

## **МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Задача энергосбережения и энергоэффективности в последнее время является приоритетной проблемой в электроэнергетической отрасли. В настоящее время большинство станций устарели, необходима их полная модернизация или строительство новых электростанций с применением передовых технологий. Потребление неумолимо растет, а строительство станций или их перевооружение занимает значительный период и является дорогостоящей процедурой. Поэтому необходимо искать альтернативные пути повышения энергоэффективности и увеличения энергосбережения отрасли. Одним из путей решения проблемы мог бы стать комплекс программ Управления Спросом, который:

- 1) позволит снизить нагрузку в пиковый период функционирования;
- 2) будет способствовать выравниванию графика нагрузки:
  - а) за счет переноса нагрузки с пиковых часов на период минимальных нагрузок;
  - б) внедрению у потребителей более энергоэффективных технологий;
- 3) стимулирует использование потребителями современных приборов учета и контроля;
- 4) позволяет разгрузить опасные сечения в пиковый период, что способствует повышению устойчивости и системной надежности;
- 5) влияет на снижение потерь при транспорте электроэнергии и др.

Предпосылкой к созданию программ управления спроса за рубежом (Demand Side Management) стал всемирный энергетический кризис 1973-го и 1979 гг., который повлек за собой рост цен и дефицит первичных ресурсов, а, следовательно, и повышение цен на электроэнергию. В США в 1978 году был принят закон о национальной политике энергосбережения (National Energy Conservation Policy Act), с помощью которого был разработан ряд мер, получивший название DSM (Demand Side Management или Управление спросом). Наиболее быстро DSM развивалось в Калифорнии и северо-западной части США, хотя к середине 1980-х оно распространилось по остальной

территории, как средство для снижения потребности в строительстве новых станций и сетей. Созданное в 1974 году Международное энергетическое агентство (International Energy Agency) в 1993 году начало международную программу по развитию и продвижению DSM технологий.

Программы по регулированию нагрузки или DSM имеют два основных направления:

1) Долгосрочная перспектива, направленная на общее снижение потребления (за счет модернизации оборудования на предприятиях), сокращение энергоемкости производств, переход на новые технологические процессы, новейшее энергоэффективное оборудование и строительство источников распределенной генерации на производствах. В зарубежной практике данное направление получило название Energy Efficiency. Долгосрочная перспектива позволяет снизить общий объем потребляемой энергии, тем самым меньше задействовать старые, дорогие электростанции и позволяет отложить строительство крупных электростанций.

2) Краткосрочная перспектива способствует выравниванию графиков нагрузки путем уменьшения пиков, смещения нагрузки в область меньшего потребления (с пиковой зоны на ночное время), стимулирования спроса в провалах графика нагрузки энергосистемы. В зарубежной практике чаще всего это направление называется Demand Response (DR) или Load Management. Программы краткосрочного регулирования нагрузки направлены на снижение нагрузки в определенное время, чаще всего в пиковые периоды потребления электроэнергии. Краткосрочная перспектива может быть разделена на две составляющие: собственную инициативу потребителя и внешнюю инициативу. В собственной инициативе (добровольной) предполагается, что потребители руководствуются снижением затрат и желанием увеличить прибыль, тем самым переносят свою нагрузку с часов максимума на часы минимума или вовсе сокращают свое потребление из-за высокой цены в этот период функционирования системы. Внешняя инициатива дает возможность вмешиваться в режимы работы Системному Оператору, который напрямую или косвенно отдает команды на сокращение или отключение нагрузки. Это связано с предотвращением или ликвидацией опасных и аварийных электрических режимов в энергосистеме.

Управление спросом (DR) можно определить как комплекс мер, нацеленных на изменение характера электропотребления конечными потребителями либо в ответ на изменение стоимости электроэнергии в течение

времени, либо благодаря поощрительным выплатам, разработанным для побуждения к снижению потребления во время пиков нагрузки или в случае возникновения угрозы функционирования энергосистемы.

Для реализации аналогичных программ на территории Российской Федерации, необходим тщательный анализ особенностей потребителей электроэнергии. Следует выделить значимые группы потребителей и определить их возможность регулировать свое потребление. Отсутствие влияния на изменение графика собственного потребления может определяться технологическим процессом потребителя, для которого любые отклонения от заданного графика приводят к ущербу во много раз больше, чем экономия от сокращения покупки дорогой электроэнергии.

Анализ заявок участников оптового рынка позволит определить готовность потребителей к применению программ по управлению спросом. Для исследуемой ОЭС был проведен анализ основных групп потребителей. Во-первых, были определены ключевые группы потребителей, участвующие в торгах на оптовом рынке электроэнергии. Во-вторых, субъекты оптового рынка ОЭС были распределены по этим группам. Общая сумма потребляемой электроэнергии группы, определялась как сумма потребляемой электроэнергии отдельных участников данной группы. Анализ показал, что основными участниками оптового рынка электроэнергии являются (рис. 1):

- сбытовые компании (СБ) и гарантирующие поставщики (ГП), которые определяют основной объем потребляемой электроэнергии (около 67%);
- предприятия металлургической промышленности (11%);
- компании нефтяной и газовой добычи, транспортировки и переработки (13%);
- другие потребители (9%).

Всего были проанализированы графики нагрузки 181 участника оптового рынка ОЭС, представленными выше названными группами и отдельным (регулируемым) потребителем.

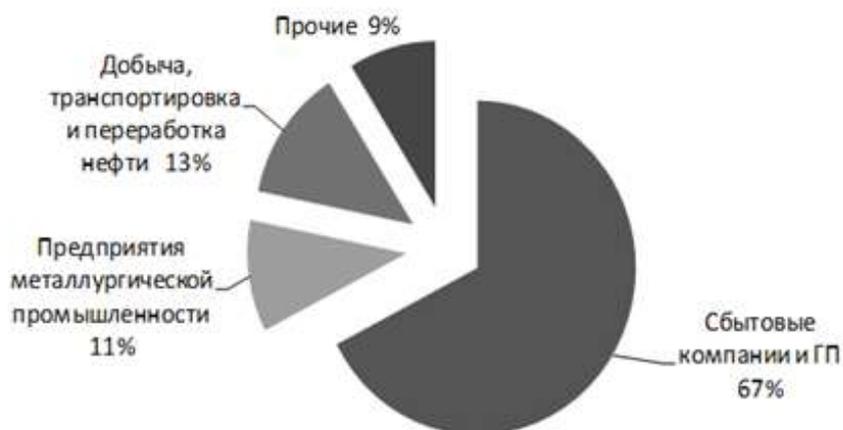


Рис. 1. Состав потребителей – участников оптового рынка электроэнергии по ОЭС

СБ и ГП представлены 28 компаниями на рынке исследуемой ОЭС или они составляют 15,5% от числа участников. Потребление данной группы за 20 января 2011 года составила 540 ГВтч, или в среднем – 22,5 ГВт за каждый час функционирования. Объем электропотребления составил 68% от всей нагрузки ОЭС. Среднее значение коэффициента корреляции между потреблением СБ и ГП и суммарным графиком нагрузки ОЭС достаточно высокий – 0,85, а для большинства компаний группы еще выше 0,9 - 0,99. Коэффициент неравномерности равен 0,71 или 29% между максимальным (пиковым значением мощности за 1 час функционирования) и минимальным значением мощности нагрузки. Соответственно графики субъектов совпадают с графиком нагрузки ОЭС. Это связано с большим количеством бытовых потребителей и мелких предприятий, потребление которых зависит от внешних факторов: время суток, погода, температура воздуха, время года и т.д. К сожалению, сбытовые компании и гарантирующие поставщики слабо могут влиять на таких потребителей, поскольку являются всего лишь посредниками между оптовым рынком электроэнергии и конечными потребителями. Но, СБ и ГП могут косвенно влиять на сокращение нагрузки в пиковый период своими клиентами с помощью: введения новой тарифной сетки; введения динамической тарификации с установкой новых технологических средств учета и контроля потребляемой электроэнергии; предложения своим клиентам программ по сокращению потребления в необходимый период функционирования взамен на определенные бонусы и скидки. С помощью таких программ и динамической

тарификации возможно сокращение потребления, в том числе и в период прохождения максимума.

Довольно большая группа (55) – это собственные нужды электростанций. График потребления электроэнергии для собственных нужд электростанций не подлежит регулированию и изменению, так как это связано с безопасным и надежным функционированием объектов. Количество участников данной группы составляет примерно 30,3% от всех участников оптового рынка для ОЭС. Суммарный объем потребляемой мощности за 20 января 2011 года равен примерно 42 ГВтч (в среднем 1,7 ГВт за каждый час) или 5,3% от суммарного объема потребления ОЭС. Для большинства станций потребление электроэнергии для собственных нужд имеет коэффициент корреляции относительно графика нагрузки ОЭС примерно 0,66, таким образом, график нагрузки для собственных нужд электростанций повторяет по форме график нагрузки ОЭС. Это вызвано технологической составляющей оборудования электростанций, поскольку, при увеличении потребления необходимо вводить новые мощности или загружать имеющиеся недогруженные блоки, а для этого необходимо на самих станциях поднимать потребление собственных нужд. Коэффициент неравномерности для потребителей «Собственные нужды электростанций» примерно равен 0,92. На рисунке 2 представлен график суммарной нагрузки группы потребителей «Собственные нужды электростанций» относительно нагрузки исследуемой ОЭС на каждый час функционирования за указанный выше период. Графики представлены в относительных единицах.

Металлургические предприятия представлены 32 субъектами, что составляет примерно 17,2% от всех субъектов, относящихся к исследуемой ОЭС. Общий объем потребления за 20 января 2011 года составил примерно 73 ГВтч (в час примерно 3 ГВт). Размер потребляемой электроэнергии за сутки относительно общего потребления ОЭС составил примерно 10–11%. Средний коэффициент неравномерности близок к единице, что соответствует малой возможности регулирования нагрузки в течение суток.

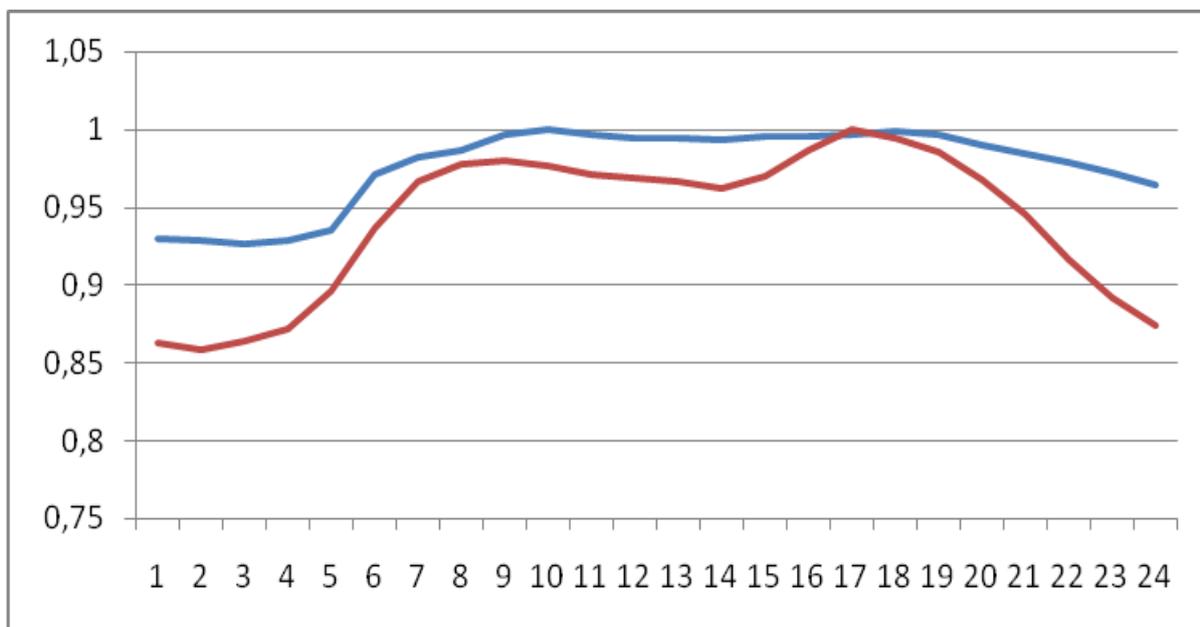


Рис.2. Суммарный объем потребления собственными нуждами электростанций (вверху) и график нагрузки исследуемой ОЭС (внизу) в относительных единицах

Из 181 субъекта оптового рынка, представляющих исследуемую ОЭС, 20 субъектов представляют нефтегазовый комплекс или 11% от всех субъектов оптового рынка ОЭС. Суммарный объем потребления данной группой потребителей составил 95,3 ГВтч за весь период функционирования, как и металлургическая промышленность для нее характерен высокий коэффициент неравномерности 0,95.

Вместе с тем, анализ данных по отдельным потребителям, а в данном случае по цементному заводу осуществлялся по аналогичному принципу и показал, что ряд потребителей изменяют свой суточный график нагрузки и имеют «провалы» в часы максимума.

Таким образом, анализ заявок на покупку ЭЭ свидетельствует, что ряд потребителей принимают решения по снижению потребления в пиковые часы нагрузок и переносят нагрузку на ночные часы, в результате снижаются потребление и цены в часы максимальных нагрузок. Потребители, снижающие нагрузку в часы максимума, имеют индивидуальные расчетные цены ниже, чем средневзвешенная цена рынка ЭЭ, что приводит к снижению реальных размеров оплаты за ЭЭ, уменьшению суммарного максимума нагрузки ОЭС и повышению энергоэффективности различных производств.

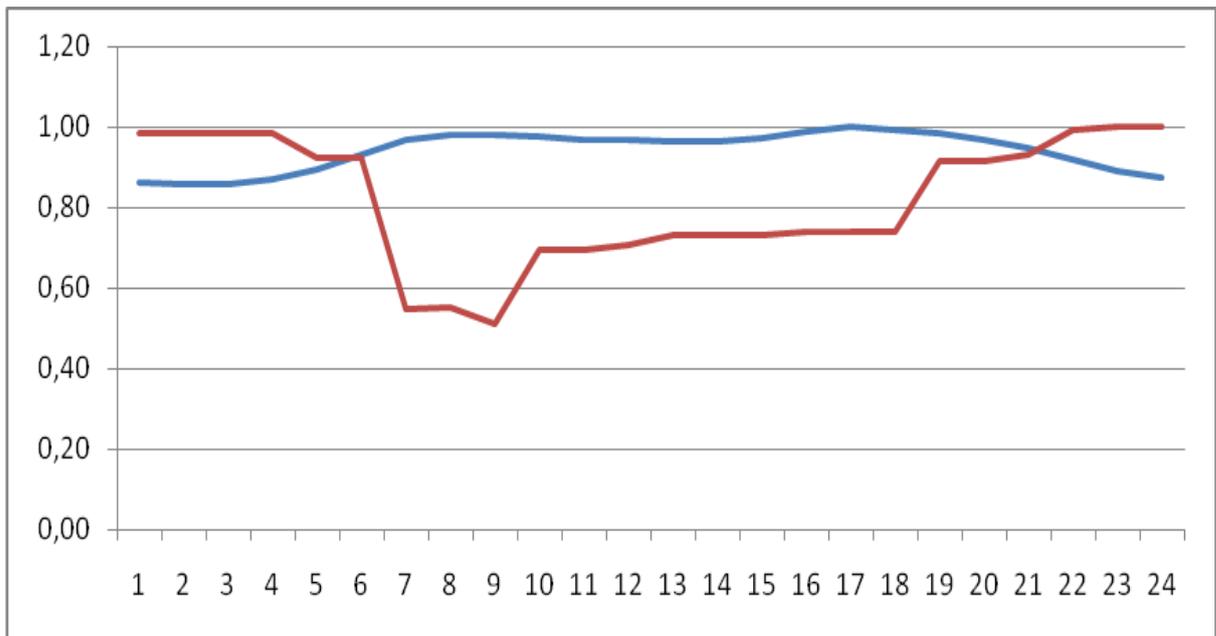


Рис.3. Нагрузка ОЭС (вверху) и нагрузка цементного завода (имеет характерный провал в часы максимума)

*Выводы.* Достаточно широкий диапазон изменения цен на ЭЭ между часами минимальных и максимальных нагрузок стимулирует потребителей к перераспределению нагрузки по времени. Потребители, принимающие решения по снижению нагрузки в часы максимальных нагрузок, имеют индивидуальные расчетные цены ниже, чем средневзвешенная цена по ОЭС. За счет снижения потребления в пиковые часы потребители имеют реальную возможность экономии издержек, связанных с покупкой ЭЭ, а также способствуют энергосбережению.