Результат интеллектуальной деятельности, реализованный

в виде секрета производства (ноу –хау)

**Методика оценки готовности компаний к внедрению технологий интеллектуальных (активно – адаптивных) сетей и связанных с ним технологий «Интернета энергии» (Internet of Energy) на основе индекса зрелости**

разработан в рамках научно – исследовательской работы по теме:

«РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ»

выполненной по государственному заданию на 2018 год

**Сведения об авторах:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Изображение выглядит как человек, внутренний, стол, шкафчик  Автоматически созданное описание** | **Трачук Аркадий Владимирович,**  **Д.э.н., профессор, руководитель Департамента менеджмента**  **Контакты: atrachuk@fa.ru** |
| **Изображение выглядит как человек, стена, женщина, внутренний  Автоматически созданное описание** | **Линдер Наталия Вячеславовна**  **К.э.н., профессор, первый заместитель руководителя Департамента менеджмента**  **Контакты: nvlinder@fa.ru** |

**РЕКЛАМНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ**

РИД относится к качественной оценке готовности компаний к внедрению технологий интеллектуальных (активно – адаптивных) сетей и связанных с ним технологий «Интернета энергии» (Internet of Energy) на основе индекса зрелости.

Для оценки разработан Индекс зрелости, включающий оценку показателей:

* возможность энергокомпании маневрирования энергопотреблением;
* возможность энергокомпании снижения или перенесения нагрузки во времени;
* возможность управления собственной генерацией на основе определение объема собственного потребления от нее и определение объема электроэнергии, поставляемого на рынок;
* возможность энергокомпании управления режимом накопления электроэнергии, а именно:
* накопление электроэнергии;
* потребление накопленной электроэнергии;
* продажа накопленной электроэнергии на рынок.

Результатом анализа Индекса зрелости является отнесение компании к одному из пяти «уровней зрелости»:

* уровень I. «пассивный потребитель»;
* уровень II. «пассивный потребитель»;
* уровень III. «условно – активный потребитель»;

- уровень IV. «активный потребитель»;

- уровень V. «активный потребитель».

На основе рассчитанного индекса зрелости формируются кластеры компаний. Результаты анализа российских компаний энергетического сектора, полученные на основе представленного подхода, показывают, что большинство обследованных компаний находится на второй стадии зрелости – пассивных потребителей. Для того, чтобы компании могли перейти на следующий третий «уровень зрелости» - условно – активно потребителя необходима трансформация бизнес – моделей на электроэнергетическом рынке, «поведенческое» вовлечение потребителей в управление спросом и «аналитическое» управление спросом, позволяющее использование расширенных данных о функционировании оборудования и потреблении электроэнергии для выявления возможностей оптимизации нагрузки.

**Методика оценки готовности компаний к внедрению технологий интеллектуальных (активно – адаптивных) сетей и связанных с ним технологий «Интернета энергии» (Internet of Energy) на основе индекса зрелости**

Для оценки готовности компаний к внедрению технологий интеллектуальных (активно – адаптивных) сетей и связанных с ним технологий «Интернета энергии» был разработан Индекс зрелости. Методика формирования «индекса зрелости» для промышленных компаний к внедрению технологий интеллектуальных энергетических сетей следующая:

1. На первом этапе определяются характеристики нового рынка и его участников, исходя из ключевой цели – построение открытого равнодоступного конкурентного инновационного эффективного рынка в электроэнергетике с активными участниками.
2. Участники непосредственного влияют на рынок и энергосистему, поэтому далее исходя из характеристик нового энергорынка разрабатываются ключевые измерения для промышленных компаний исходя из технологий, которые внедрила у себя компания: электропотребляющее оборудование, способное к изменению (перенесению) нагрузки, собственная генерация, накопители электроэнергии.
3. Каждое измерение анализируется через призму пяти уровней зрелости, для которых характерны определенные признаки. Первый уровень означает, что измерение готовности внедрению технологий ИЭС находится на начальном этапе развития, а пятый уровень говорит о высоком прогрессе в данном измерении.

Далее на основе разработанной нами методики была проведена оценка промышленных компаний – потребителей.

*Первый этап*. Для построения нового энергорынка необходимо чтобы промышленные компании – потребители обладали характеристиками:

* приближение генерации к потребителю, развитие распределенной генерации;
* потребитель – активный участник рынка электроэнергии, элемент и субъект системы управления.

*Второй этап*. Исходя их данных принципов описаны ключевые измерения для каждого типа компаний участников энергорынка.

В таблице 1 представлены ключевые характеристики для промышленных компаний – потребителей электроэнергии.

Таблица 1 – Характеристики компонентов «уровня зрелости» промышленных компаний

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристики | Уровень развития | | | | |
| низкий | |  | высокий | |
| Маневрирование энергопотреблением  Снижение или перенесение нагрузки во времени | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Управление собственной генерацией  - определение объема собственного потребления от нее,  - определение объема электроэнергии, поставляемого на рынок | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Управление режимом накопления электроэнергии   * накопление электроэнергии; * потребление накопленной электроэнергии; * продажа накопленной электроэнергии на рынок | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

*Третий этап*. Разработаны пять измерений уровня зрелости промышленных компаний по осуществлению деятельности по управлению спросом на электроэнергию (табл. 2).

Таблица 2 – Уровни зрелости промышленных компаний – активных потребителей

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень зрелости | Характеристика |
| I. Пассивный потребитель – наличие только технологий управления режимом энергопотребления | Управление режимом энергопотребления не осуществляется или осуществляется в ручном режиме, собственная генерация и накопители электроэнергии отсутствуют |
| II. Пассивный потребитель – имеются технологии, позволяющие управлять режимом энергопотребления, а также технологии распределенной генерации | Снижение нагрузки в пиковые часы рынком не рассматривается как альтернатива загрузке резервной/пиковой генерации и рынком не оплачивается.  Распределенная генерация осуществляет работу только в режиме выработки электроэнергии. Отсутствует возможность продажи электроэнергии на рынок. Технологии накопления электроэнергии отсутствуют |
| III. Условно – активный потребитель – имеются технологии, позволяющие управлять режимом энергопотребления, а также технологии распределенной генерации | Снижение нагрузки в пиковые часы рынком не рассматривается как альтернатива загрузке резервной/пиковой генерации и рынком не оплачивается.  Распределенная генерация осуществляет работу только в режиме выработки электроэнергии. Имеется возможность продажи электроэнергии на рынок. Технологии накопления электроэнергии отсутствуют |
| IV. Активный потребитель – имеются технологии, позволяющие управлять режимом энергопотребления, а также технологии распределенной генерации. Формируется стратегия энергопотребления | Автоматическое включение/отключение электроприборов,  перенесение нагрузки во времени.  Определяется стратегия загрузки собственной генерации: объем потребления от нее и объем выдачи э/э в сеть  Зарядка, продажа э/э в сеть или собственное потребление э/э |
| V. Активный потребитель – имеются все виды технологий ИЭС: управление режимом энергопотребления, собственная генерация, накопители электроэнергии | Автоматическое отключение при участии в программах  прерывания, перенесение нагрузки с получением  соответствующей оплаты.  Определяется стратегия загрузки собственной генерации:  объем потребления от нее и объем выдачи э/э в сеть.  Зарядка, продажа э/э в сеть или собственное потребление э/э. |

Источник: подготовлено авторами

*Четвертый этап*. На кейсах промышленных компаний, участников обследования (32 компании) мы провели анализ их «уровня зрелости».

Большинство исследованных компаний находятся на второй стадии – «пассивный потребитель» (17 компаний из 26 или 65%). Еще пять компаний перешли на третий уровень «условно – активных потребителей» (19%), две компании можно отнести к четвертому уровню – активный потребитель (7,6%), и оставшиеся две – к первой группе «пассивных потребителей» (табл. 3).

Таблица 3 – Характеристика «уровня зрелости» промышленных компаний – участников исследования

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристики кластеров  Характеристики компаний | Кластер 1 – активный потребитель | Кластер 2 – условно – активный потребитель | Кластер 3 – пассивный потребитель | |
| * Есть возможность для регулирования нагрузки; * Готовность участия в регулировании нагрузки; * Готовность выполнять активные действия | * Есть возможность для регулирования нагрузки; * Готовность участия в регулировании нагрузки; * Отсутствие готовности выполнять активные действия | * Нет возможности для регулирования нагрузки; * Есть возможность для регулирования нагрузки, но отсутствует готовность участия в регулировании нагрузки | |
| Процент компаний, обладающих данной характеристикой в кластере | | | |
| Компания использует различные варианты энергообеспечения | 100 | 80 | | 70 |
| Компания не только покупает электроэнергию, но и продает ее | 50 | 20 | | - |
| Компания управляет графиком энергопотребления и загрузки мощностей | 100 | 80 | | 55 |
| Компания использует возобновляемые источники электроэнергии | 50 | 20 | | - |
| Компания использует данные для автоматизации операционной деятельности | 100 | 100 | | 11 |
| Компания использует аналитики для оптимизации движения электроэнергии | 50 | 20 | | 11 |
| Компания использует автоматизированные системы для работы с потребителями и поставщиками | 100 | 60 | | 32 |
| Число компаний в кластере | 2 | 5 | | 19 |

*Пятый этап*. На заключительном этапе нами были разработаны мероприятия для достижения рассмотренными предприятиями целевого состояния и вовлечение промышленных компаний через механизм управления спросом (табл. 4).

Таблица 4 – Кластеры компаний по уровню зрелости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Кластеры потребителей | Кластер 1 – активный потребитель | Кластер 2 – условно – активный потребитель | Кластер 3 – пассивный потребитель |
| Характеристика кластеров | * Есть возможность для регулирования нагрузки; * Готовность участия в регулировании нагрузки;   Готовность выполнять активные действия | * Есть возможность для регулирования нагрузки; * Готовность участия в регулировании нагрузки;   Отсутствие готовности выполнять активные действия | * Нет возможности для регулирования нагрузки;   Есть возможность для регулирования нагрузки, но отсутствует готовность участия в регулировании нагрузки |
| Степень вовлеченности | Высокая | Средняя | Низкая |
| Вовлечение потребителей в цепочку создания ценности (управление спросом на электроэнергию) | *Активное*: самостоятельное участие потребителей в программах управления нагрузкой | *Активное*: Переход на использование энергоэффективных технологий | *Пассивное*: через регулирование, установление технических требований |

Источник: подготовлено авторами

Анализ показывает, что большинство обследованных компаний находится на второй стадии – пассивных потребителей. Для того, чтобы компании могли перейти на следующий третий «уровень зрелости» - условно – активно потребителя необходима трансформация бизнес – моделей на электроэнергетическом рынке, «поведенческое» вовлечение потребителей в управление спросом и «аналитическое» управление спросом, позволяющее использование расширенных данных о функционировании оборудования и потреблении электроэнергии для выявления возможностей оптимизации нагрузки.

Участие крупных потребителей оптового рынка в управлении спросом достигается открытием различных сегментов рынка для их участия – т.е. созданием условий, обеспечивающих возможность их конкуренции с генерирующими объектами, и соответствующих экономических стимулов. Внедрение программ управления спросом обычно начинается с вовлечения таких потребителей, однако потенциал их участия обычно ограничен: таких потребителей относительно немного и, являясь квалифицированными участниками рынка электроэнергии, они в значительной степени уже используют потенциал гибкости своего потребления для оптимизации затрат и до внедрения механизмов явного управления спросом. При этом значительный потенциал управления спросом находится на стороне небольших, в том числе, розничных потребителей электроэнергии.

На организованных рынках электроэнергии обычно предъявляются минимальные количественные требования к мощности оборудования участников. Потребители розничного (а иногда и оптового) рынка на индивидуальном уровне не удовлетворяют таким требованиям. Непосредственное взаимодействие малых и средних потребителей и заинтересованных инфраструктурных организаций (таких как системный оператор) остается нецелесообразным, поскольку затраты на такое взаимодействие слишком высоки относительно малого объема разгрузки, предоставляемого этими потребителями. Поэтому распространение механизмов управления спросом на розничных потребителей требует решения, позволяющего избежать полноценного участия розничного потребителя в работе оптового рынка и непосредственного взаимодействия с инфраструктурными организациями. Вариантом такого решения может быть создание специализированных организаций – агрегаторов нагрузки. Агрегаторы нагрузки – это поставщики товаров и услуг на оптовом рынке электроэнергии, которые управляют (непосредственно или опосредованно) оборудованием группы потребителей, чтобы продавать совокупность регулировочных способностей потребителей как единый объект на рынке. Агрегаторы выполняют коммерческую функцию объединения распределенных ресурсов управления спросом для продажи товаров и услуг на рынке электроэнергии, выступая в качестве посредников между потребителями, предоставляющими свои возможности по изменению потребления, и покупателями продуктов управления спросом. Агрегаторы приобретают у промышленных, коммерческих и бытовых потребителей услуги по снижению нагрузки по уведомлению. Они выявляют и получают ресурс управления спросом потребителей и обеспечивают их совместное участие на рынке [43].

Агрегаторы объединяют многих потребителей с различными характеристиками, обеспечивая соответствие требованиям рынка и резервирование отдельного взятого потребителя как части агрегированного объекта, что повышает общую надежность и снижает риск для отдельных потребителей [44, 45]. Например, если потребитель может обеспечить разгрузку только 8 раз за период действия программы управления спросом, в то время как требования этой программы предусматривают 20 разгрузок, то в отсутствие агрегатора ресурс управления спросом этого потребителя останется неиспользованным. Если агрегатор может объединить этот ресурс с ресурсами других потребителей, он может предоставить их мощность в соответствии с требованиями рынка, обеспечивая учет потребностей потребителя [46]. Агрегирование может достигать уровня эффективности, достаточного для удовлетворения требований, предъявляемых в различных сегментах рынка, и может обеспечить характеристики, соответствующие генерации и даже превосходящие их. Одно из ключевых преимуществ агрегации – это распределенный характер агрегированной нагрузки, что обеспечивает поставку агрегатором заявленного объема разгрузки даже если отдельные потребители не исполнили своих обязательств (агрегатор никогда не заявляет на рынке полный объем разгрузки агрегированной нагрузки, например, при наличии совокупности потребителей, готовых разгрузиться на 100 МВт, он заявит на рынке 70-80 МВт, что гарантирует надежное исполнение обязательств).

Таким образом, разработанная нами методика состоит из четырех последовательных этапов, результатом которых является отнесение компании к одному из пяти «уровней зрелости»:

- уровень I. «пассивный потребитель» – наличие только технологий управления режимом энергопотребления. Управление режимом энергопотребления не осуществляется или осуществляется в ручном режиме, собственная генерация и накопители электроэнергии отсутствуют;

- уровень II. «пассивный потребитель» – имеются технологии, позволяющие управлять режимом энергопотребления, а также технологии распределенной генерации. Снижение нагрузки в пиковые часы рынком не рассматривается как альтернатива загрузке резервной/пиковой генерации и рынком не оплачивается. Распределенная генерация осуществляет работу только в режиме выработки электроэнергии. Отсутствует возможность продажи электроэнергии на рынок. Технологии накопления электроэнергии отсутствуют;

- уровень III. «условно – активный потребитель» – имеются технологии, позволяющие управлять режимом энергопотребления, а также технологии распределенной генерации. Снижение нагрузки в пиковые часы рынком не рассматривается как альтернатива загрузке резервной/пиковой генерации и рынком не оплачивается. Распределенная генерация осуществляет работу только в режиме выработки электроэнергии. Имеется возможность продажи электроэнергии на рынок. Технологии накопления электроэнергии отсутствуют;

- уровень IV. «активный потребитель» – имеются технологии, позволяющие управлять режимом энергопотребления, а также технологии распределенной генерации. Формируется стратегия энергопотребления. Автоматическое включение/отключение электроприборов, перенесение нагрузки во времени. Определяется стратегия загрузки собственной генерации: объем потребления от нее и объем выдачи электроэнергии в сеть. Зарядка, продажа электроэнергии в сеть или собственное потребление электроэнергии;

- уровень V. «активный потребитель» – имеются все виды технологий ИЭС: управление режимом энергопотребления, собственная генерация, накопители электроэнергии. Автоматическое отключение при участии в программах прерывания, перенесение нагрузки с получением соответствующей оплаты. Определяется стратегия загрузки собственной генерации: объем потребления от нее и объем выдачи электроэнергии в сеть. Зарядка, продажа электроэнергии в сеть или собственное потребление электроэнергии.

Сделан вывод, что на российской электроэнергетическом рынке большинство компаний – потребителей находятся на втором «уровне зрелости» - пассивный потребитель. Для перехода к третьему уровню зрелости необходимы пассивные методы вовлечения потребителей в цепочку создания ценности (управление спросом на электроэнергию): техническое регулирование, создание агрегаторов.