих воздействий.

При этом в нормальном режиме данная модель может разрешать действия «помощи» смежным агентам, а также оказывать «помощь» в покрытии пиков мощности смежным потребителям.

Выводы. В результате данной работы был разработан алгоритм мультиагентной системы регулирования. Моделирование различных ситуаций показало, что коммуникация агентов, а также их управляющие воздействия выравнивают графики нагрузки потребителей, обеспечивают эффективное и надежное энергоснабжение даже в аварийных условиях. Массовое применение данного алгоритма, а также его внедрение в единую энергосистему позволит выровнять единый график нагрузки, уменьшив при этом расход топлива на электростанциях, а также дать мощный толчок в развитии «зеленой» энергетики.

Список использованных источников:

1. Jennings, N. R., Wooldridge, M. Applications of intelligent agents. Agent Technology Foundations, Applications and Markets. Berlin; New York: Springer-Verlag, 1998.

2. Oren T. On the Synergy of Simulation and Agents: An Innovation Paradigm Perspective / T. Oren, L. Yilmaz // International J. of Intelligent Control and Systems. – 2009. – V. 14, №1. – P. 4 – 19.

3. Podkorytov, D., Rodionov, A., Sokolova, O., Yurgenson, A.: Using Agent-Oriented Simulation System AGNES for Evaluation of Sensor Networks. LNCS, vol. 6235, pp. 247--250, Springer, Springer, Heidelberg (2010).

4. X. Li and S. Wang, "Energy management and operational control methods for grid battery energy storage systems," in CSEE Journal of Power and Energy Systems, vol. 7, no. 5, pp. 1026-1040, Sept. 2021, doi: 10.17775/CSEEJPES.2019.00160.

5. M. F. Zia, M. Benbouzid, E. Elbouchikhi, S. M. Muyeen, K. Techato and J. M. Guerrero, "Microgrid Transactive Energy: Review, Architectures, Distributed Ledger Technologies, and Market Analysis," in IEEE Access, vol. 8, pp. 19410-19432, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2968402.