

УДК 621.311

**SMART GRIDS – УМНЫЕ СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Пузиновский В.Д.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Булойчик Е.В.

С момента появления в 1886 году электросети претерпели значительные изменения. Первая электросеть, будучи централизованной, представляла собой однонаправленную систему передачи и распределения электрической энергии. Однако к началу XX века количество таких сетей значительно выросло. Также возросли требования к системе электроснабжения, что потребовало объединения отдельных сетей в общую энергосистему.

Начали строиться новые самые разные электростанции: на ископаемом топливе, гидроэлектрические плотины, атомные станции. Каждая из них имеет свои особенности в географическом размещении. Так, например, для функционирования ГЭС необходимы мощные реки, ТЭС требует залежей ископаемых, либо железнодорожные пути для их доставки, а АЭС нуждается в большом водоёме для охлаждения.

За последние 30 лет существенно возросли потребности в электроэнергии. Энергетическое оборудование продолжает совершенствоваться, энергосистемы становятся всё более сложными. Это привело к предпосылкам по воплощению идеи автоматизации и компьютеризации энергетических процессов, оптимизации управления энергосистемой в целом, сетями и электроприёмниками в частности.

Smart Grid («Умная сеть» электроснабжения) – это модернизированные сети электроснабжения, использующие коммуникационные и информационные сети для сбора, хранения и обработки информации, на основе которой автоматически формируется режим системы, обеспечивающий надёжность, экономичность и эффективность электроснабжения.

Установка новых приборов учёта у потребителей и подключение их к «умной сети» позволит в режиме реального времени отслеживать потребление электроэнергии, напряжение, а также формировать графики нагрузок для каждого потребителя. Полученные графики будут обработаны в дата-центре, что позволит определить оптимальное время для ремонта и обслуживания энергетического оборудования, обеспечивать высокий уровень качества электроэнергии, а также получить максимальную экономичность без ущерба надёжности электроснабжения.

Примером дальнейшего развития «умной сети» является корректировка режима работы электроприёмников в зависимости от режима электроэнергетической системы. Например, если взять мощную холодильную установку, оснастить её контроллером, подключенным к «умной сети», то станет возможным управлять режимом работы таким образом, чтоб пуск установки не приходился на пики нагрузки, а происходил в момент её снижения.

Умное управление нагрузками позволит использовать энергоёмкие приборы, не привязанные к определённому времени, в период ночного минимума нагрузки. В совокупности с применением позонных тарифных ставок это позволит не только облегчить режим энергосистемы, но и экономить деньги.

Помимо этого, возможно участие генерирующих установок, отдалённых от центра электроснабжения потребителей, в работе сети. Солнечные и ветряные генерирующие установки имеют существенный недостаток, а именно, непостоянство отдаваемой мощности. Однако их использование в «умной сети» позволит питать удалённые потребители от их же альтернативных источников, а недостаток мощности подавать из сети. Применение такого подхода избавляет энергетиков от использования местных крупных станций, а также создаёт стимул для развития альтернативной энергетики.

«Умные сети» удобны в применении, однако достаточно сложны в исполнении. Простой линейный программный алгоритм трудно реализовать для столь сложной и масштабной системы. Помимо этого, необходимо обеспечить гибкость алгоритма: новые потребители и генерирующие установки надо так же просто подключать к системе.

Одним из лучших решений для построения анализирующей и управляющей части «умной сети» является применение нейронных сетей. Искусственная нейронная сеть – это математическая модель, либо её аппаратное воплощение, построенная по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей.

Нейросети могут выполнять в энергетике следующие задачи:

- распознавание режимов;
- принятие решений и управление энергосистемой;
- принятие решений и управление отдельными станциями;
- прогнозирование пиков нагрузок;
- формирование алгоритмов для предотвращения развития аварий;
- анализ получаемых данных для повышения экономичности работы;
- анализ предыдущих аварий для снижения их последствий в будущем;
- регулирование напряжения;
- выявление неисправностей.

Кластер – группа компьютеров, объединённых высокоскоростными каналами связи, представляющая с точки зрения пользователя единый аппаратный ресурс. Кластер – слабо связанная совокупность нескольких вычислительных систем, работающих совместно для выполнения общих приложений, и представляющихся пользователю единой системой.

В большинстве случаев, кластеры серверов функционируют на отдельных компьютерах. Это позволяет повышать производительность за счёт распределения нагрузки на аппаратные ресурсы и обеспечивает отказоустойчивость на аппаратном уровне.

В случае со Smart Grid, кластеры – незаменимая вещь. Огромные вычислительные мощности позволяют обеспечить достаточное быстродействие. А большое количество узлов обеспечат надёжность при отказах некоторых из них, позволяя функционировать системе.

Кластерная структура подразумевает наличие master-узла – компьютера, через который происходит взаимодействие со всем кластером, и большого количества вычислительных узлов. Получив задание на обработку, master-узел распределяет его на свободные вычислительные узлы. Те в свою очередь выполняют свою часть работы и возвращают каждый свой результат. Master-узел собирает часть результатов, анализирует и выдаёт решение.

На практике структуру умных сетей можно сделать кластерной. В этом случае каждый район будет работать автономно и одновременно взаимодействовать со всей системой.

Ситуация в белорусской энергетике имеет свою специфику, которую необходимо учитывать при оценке перспектив внедрения умных сетей. Следует принимать во внимание следующие факторы:

- избыточность генерирующих мощностей, заложенная при создании единой энергосистемы;
- наличие значительных резервов повышения энергоэффективности;
- значительный износ энергетических активов.

Положительным моментом являются законодательные и правительственные инициативы в области энергосбережения и энергоэффективности.

Подводя итоги, можно быть уверенным, что переход к «умной сети» в будущем – это такой же неизбежный шаг, как и объединение энергосистем в прошлом. Переход не сможет пройти мгновенно. Однако постепенное внедрение рассмотренных технологий, в итоге, положит начало к объединению энергетического оборудования и потребителей в тесно взаимосвязанную, автоматизированную систему, где каждый генератор будет работать в таком режиме, который учитывает, как технологический процесс, так и эффективность энергосистемы в целом. Каждый трансформатор будет работать наиболее эффективно. Каждая линия электропередачи сможет передать точную информацию о месте повреждения. Каждый местный источник электроэнергии будет использован наиболее эффективно. Каждый потребитель будет участвовать в улучшении режима энергосистемы.

**Литература**

1. Ледин, С.С. Интеллектуальные сети Smart Grid – будущее российской энергетики / С.С. Ледин // Автоматизация и ИТ в энергетике. – 2010. – № 11 (16). – С. 4–8.
2. Пономарев, В.С. Применение адаптивных регуляторов на основе нейронных сетей в энергетике / В.С. Пономарев, В.И. Финаев // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2008. – № 7. – С. 164–169.
3. Smart Grid [Электронный ресурс] / Зеленая энциклопедия. – М., 2017. – Режим доступа : <http://greenevolution.ru/enc/wiki/smart-grid/>. – Дата доступа : 16.04.2018.
4. Википедия [Электронный ресурс] / Свободная энциклопедия. – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/>. – Дата доступа : 16.04.2018.
5. Историческая справка об электросетях [Электронный ресурс] / Экспоцентр. – М., 2017. – Режим доступа : <http://www.elektro-expo.ru/ru/articles/smart-grid/>. – Дата доступа : 16.04.2018.