

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

404-1

18-20 ноября 2021 года

УДК 621.316

А.Р.Билалов, студент гр.1157 (КНИТУ-КАИ)
г. Казань

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ УМНЫХ СЕТЕЙ

Электрическая сеть основана на системе «предложение следует за спросом», в которой потребители, по сути, определяют сколько электроэнергии будет использоваться, и поставщикам необходимо соответствующим образом скорректировать свою производительность. Экономические стимулы, такие как тарифы на электроэнергию, обычно эффективны только на ежемесячной основе и, следовательно, оказывают незначительное влияние на контроль краткосрочных колебаний спроса. Поэтому электростанциям приходится варьировать свою мощность, чтобы точно соответствовать росту и дефициту спроса [1]. Это требует тщательного планирования со стороны коммунальных компаний, которым необходимо очень точно оценивать энергопотребление на основе исторических тенденций и прогнозов погоды. Однако получение нужного количества электроэнергии от электростанции не так просто, как прогнозирование спроса. Атомные и угольные электростанции хороши для производства большого количества электроэнергии, но часто может потребоваться несколько часов, чтобы запустить станцию после остановки. Кроме того, они медленно корректируют свою производительность и часто спроектированы таким образом, что эффективность снижается, если производительность завода выходит за рамки нормальной операционной рентабельности. Таким образом, другие виды электростанций должны быть в состоянии компенсировать колебания спроса. Зависящие от погоды возобновляемые источники энергии, такие как ветер и солнце, также подвержены колебаниям в зависимости от местных условий, что может еще больше дестабилизировать ситуацию. Эта нестабильность является существенным препятствием для широкого внедрения этих источников возобновляемой энергии в США. Когда в сети наблюдается избыток электроэнергии, часто приходится прибегать к другим чистым технологиям, таким как гидроэнергетика, чтобы сократить их выработку, что менее желательно и приводит к увеличению выбросов углекислого газа.

Еще одной постоянной проблемой для коммунальных служб является погода. Погода может вызвать кратковременные колебания спроса (жаркий день приведет к увеличению кондиционирования воздуха,

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

404-2

18-20 ноября 2021 года

в то время как метель может привести к увеличению отопления), но также может привести к повреждению самой электрической системы. Большинство отключений электроэнергии вызвано падением ветвей деревьев на оборудование, такое как линии электропередачи и трансформаторы. Обычно это локальная проблема, но она может привести к превышению напряжения в близлежащих системах, если уровни мощности не отрегулированы для компенсации. Это, в свою очередь, может привести к их выходу из строя, что подвергает опасности другие близлежащие подразделения. Каскадный сбой такого типа стал причиной рекордного отключения электроэнергии на северо-востоке США в 2003 году, когда, по оценкам, 55 миллионов человек остались без электричества [2]. В этом случае сбой программного обеспечения привел к тому, что коммунальные компании не знали об отключении; однако в некоторых случаях коммунальные службы могут не знать об отключениях до тех пор, пока не получат телефонные отчеты от клиентов.

В периоды пикового спроса существует ряд стратегий, которые используют коммунальные компании. Хотя в сети нет мощностей для хранения, энергетические компании иногда могут отправлять избыточную энергию в хранилища, которые могут быть задействованы позже в случае необходимости. Большинство из них являются гидроактивными установками, которые работают за счет перекачки воды в гору и накопления потенциальной энергии. Другие методы включают сжатый воздух, тепловое хранилище или даже батареи. Однако ни один из этих методов не является очень эффективным или рентабельным. Наиболее распространенной стратегией является запуск так называемых «пиковых установок», которые являются газовыми установками, которые можно быстро включать и выключать, чтобы работать только в периоды пикового спроса [3]. Эти установки, как правило, являются более старыми и менее эффективными, а обслуживание обходится дорого. Если электростанции пикера не могут вырабатывать достаточно электроэнергии, чтобы удовлетворить спрос, у коммунальных компаний часто есть возможность заплатить крупным промышленным потребителям, чтобы они временно сократили потребление, пока спрос не стабилизируется или импортировать электроэнергию у своих соседей. Наконец, чтобы предотвратить крупный сбой, коммунальные службы могут заказать «веерные отключения», когда части сети полностью теряют электроэнергию на определенный период времени. Коммунальные службы постараются обеспечить, чтобы эти отключения были распределены относительно равномерно в течение определенного периода времени.

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

404-3

18-20 ноября 2021 года

Умная сеть — это автоматизированный программный комплекс, который позволяет, на основе информации, полученной от всех объектов системы и промежуточных элементов сетей, правильно распределить всю имеющуюся энергию между потребителями, обеспечив при этом стабильность энергосети с точки зрения оценки напряжения и частоты [4]. «Умная сеть» будет характеризоваться более распределенным производством электроэнергии с акцентом на возобновляемые источники энергии и устойчивые технологии, а также с сильным акцентом на информацию как со стороны предложения, так и со стороны спроса. Кроме того, будут увеличены объёмы для хранения энергии. Распределенная генерация будет подчеркивать использование местных возобновляемых источников энергии, особенно солнечной и ветровой (которые могут быть относительно легко включены в дома и местные общины). Это могло бы обеспечить как более надежное местное энергоснабжение, так и помочь осуществить переход к чистой и устойчивой энергетической экономике.

Одним из перспективных направлений является идея использования двусторонней связи между коммунальными службами и умными устройствами/приборами в качестве системы реагирования на спрос [5]. В обычной модели устройства и приборы «не обращают внимания» на потребности электрической сети; они потребляют одинаковую мощность независимо от того, есть ли переизбыток или нехватка электроэнергии. В умной сети устройства и приборы могут быть оснащены технологиями, которые могут взаимодействовать с компьютерами на стороне поставщика, что позволит получать информацию о текущих потребностях электрической сети. Во время дефицита предложения умное устройство сможет временно снизить свою мощность до тех пор, пока спрос и предложение не стабилизируются.

Еще одним нововведением, которое будет реализовано в новой сети, станет технология «умного измерения». Обычно технологии учета электроэнергии часто регистрируют только самую базовую информацию о совокупном потреблении электроэнергии. До 1980-х годов коммунальным агентам было необходимо вручную проверять каждый счетчик в конце месяца, чтобы рассчитать счет клиента за электроэнергию. Хотя некоторые коммунальные службы внедрили более сложные телеметрические системы, эта система по-прежнему неэффективна. Умные счетчики могут обеспечить связь в режиме реального времени между коммунальными компаниями и потребителями, а также позволяют потребителям контролировать потребление электроэнергии. Умное измерение может также позволить компаниям внедрять модели динамического

**IV Всероссийская молодежная
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

404-4

18-20 ноября 2021 года

ценообразования, взимая с потребителей больше за электроэнергию в периоды пикового спроса и меньше в периоды переизбытка предложения.

Благодаря умному измерению и связи между коммунальными службами и потребителями последние могут варьировать свое энергопотребление, чтобы использовать более дешевую электроэнергию в периоды более низкого спроса, обеспечивая выравнивание энергопотребления в течение дня. Это могло бы повысить надежность электрической сети, а также помочь снизить потребность в использовании пиковых установок для компенсации высокого спроса.

Список литературы:

1. Википедия [Электронный ресурс] / Свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Управление_спросом_на_электроэнергию (дата обращения: 02.11.2021)
2. Википедия [Электронный ресурс] / Свободная энциклопедия. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Авария_в_энергосистеме_в_США_и_Канаде_\(2003\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Авария_в_энергосистеме_в_США_и_Канаде_(2003)) (дата обращения: 02.11.2021)
3. Баженов М.И., Богородский А.С., Сазанов Б.В., Юрненев В.Н. Промышленные тепловые электростанции : [Учебник для вузов по спец. "Пром. теплоэнергетика" / В.Н. Юрненев, Б.В. Сазанов, М.И. Баженов, А.С. Богородский] ; Под общ. ред. Е.Я. Соколова. - 2-е изд., перераб. - Москва : Энергия, 1979. - 295 с. : ил. ; 26 см.. - Библиогр.: с. 286-287 (73 назв.). - Предм. указ.: с. 288-292
4. Гаврилович, Е. В. «Умные сети» Smart Grid — перспективное будущее энергетической отрасли России / Е. В. Гаврилович, Д. И. Данилов, Д. Ю. Шевченко. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 28.2 (132.2). — С. 55-59. — URL: <https://moluch.ru/archive/132/36972/> (дата обращения: 02.11.2021).
5. Росэлектроника [Электронный ресурс] // Ростех. – URL: <https://rostec.ru/news/umnye-schetchiki-rostekha-pomogut-sekonomit-elektroenergiyu/> (дата обращения: 02.11.2021)

Информация об авторах:

Билалов Азат Ринатович, студент гр.1157,КНИТУ-КАИ,420111 г.
Казань, ул. К. Маркса д.10, BilalovAR@stud.kai.ru