

стана. - 2012. - №1 (25).

3. Хачатурян, В.А. Система автоматизированного управления электроснабжением нефтеперерабатывающего предприятия : ав-

тореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.09.03 / Хачатурян, В.А.; [Место защиты: С.-Петербург. гос. гор. ин-т им. Г. В. Плеханова]. - Санкт-Петербург, 2001. - 24 с.

УДК 621.31

Кононов Дмитрий Юрьевич,
к.т.н., доцент кафедры «Энергоснабжение промышленных предприятий»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: stranger72@bk.ru

Величко Максим Александрович,
обучающийся группы ЭЭ-18-1,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

Сахаровская Кристина Сергеевна,
обучающаяся группы ЭЭ-18-1,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»

УПРАВЛЕНИЕ СПРОСОМ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ У ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Kononov D.Yu., Velichko M.A., Sakharovskaya K.S.

ELECTRICITY DEMAND MANAGEMENT FOR CONSUMERS

Аннотация. В статье рассмотрены методы управления спросом на электроэнергию, показана проблема на пути их внедрения и даны возможные пути их реализации.

Ключевые слова: электроэнергия, управление спросом, тарифы, потребители.

Abstract. The article considers the methods of demand management for electricity, shows the problems on the way of their implementation and gives the possible ways of their implementation.

Keywords: electricity, demand management, tariffs, consumers.

До настоящего времени в России спрос на энергию, как правило, прогнозируется без учета влияния на него величины тарифов и структуры генерирующих мощностей. Активная работа электроэнергетических систем (ЭЭС) с потребителями практически не ведется. Их деятельность обычно не распространяется на территорию, находящуюся по другую сторону счетчика электроэнергии. Энергосистемы занимаются только производством, транспортом и продажей электроэнергии. В отдельных случаях делается лишь попытка улучшить график нагрузки той или иной системы с помощью потребителей-регуляторов [1].

А между тем, с середины 70-х годов в США, а затем и во многих других странах энергетические компании стали активно заниматься управлением спроса (УС) на электроэнергию. Это понятие включает планирование, регулирование и контроль со стороны энергетических компаний использования электроэнергии потребителями. Энергетические компании становятся одним из основных спонсоров программ экономии энергии. Они во все большей степени рассматривают УС как большой, экономически эффектив-

ный и важный ресурс, в известной степени заменяющий ввод новых мощностей [2-6].

Правильная реализация программ УС приносит выгоды, как производителям электроэнергии, так и ее потребителям [7-10]. С точки зрения ЭЭС, управление спросом может принести ряд выгод в виде требуемого изменения графика нагрузки. Экономические выгоды могут выражаться в виде уменьшения капиталовложений, снижения эксплуатационных расходов, экономии топлива, повышения КПД и снижения потерь в системе.

С точки зрения потребителя, УС снижает стоимость электроэнергии, дает возможность выбора вида услуг, усиливает контроль над расходами на электроэнергию и может обеспечить дополнительные услуги, такие как охранная сигнализация и доступ к информационным системам. Общество в целом также выигрывает от более эффективного использования энергоресурсов, снижения вредных выбросов в атмосферу и дальнейшего развития техники.

УС включает в себя такую деятельность, которая связана с преднамеренным вторжением ЭЭС в сферу сбыта электроэнергии с целью изменения спроса на нее.

Обычно наиболее удобно, с точки зрения ЭЭС, рассматривать УС как широко понимаемое управление графиком нагрузки. С этой точки зрения различают следующие шесть видов управления графиком нагрузки. Это - срезание пика, заполнение провала, сдвиг нагрузки, политика энергосбережения, политика поощрения роста нагрузки и гибкий график нагрузки [11-13].

Срезание пика представляет собой одну из классических форм управления графиком нагрузки. Срезание пика обычно рассматривается как уменьшение пиковой нагрузки ЭЭС с использованием непосредственного управления нагрузкой, которое, как правило, осуществляется ЭЭС прямым регулированием бытовых электрических приборов потребителей. Хотя многие ЭЭС рассматривают такое управление лишь как средство снижения пиковой мощности в те дни, когда вероятно наступление пиковой нагрузки системы, непосредственное управление нагрузкой может быть также использовано и при экономическом распределении нагрузок для снижения эксплуатационных затрат и уменьшения зависимости от дефицитных видов топлива. Другим примером срезания пика нагрузки может служить использование тарифов, предусматривающих перерывы и сокращение подачи электроэнергии для промышленных и коммерческих потребителей.

Заполнение провала - вторая классическая форма управления графиком нагрузки, связанная с наращиванием внепиковой нагрузки, что может быть особенно желательно в те периоды года, когда долгосрочные проростные издержки меньше средней цены электроэнергии. При подобных обстоятельствах добавление внепиковой нагрузки при правильно выбранной цене на электроэнергию уменьшает средние затраты пользователей. Заполнение провала может быть реализовано несколькими способами, из которых наиболее популярный - добавление новых аккумуляторов энергии (нагрев воды или помещений), замещающих источники энергии, использующие минеральное топливо.

Сдвиг нагрузки - последняя из классических форм управления графиком нагрузки, связанная с переводом нагрузки из пикового периода на внепиковый. Наиболее часто при этом используются аккумулялирование горячей воды, тепла и холода, а также сдвиг нагрузки у потребителей. В последнем случае сдвиг нагрузки связан с заменой обычных электри-

ческих бытовых приборов (например, установка водонагревателя с аккумулялированием тепла вместо обычного электрического водонагревателя).

Политика энергосбережения - это изменение графика нагрузки в результате воздействия стимулированных ЭЭС программ, направленное на уменьшение конечного потребления электроэнергии. При использовании политики энергосбережения в процессе планирования развития ЭЭС учитывается та деятельность по энергосбережению, которая осуществляется как бы естественным образом, а затем оценивается экономическая эффективность возможных сознательных действий ЭЭС по ускорению или стимулированию естественных тенденций.

Политика поощрения роста нагрузки - это изменение графика нагрузки, связанное со стимулируемым ЭЭС общим повышением количества продаваемой электроэнергии, не ограниченное лишь описанным выше заполнением провалов графика нагрузки. Рост нагрузки может определяться повышением доли участия ЭЭС в покрытии потребностей в энергии, которые удовлетворяются или могли бы удовлетворяться за счет конкурирующих энергоносителей, а также экономическим развитием района.

Гибкий график нагрузки потребителей представляет собой понятие, связанное с надежностью как ограничением при планировании. После получения прогноза ожидаемого графика нагрузки для рассматриваемого периода планирования (с учетом деятельности по УС) в процессе планирования развития ЭЭС анализируются оптимальные решения по выбору вариантов производства электроэнергии. Наряду со многими критериями выбора используется также и надежность. При этом график нагрузки может быть гибким, если потребителям предоставляется возможность выбора различных вариантов снижения качества электроснабжения, на которое они согласны пойти в обмен на различные виды поощрений. Используемые при этом средства могут включать в себя различные варианты прерывания и ограничения электроснабжения, применение объединенных интегрированных систем управления электроснабжением или устройств управления нагрузкой отдельных потребителей, позволяющих вводить эксплуатационные ограничения.

В США в 1995 г. в программах УС участвовали более 18,6 млн. частных лиц, 730000 коммерческих и более 144000 промышленных потребителей. На реализацию этих программ было потрачено около 3,8 млрд. долл. В результате сэкономлено 44 млрд. кВт·ч электроэнергии, а пиковый спрос уменьшился на 40 млн. кВт.

Потенциал возможной экономии электроэнергии в Энергетической стратегии России оценивается в 598-711 млрд. кВт·ч, в том числе в промышленности (включая ТЭК) - 258-311 млрд. кВт·ч. Одним из важных способов реализации этого потенциала является крупномасштабное внедрение программ УС.

Эффект от применения УС может быть получен только при определенных условиях и стимулах, которые в России еще в полной мере не действуют: обязательное удовлетворение потребностей в электроэнергии любого потребителя; конкуренция между производителями электроэнергии; законодательные акты и документы, делающие выгодным для ЭЭС вложение денег в энергосбережение. В то же время ряд факторов благоприятствует развитию УС в России: изменение формы собственности и переход на самофинансирование; рост стоимости энергоносителей и обострение проблем инвестиций; развитие рынков электроэнергии; ужесточение требований к повышению надежности энергоснабжения и снижению отрицательного влияния энергетики на окружающую среду; растущая активность энергетических комиссий и других регулирующих органов [14-16].

Основная экономия электроэнергии и возможность регулирования режимов энергопотребления приходится на промышленный сектор, в котором потребляется около 50% электроэнергии, производимой в России. К числу первоочередных мероприятий здесь относятся модернизация и рациональная загрузка электродвигателей, и замена ртутных ламп на натриевые лампы высокого давления, а ламп накаливания – на компактные флуоресцентные лампы, потребляющие на 75% меньше электроэнергии и служащие на 5-6 лет дольше обычных.

Но на пути внедрения программ УС в России возникает ряд барьеров. Прежде всего, это отсутствие финансовых средств, как у производителей, так и у потребителей электроэнергии на разработку и реализацию программ УС. Следовательно, финансовая по-

мощь должна стать центральным компонентом для любой программы УС в России.

Еще одно препятствие - высокая стоимость энергоэффективного оборудования, которое потребители должны у себя устанавливать. В этом случае ЭЭС могут частично оплатить его приобретение или предоставить льготы тем потребителям, которые установили такое оборудование.

Для преодоления этих барьеров и стимулирования участия потребителей в программах УС надо, прежде всего, проводить соответствующую тарифную политику. Структура тарифов - это основной инструмент УС, с помощью которого можно изменить график нагрузки ЭЭС.

Наибольшее распространение в США и других странах получили тарифы, зависящие от времени потребления, которые способны побудить потребителя изменить форму графика нагрузки. Они постоянно напоминают ему о том, что необходимо отложить потребление электроэнергии с пикового периода, для которого установлены более высокие цены на электроэнергию, на внепиковый.

Помимо тарифов, большинство программ УС предусматривает предоставление потребителям тех или иных льгот, что фактически сводится к перераспределению сэкономленных средств между ЭЭС и участниками программы. Поэтому льготы обычно устанавливаются исходя из ожидаемой экономии, которую должно дать ЭЭС применение программы.

Анализ затрат и результатов выявляет ожидаемую экономию за год, эта величина делится на число участников, и таким образом определяется экономия в расчете на одного потребителя. Фактические размеры льгот могут быть больше или меньше в зависимости от того, достаточна ли ожидаемая плата для обеспечения участия потребителей в программе, будет ли в действительности получена ожидаемая экономия и т.д.

Кроме того, для успешной реализации промышленных программ УС энергокомпаниям должны: улучшать разработку промышленных программ УС посредством учета интересов потребителей, увеличения гибкости программ, предложения финансовых стимулов; взять на себя часть затрат, связанных с проведением энергосберегающих мероприятий у потребителей. Необходимо активизировать рекламную деятельность и проводить семинары по реализации программ УС.

Энергоэффективные технологии и мероприятия должны широко демонстрироваться и рекламироваться.

Зарубежный опыт показывает, что развитие УС требует преодоления некоторых стереотипов (например, убеждения, что прибыль ЭЭС прямо пропорциональна количеству проданных киловатт-часов) и определенного консерватизма (ЭЭС продает энергию, а не услуги и не вмешивается в деятельность потребителей). Этот опыт свидетельствует также, что успехи в деятельности энергетических компаний по экономии энергии и изменению режимов энергопотребления в большой степени зависят от действующего законодательства и стимулирующей деятельности регулирующих органов.

Для стимулирования ЭЭС в применении программ УС надо:

1. Обязывать или стимулировать ЭЭС переходить от традиционных методов планирования к планированию по минимуму стоимости у производителя и потребителя, получившему широкое распространение во многих странах. Этот подход, называемый интегрированное планирование ресурсов (ИПР), основывается на двух принципах:

- ИПР требует одинакового отношения к ресурсам как на стороне производства (генерирующие мощности), так и на стороне потребления (механизмы и технологии, снижающие или изменяющие конечный спрос на энергию). Соответственно "предотвращенный" рост потребностей трактуется как источник электроэнергии.

- ИПР требует от энергетических компаний совместного рассмотрения будущего спроса и способов его удовлетворения, учитывая возможные программы управления спросом, экологические и социальные факторы, неопределенность и риск, связанные с разными вариантами.

Определение наиболее эффективного способа удовлетворения потребностей в энергии (энергетических услугах) должно стать необходимым условием получения разрешения со стороны регулирующих органов на сооружение новых энергетических объектов или на изменение тарифов.

2. Учитывать при утверждении энергетическими комиссиями новых тарифов на электроэнергию затраты ЭЭС на УС. Эти затраты должны быть компенсированы увеличением тарифообразующей базы (например, включением инвестиционной составляющей УС в себестоимость), повышением верхней границы нормы рентабельности или другим способом.

Успешное преодоление барьеров и грамотное поведение ЭЭС в разработке и осуществлении УС позволят сэкономить значительное количество электроэнергии, снизить затраты на покрытие пиковых нагрузок, улучшить режимы работы существующих электростанций, уменьшить издержки производства и потребности в капиталовложениях на развитие энергосистем и снизить вредное воздействие на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров А.А. Методы и результаты прогнозирования развития энергетики России // Изв. РАН. Энергетика. 2010. № 4. С. 26-40.

2. Handbook on Constructing Composite Indicators: methodology and user guide / OESD, 2018. 152 p. URL: <http://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/>

3. WEC. World Energy Trilemma Index: Monitoring the Sustainability of National Energy Systems, 2017. 145 p. URL: <https://www.worldenergy.org/wpcontent/uploads/2017/11/En-ergy-Trilemma-Index-2017-Report.pdf>

4. WEF. Global Energy Architecture Performance Index. Report 2017. 32 p. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Energy_Architecture_Performance_Index_2017.pdf

5. Index of U.S. Energy Security Risk (2017 edition) / Global Energy institute U.S. Chamber of Commerce, 2017. 89 p.

6. International Index of Energy Security Risk: Assessing Risk in a Global Energy Market / Global Energy institute U.S. Chamber of Commerce, 2018. 80 p.

7. Мелентьев Л.А. Системные исследования в энергетике. М.: Наука, 1979. 414 с.

8. Смирнов В.А. Процессы адаптации в развитии энергетики. М.: Наука, 1983. 195 с.

9. Смирнов В.А. Проблемы повышения гибкости в энергетике. М.: Наука, 1989. 192 с.

10. Дейч И.Г. Энергоэкономические тенденции развития производства. М.: Наука, 1985. 176 с.

11. Кононов Д.Ю. Об эффективности снижения нагрузки и электропотребления // Энергетик, 2015, №2. С 15-21

12. Кононов Д.Ю. Методические подходы к согласованию интересов производителей и потребителей энергии при разработке тарифной политики // Препринт ИСЭМ СО РАН, 2016. 43 стр.

13. Кононов Д.Ю. Стимулирование энергосбережения и управления спросом на энергию в условиях реформирования электроэнергетики // Труды научно-технической конференции "Энергосистема: управление,

качество, безопасность", 26-28 сентября 2001 г., Екатеринбург. С. 54-59.

14. Кононов Ю.Д. Внешние производственные связи и инерционность топливно-энергетического комплекса // Изв. СО РАН СССР. Серия общественных наук. 1981. № 2. С. 12-18.

15. Кононов Ю.Д. Энергетика и экономика (проблемы перехода к новым источникам энергии). М.: Наука, 1981. 188 с.

Кононов Ю.Д., Корнеев А.Г., Ткаченко В.З. Моделирование внешних производственных связей отраслевых систем // Экономика и математические методы. 1979. Т. XV. № 5. С. 969-978.