

АКТИВНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В настоящее время одной из ключевых тенденций в развитии электроэнергетики в мире является переход к инновационному преобразованию отрасли на основе новой концепции, получившей название Smart Grid.. Smart Grid за рубежом рассматривается как концепция полностью интегрированной, саморегулирующейся и самовосстанавливающейся электроэнергетической системы, имеющей сетевую топологию и включающей в себя все генерирующие источники, магистральные и распределительные сети и все виды потребителей электрической энергии, управляемые единой сетью информационно-управляющих устройств и систем в режиме реального времени [1].

В рамках развиваемой за рубежом концепции Smart Grid разнообразие требований всех заинтересованных сторон (государства, потребителей, регуляторов, энергетических компаний, компаний, сбытовых и коммунальных организаций, собственников, производителей оборудования и др.) сводится к группе ключевых требований (ценностей) новой электроэнергетики, сформулированных как: доступность, надежность, экономичность, эффективность, экологичность и безопасность.

Реализация ценностей на основе рассмотренных базовых подходов, по мнению идеологов концепции Smart Grid, может быть обеспечена как путем развития традиционных, так и создания новых функциональных свойств или принципиальных характеристик энергосистемы (рис.1) [2].

Россия в последние два года также активно включилась в процесс соответствующих инновационных преобразований, и в настоящее время находится в стадии обсуждения подходов к разработке концепции развития отрасли, получившей название «Интеллектуальной электроэнергетической системы России», на базе принципиальных положений концепции Smart Grid.

Одной из ключевых функциональных характеристик интеллектуальной энергетической системы (далее - ИЭС), как и в концепции Smart Grid, является мотивация активного поведения конечного потребителя, под которой понимается обеспечение возможности самостоятельного изменения потребителями объема и функциональных свойств (уровня надежности, качества и т.п.) получаемой электроэнергии на основании баланса своих потребностей и возможностей энергосистемы с использованием

информации о характеристиках цен, объемов поставок электроэнергии, надежности, качестве и др. [2].

Концепция ИЭС нацелена на реализацию активной стратегии потребителя, другими словами стимулирует потребителей к участию в регулировании нагрузки. В интеллектуальной энергосистеме конечный потребитель электроэнергии рассматривается в качестве партнёра субъектов электроэнергетики в части обеспечения надежной работы энергосистемы и приобретает статус «активного».

Под активным потребителем понимается участник потребительского рынка электроэнергии, который имеет возможность исходя из своих потребностей оптимизировать график загрузки своих мощностей как с целью минимизации затрат на электроэнергию, так и с целью получения дохода от продажи электроэнергии и мощности.

«Активный потребитель» вправе выбирать:

- режим своего электропотребления в соответствии с необходимостью выполнения своих производственных планов по выпуску продукции или обеспечению энергией домохозяйства, оптимизируя свои затраты на покупку электроэнергии с внешних рынков;
- степень своего участия в предоставлении дополнительных услуг, заключающихся в предоставлении управляемых активных и реактивных нагрузок (мощностей) для управления со стороны системного оператора;



Рисунок 1 – Развиваемые функциональные характеристики электроэнергетики для достижения ключевых требований (ценностей) [2, 4]

- условия загрузки собственной мощности (при ее наличии), для формирования заявки на участие в покупке/продаже электроэнергии на оптовом и розничном рынках [3].

Как показывает опыт ведущих зарубежных стран основными механизмами, «включающими» активного потребителя в функционирование ИЭС являются управление спросом и методы экономического стимулирования, в первую очередь тарифы на электрическую энергию. Остановимся на них более подробно.

Управление спросом – это комплексный подход к взаимодействию с потребителем, основанный на его активном участии в формировании и регулировании нагрузки с применением мер поощрений активного потребителя, на базе управления нагрузкой и динамического ценообразования [5]. Система управления спросом в электроэнергетике включает в себя технологические аспекты - контроль перетоков, система учета, а также экономические (маркетинговые) аспекты - систему модификации тарифов и цен. Анализ международного опыта управления спросом позволяет выделить ряд организационных принципов, обеспечивающих основу эффективной работы программ управления спросом, включая управление нагрузкой и динамическое ценообразование. К указанным принципам можно отнести следующие:

1. Участие потребителей: механизмы управления спросом должны стимулировать участие потребителей всех типов и размеров в работе электроэнергетического рынка;

2. Равноправный режим: потребители, участвующие в системе управления спросом, должны обладать равными правами с производителями на оптовых рынках.

3. Гибкость системы измерения. Согласованная система измерения должна быть приемлема как для потребителей, так и для контрагентов.

4. Своевременное согласование и оплата: «активные» потребители обязаны обеспечить своевременную реакцию по результатам действия системы управления спросом и финансовую компенсацию.

5. Множество участников программы: потребители должны иметь возможность принимать участие как на экономическом рынке, так и на рынке системных услуг/надежности (reliability markets).

6. Договор о единой нормативной информации: потребительские соглашения должны быть конфиденциальными и являться объектом для четкого нормативного контроля.

7. Координационный регуляторный отчет и контроль: регулирующие органы, в компетенции которых находятся программы управления спросом, должны работать скооперировано для преодоления барьеров для внедрения [2, 4, 5].

Программа управления спросом требует определённого внимания, как со стороны энергосистемы, так и со стороны непосредственного потребителя. Управление активным потребителем (объемами его потребления и генерации, перераспределением нагрузки)

производится посредством гибко настраиваемых (в зависимости от типа потребителя, экономической конъюнктуры, технологических условий) меню тарифов как на потребляемую, так и на передаваемую в сеть электроэнергию. Такое управление относится к мотивационному, основанному на воздействии на экономические интересы

Участие потребителей может принимать ряд различных форм, включая выбор особого тарифного плана в режиме реального времени (real time pricing – англ.) посредством предоставления прав поставщикам непосредственно контролировать определенные параметры нагрузки.

Анализ опыта «активизации» потребителей за рубежом показывает, что большинство конечных потребителей электроэнергии сегодня находятся в пассивных отношениях с системой электроснабжения. Сложности системы, функционирование рынков электроэнергии отталкивают потребителей от того, чтобы занять более активную позицию. Например, после девяти лет функционирования открытого европейского рынка общая доля потребителей, сменивших поставщика, составляет менее 10% [6].

В мировой практике разработан широкий спектр механизмов управления нагрузкой, часть из которых уже успешно реализуется и в российской хозяйственной практике (Таблица 1). Следует отметить, что стимулирование потребителей позволяет обеспечить экономию для системы в целом за счет снижения уровня рисков внешней среды.

В настоящее время в российской системе электроэнергетических рынков механизмы и мотивационные инструменты «активизации» потребителя к оптимизации функционирования ЭЭС развиты недостаточно – при наличии хорошо проработанных рыночных механизмов ценообразования на оптовом рынке (рынок «на сутки вперед», балансирующий рынок и рынок мощности), возможности варьирования тарифов на розничном рынке довольно ограничены (в том числе, вследствие ограниченности возможностей используемых средств учета и передачи информации).

Как видно из рисунка 2, на оптовом рынке электрической энергии (мощности) потенциал реализации стратегии активного потребителя заключается в возможности ежечасной корректировки потребителем своих загрузок, формировании почасового графика поставки в рамках конкретного договора и в зависимости от гибкого графика потребления.

Таблица 1 – Программы управления спросом

Элементы программы управления спросом	Современное состояние	Перспективное состояние
Прямое управление спросом	Потребитель по своему усмотрению включает или выключает оборудование в часы минимума/ максимума тарифа в соответствии с существующим тарифным меню	Оборудование потребителя оснащено соответствующими устройствами, для дистанционного отключения в пиковые моменты и включения в моменты минимальных цен
Программы требования (предложения) нагрузки или Программы обратной покупки	Потребитель по своему усмотрению включает или выключает оборудование в часы минимума/ максимума тарифа в соответствии с существующим тарифным меню	Потребитель на основе оперативной информации о состоянии рынка может отказаться от потребления в данный момент времени и продать мощность
Тариф, дифференцированный по времени суток	Потребитель по своему усмотрению включает или выключает оборудование во время действия зональных тарифов	Существование как добровольных программ, так и принудительных, основанные на обязательном в них участии всех потребителей. Потребитель может или обязан загрузить своё оборудование во время действия того или иного тарифа
Коммерческие/промышленные варианты программы		
Программы прерывания	Принудительные отключения в форс-мажорных ситуациях	Отключение по согласию потребителя с предоставлением возможности понижения выплат в сторону поставщика за счет системы модификации цен
Программы снижения нагрузки	Принудительные сокращение нагрузки в форс-мажорных ситуациях	Сокращение нагрузки по согласию потребителя с предоставлением возможности понижения выплат в сторону поставщика за счет системы модификации цен
Тарификация в режиме реального времени	Работа в режиме реального времени на балансирующем оптовом рынке электроэнергии и мощности	Работа в режиме реального времени на балансирующем оптовом рынке электроэнергии и мощности, а также на уровне конечного потребителя на розничном потребительском рынке
Программы требования (предложения) нагрузки или Программы обратной покупки	Промышленный потребитель по своему усмотрению загружает мощности в соответствии с режимом работы в зависимости от тарифа или условий долгосрочного контракта	Потребитель на основе оперативной информации о состоянии рынка может отказаться от потребления в данный момент времени и продать мощность по одному из вариантов: переменный процент от оптовых цен, постоянный процент от оптовых цен, постоянная или переменная цена, определяемая на условиях конкурсного отбора потребителей.

Потребители оптового рынка			
Генерация		Нерегулируемая часть	
Регулируемая часть	Нерегулируемая часть	Цена, формируемая контрагентами в рамках свободных договоров.	Цена свободного договора, определенная в рамках биржевого аукциона.
Тариф утверждается ФСТ РФ (индикативная цена (тариф), контрагенты подбираются АТС.	Маржинальное ценообразование на рынке на сутки вперед.	График поставки составляется по каждому договору.	Контракты формируются по периодам потребления и цена зависит не только от времени суток, но и от месяца потребления.
Тариф устанавливается без дифференциации по времени суток.	Торговля осуществляется на основании плановых почасовых графиков потребления и цен, сложившихся на рынке за каждый час. Следовательно, потребитель может оптимизировать режим своего потребления и покупки электроэнергии с рынка или в рамках.		
Услуги по передаче и распределению			
Тариф по передаче по ЕНЭС	Тариф по передаче по распределительным сетям		
Тариф утверждается ФСТ РФ	Тариф утверждается региональным регулирующим органом		
Отсутствует привязка тарифов к пропускной способности электрических сетей.			
Инфраструктурные услуги			
Тариф на услуги Системного оператора	Тариф на услуги коммерческого оператора		
Тарифы утверждаются ФСТ. Тарифы устанавливаются как доля от потребляемого объема электроэнергии (мощности)			

- Существует возможность реализации стратегии активного потребителя
- Отсутствует возможность реализации стратегии активного потребителя
- Существует возможность прямого государственного вмешательства

Рисунок 2 – Потенциал мотивации активного потребителя на оптовом рынке электрической энергии (мощности)


Оценка потенциала реализации стратегии активного потребителя для промышленных и коммерческих потребителей на розничном рынке приведена на рис.3: он включает в себя возможность применения потребителем интервального (почасового) учета своего потребления, однако, на оптовом рынке потребители могут более гибко участвовать в программах управления спросом.

Поскольку потребительский рынок для населения в рамках действующего тарифного законодательства полностью регулируется государством, на современном этапе развития реализация стратегии активного потребителя для населения не возможна (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Таким образом, потенциал реализации модели активного потребителя, согласно действующей модели ценообразования в России существует. Однако следует выделить ряд ограничений, препятствующих реализации указанной модели:



1. **Ограничение волатильности цен регулирующим органом.** Согласно проведенному анализу международного опыта управления спросом, в тех случаях, когда

Промышленные и коммерческие потребители розничного рынка


Генерация

Регулируемая часть	Нерегулируемая часть (17%)
Генерация розничного рынка - тариф утверждается региональным регулирующим органом (6%) Генерация оптового рынка - тариф утверждается ФСТ (39%) Возможность применения зонных тарифов 	Средневзвешенная величина с учетом транслируемой с оптового рынка нерегулируемой цены и цены генерации розничного рынка Возможность применения интервального учета


Услуги по передаче и распределению

Тариф по передаче по ЕНЭС (5%)	Тариф по передаче по распределительным сетям (27%)
Тариф утверждается ФСТ РФ 	Тариф утверждается региональным регулирующим органом 
Отсутствует привязка тарифов к пропускной способности электрических сетей.	

Инфраструктурные услуги (3%)

Тариф на услуги Системного оператора	Тариф на услуги коммерческого оператора
Оплачиваются в составе тарифа генерации (поскольку гарантирующий поставщик оплачивает указанные услуги при осуществлении деятельности на оптовом рынке) 	

Сбытовая надбавка (4%)

Регулируемая СН для гарантирующих поставщиков	Нерегулируемая цена для сбытовых компаний, не являющихся гарантирующими поставщиками
Тариф утверждается региональным регулирующим органом 	В настоящее время механизм еще не запущен (все сбытовые компании – являются гарантирующими поставщиками)




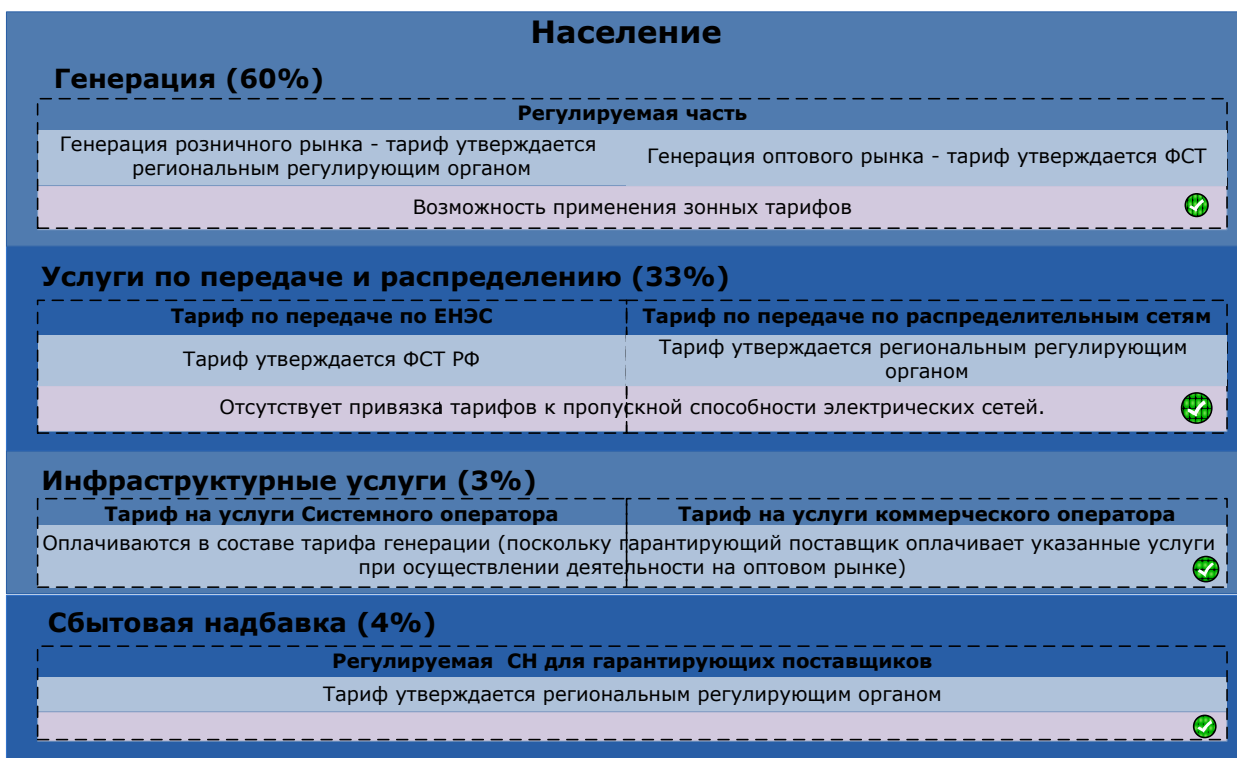
-  - Существует возможность реализации стратегии активного потребителя
-  - Отсутствует возможность реализации стратегии активного потребителя
-  - Существует возможность прямого государственного вмешательства

Рисунок 3 – Потенциал мотивации к «активности» промышленных и коммерческих потребителей розничного рынка электрической энергии

волатильность цен сдерживается регулирующими органами в противодействие рыночным силам, ресурсы управления спросом ограничены. В настоящее время в России, в соответствии с Правилами оптового рынка, коммерческим оператором осуществляется мониторинг темпов роста рыночных цен на электроэнергию в ценовых зонах, и в случае превышения установленных предельных темпов роста, установленных органами государственного регулирования, в отношении ценовой зоны применяется особый режим расчета цен на электрическую энергию.



- Существует возможность реализации стратегии активного потребителя
- Отсутствует возможность реализации стратегии активного потребителя
- ✔ - Существует возможность прямого государственного вмешательства

Рисунок 4 - Потенциал мотивации к «активности» населения

2. Механизмы ценообразования на рынках электроэнергии и мощности. В настоящее время в России, в соответствии с действующими моделями ценообразования, возможность реализации стратегии активного потребителя ограничена.

Анализ цен генерации на оптовом рынке показывает, что возможность реализации стратегии активного потребителя существует только в нерегулируемом секторе, однако она ограничена: основным преимуществом стратегии активного потребления является действие в режиме реального времени, а в настоящее время на спотовом рынке планирование осуществляется в режиме «на сутки вперед», и отклонения потребителя от запланированного объема потребления облагаются штрафами на балансирующем рынке, что не позволяет ему менять свою нагрузку в течение суток с отклонениями от планового почасового потребления.

На розничном же рынке возможность реализации стратегии активного потребителя частично существует, поскольку в тарифном меню присутствуют зонные тарифы, стимулирующие энергосбережение, и сглаживание графиков потребления. Кроме того, существуют потребители, использующие интервальные системы учета.

Реализацию стратегии активного потребителя сдерживает также отсутствие методики определения тарифов на передачу и распределение электрической энергии в зависимости от загруженности пропускной способности сети в текущий момент времени.

Рассматривая тариф на инфраструктурные услуги можно сделать вывод, что возможность реализации стратегии активного потребителя отсутствует, т.к. в настоящее время к инфраструктурным услугам относятся только услуги коммерческого и технологического операторов, и не относятся услуги по регулированию нагрузки, по предотвращению аварий, по регулированию частоты и активной мощности и т.д.

3. Механизмы осуществления конкурентного отбора. Основными направлениями реформирования электроэнергетики России предусматривалось создание механизмов реализации конкурентных стратегий на рынке электроэнергии и мощности. Однако в настоящее время возникает вопрос о реальном существовании конкуренции на рынке. Генерирующие активы различных компаний были приобретены различными независимыми собственниками. При этом следует отметить, что активы генерирующих компаний в основном распределились между поставщиками топлива (ОАО «Газпром», СУЭК) и крупнейшими потребителями электроэнергии (ЛУКОЙЛ, ОАО «РЖД», РУСАЛ). В собственности же государства остались атомная отрасль и гидроэнергетика. Наличие подобных игроков (поставщики и потребители) заметно влияет на рыночную концентрацию в отдельных зонах свободного перетока – указанные группы снижают общий конкурентный потенциал оптового рынка электроэнергии и мощности. Потребители имеют возможность реализовывать свои стратегические цели, используя механизм голосования (управления) пакетами акций.

Кроме того, остаются нерешенными ряд вопросов, связанных с технологическим управлением энергосистемой, таких как системные ограничения, управляемость сети, конкуренция в точках поставки. Так, в настоящее время в ряде регионов электроэнергетика функционирует в условиях фактического отсутствия конкурентной среды в силу территориальной изолированности, технологических или рыночных, таких как наличие одного или нескольких неконкурирующих энергопоставщиков, как в Мурманской области.

Реализация модели активного потребителя помимо экономических вопросов, требует существенной проработки технических вопросов управления потоками электроэнергии в режиме реального времени.

Таким образом, возможность реализации стратегии активного потребителя в России существует, однако существует ряд ограничений, вызванных отсутствием

прозрачности механизма осуществления конкурентного отбор, а также нерешенностью вопросов технологического управления энергосистемой.

4. «Навязывание» тарифов конечному потребителю. На розничном рынке все потребители покупают электроэнергию по тарифам не ниже, чем у гарантирующих поставщиков. При этом на весь объем электроэнергии, покупаемой гарантирующими поставщиками на оптовом рынке подается ценопринимая заявка. Таким образом, у конечных потребителей отсутствует возможность не только влиять на тариф, но и планировать свои затраты.

Для реализации стратегии активного потребителя необходимо повысить информированность конечного потребителя и создать возможность его участия в формировании цены.

5. Особенности системы государственного регулирования в РФ. В соответствии с действующим законодательством регулируемые тарифы устанавливаются с периодичностью раз в год. Большой временной разрыв между возникновением у организации выпадающих расходов (доходов) и возможностью их возмещения снижает объем финансовых ресурсов предприятия. Выпадающие доходы и расходы могут быть возмещены регулируемой организации только в году, следующим за годом регулирования или в более поздние периоды.

Существует большой временной разрыв между сроками подачи тарифной заявки и вступлением тарифа в силу (более чем полгода), что снижает уровень точности прогноза уровня тарифов. Для установления тарифов и для осуществления мониторинга деятельности активных потребителей необходима дополнительная подготовка квалифицированных специалистов органов регулирования. Применяющиеся в настоящее время подходы к тарифному регулированию (в частности усреднение нормативных показателей) не применимы. Необходима разработка курса подготовки специалистов, обладающих компетенциями по установлению тарифов для активных потребителей.

Негативное влияние на процесс внедрения стратегии активного потребителя может оказать излишняя политизированность процесса установления тарифов. Во-первых, в настоящее время отсутствует единая нормативная база на уровне регионов: для различных субъектов РФ устанавливаются различные индексы по одним и тем же статьям затрат, что в свою очередь определяется конкурентными преимуществами региона. Во-вторых, процесс установления тарифа и его обоснование во многом зависит от куратора в региональном регулирующем органе. Все это свидетельствует об инерционности развития процесса регулирования в настоящее время, что является сдерживающим фактором для реализации стратегии активного потребителя.

Необходимо отметить, что уже на данный момент времени некоторые из механизмов управления спросом успешно функционируют и в современной российской практике, однако потенциал управления спросом ещё не исчерпан. Перспективы развития системы управления спросом приведены на рисунке .



Рисунок 5 – Перспективы развития системы управления спросом

Таким образом, особенности модели конкурентного рынка электроэнергии и мощности, действующая модель ценообразования на рынке, позволяют говорить о наличии возможности реализации стратегии активного потребителя. Однако для полноценной ее реализации требуется совершенствование системы государственного регулирования и решение отдельных технологических проблем.

Список источников

1. Smart Power Grids - Talking about a Revolution. [IEEE Emerging Technology Portal](#), 2009.

2. Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SMART GRID — М.: ИАЦ Энергия, 2010.

3. В.В. Дорофеев «Развитие электроэнергетической системы России с использованием принципов активно-адаптивной сети» / Материалы международного форума «Энергетика будущего» - 16 ноября 2010 г. - Москва

4. «Grids 2030». A National Vision for Electricity's Second 100 years. Office of Electric Transmission and Distribution of USA Department of Energy, 2003.

5. Demand Response: Principles for Regulatory Guidance - Jupiter, Florida: Peak Load Management Alliance, 2002

6. European Technology Platform SmartGrids. Strategic Deployment Document for Europe's Electricity Networks of the Future. April, 2010.