



ОЦЕНКА СОСТАВА НАГРУЗОК КРУПНЫХ
ЭЛЕКТРОПОТРЕБИТЕЛЕЙ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ С
ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ПИЛОТНОГО ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ
ПОТРЕБЛЕНИЕМ

Д.К. Павлов, студент, dmitriypavlov1104@gmail.com

А. Ю. Никишин, канд. техн. наук, доц.

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический
университет»

На основе проведенного анализа потребителей региона оценивается его потенциал для пилотного внедрения управления спросом.

управление спросом, регулирование электрических величин, состав нагрузок, энергопотребление, оптимизация, энергосистема

Главные особенности электроэнергии как товара определяют ее физические свойства: необходимость потребления одновременно с процессом её производства. Сегодня гибкость энергосистемы осуществляется за счет пиковых станций, что не соответствует задаче экономической оптимизации энергосистемы [1, с. 5]. Развитие генерации на основе ВИЭ усложняет возможность постоянного поддержания баланса между генерацией и потреблением ввиду зависимости от климатических условий, а соответственно, и труднопредсказуемости количества вырабатываемой энергии. Поэтому вопросы организации управления спросом (demand response) становятся все более актуальными.

Demand Response (DR) основан на изменении цен на электроэнергию на оптовом рынке во времени или введении стимулирующих выплат. Это позволяет снизить или увеличить потребление электроэнергии в нужные для производителя периоды. Предполагалось, что в технологии управления потреблением будут участвовать только промышленные потребители, однако использование специальных организаций– агрегаторов вовлекает и розничный рынок бытовой электроэнергии.

Технология DR функционирует с 1999 года в Америке и середины 2000-х годов в других странах. Зарубежные системные операторы оптового рынка (PJM – США, IESO – Канада, операторы Южной Кореи, Великобритании и др.) при внедрении механизма DR могут управлять ресурсами потребителей в размере от 2 до 6% от пикового спроса, что равно 0,7 – 14 ГВт [2, с. 3]. Благодаря экономической эффективности мощность DR к 2025 году вырастет в 3,5 раза до 144 ГВт [3]. Общий экономический эффект от управления спросом в России может составить порядка 67-105 млрд руб. в год [4, с.32].

В данный момент предпринимаются первые шаги по внедрению и апробации данной технологии в России. Помимо повышения энергоэффективности ЕЭС России за счет привлечения потребителей оптового рынка к активному участию в регулировании спроса [5] согласно постановлению Правительства РФ предусматривается проведение пилотного проекта по управлению потребителями розничного рынка с помощью организаций-агрегаторов [6]. В настоящее время реализуется координирование агрегаторов системным оператором в качестве закупщика. На втором этапе предлагается интегрировать их деятельность в оптовом рынке [4, с. 33].

В 2020 г. предполагается анализ результатов пилотного проекта на не менее чем в двух субъектах РФ [1, с. 15]. В июне проведен первый отбор агрегаторов на июль-сентябрь 2019 суммарной мощностью 39 МВт [7]. Отобраны 20 компаний для участия в пилотном проекте, намеченном на IV квартал 2019 г. Первые участники расположены в разных

субъектах России, далее планируется исследование и внедрение этой технологии. [8]. В данный момент не оценено суммарное влияние ее на всю энергосистему. Вместе с тем в ближайшее время Калининградская область планирует переход в изолированный режим работы энергосистемы, что открывает перспективы для проведения пилотных проектов ввиду независимости, объективности и целостности получаемых результатов. Параллельно в регионе продолжается цифровизация электрической сети, опыт которой масштабируется по всей стране [9]. Область обладает развитой электросетевой инфраструктурой, расположенной на компактной территории, что облегчает эксплуатацию проекта. Структура электропотребления области является равномерной (сфера услуг 22,9; домашние хозяйства 25,3; промышленное производство 21,5%) [10, с.23], что позволяет достоверно оценить влияние конкретных экономических потребителей на управление спросом и энергосистему в целом. Таким образом, имеются явные предпосылки по внедрению demand response полномасштабным пилотным проектом и интегрированию деятельности агрегаторов в оптовый рынок в энергосистеме Калининградской области.



Рисунок 1 – Прогноз развития DR в мире [4]

Из опыта многолетней работы технологии управления потреблением на PJM рынке отмечено, что наиболее эффективными типами нагрузок для управления спросом являются: кондиционирование и вентиляция, освещение, холодильные установки, насосы и отдельные промышленные процессы [4, с. 60]. Поэтому в первую очередь необходимо оценить состав нагрузок крупных электропотребителей региона с целью оценки возможности и перспектив пилотного внедрения технологий управляемого потребления во всей энергосистеме области.

Для анализа возможной к участию мощности были отобраны 29 наиболее крупных промышленных предприятий, энергопотребление которых составляет 13% от регионального. Был определен примерный состав нагрузки на основании открытых данных об аналогичных предприятиях и их оборудовании в России. На основании проведенного анализа определено процентное соотношение нагрузок, отключение которых не приведет к недоотпуску продукции и экономическим потерям.

Практически все категории возможного применяемого оборудования способны принимать участие в управлении спросом, за исключением насосов, имеющих меньшую способность к отключению, что связано в первую очередь с особенностями производственных процессов и невозможностью их проведения без них. Существенными

оказались осветительные, вентиляционные нагрузки, а также вспомогательное оборудование, которым оснащены складские помещения и цеха, прямо не участвующие в производственном процессе.

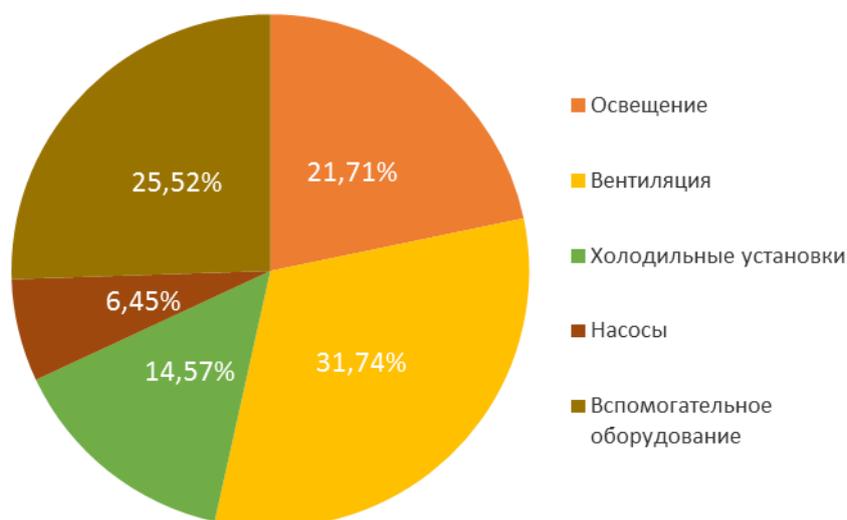


Рисунок 2 – Состав отключаемой нагрузки, рассмотренных предприятий

По отношению отключаемой мощности к потребляемой установлены следующие зависимости:

- две организации сферы услуг («Виктория Балтия», «Европа-центр») могут отключить более 80% электроприемников, в первую очередь это связано с вентиляционной нагрузкой порядка 60%;
- три организации легкой промышленности («Лазурит», «Завод ЖБИ-2», «Вичюнай-Русь») могут задействовать в управлении спросом более 30%;
- четыре предприятия пищевой промышленности («Балтптицепром», «Мираторг Запад», «Продукты питания АГРО», «Агропродукт») способны отключить в диапазоне от 20 до 30%, в первую очередь это вентиляционные и холодильные нагрузки;
- восемь предприятий переработки и производства пищевой продукции в диапазоне 10-20%;
- 12 предприятий производства, нефтегазовой промышленности и машиностроения - до 10%, среди которых четыре компании входят в топ-10 энергоемких («Янтарный комбинат», «Прибалтийский судостроительный завод Янтарь», «Автотор-Энерго», «Лукойл-Энергосервис»). Незначительная часть отключаемой нагрузки от установленной мощности объясняется сложностью определения состава потребителей в технологических процессах, в то же время это позволяет нам сказать, что имеется весомый запас мощности при уточнении энергопотребления в самих организациях.

Необходимо отметить, что именно с такого рода потребителями розничного рынка были заключены договора в первом пилотном проекте, проведенном в июле-сентябре 2019 в различных субъектах России [7]. В первом приближении можно считать, что технология управления спросом в Калининградской области может быть интересна как потребителям, так и поставщикам электроэнергии.

Далее в результате расчета получено, что 13,79 МВт теоретически возможно привлечь к участию в управлении спросом, что составляет 17,36% от общей мощности 29 предприятий. В действительности данная цифра будет отличаться ввиду того, что

коэффициент одновременности включения потребителей не равен единице, но и достаточное количество предприятий обладает неуточненным запасом мощности, возможным к участию в Demand Response. В первом тесте внедрения технологии управления потреблением в России принимали участие предприятия с суммарной мощностью 39 МВт. Калининградская область в данный момент немного уступает по мощности другим субъектам РФ, но в отличие от проведенного пилотного проекта все потребители сосредоточены на территории одного субъекта, что позволяет оценить их влияние на энергосистему в целом.

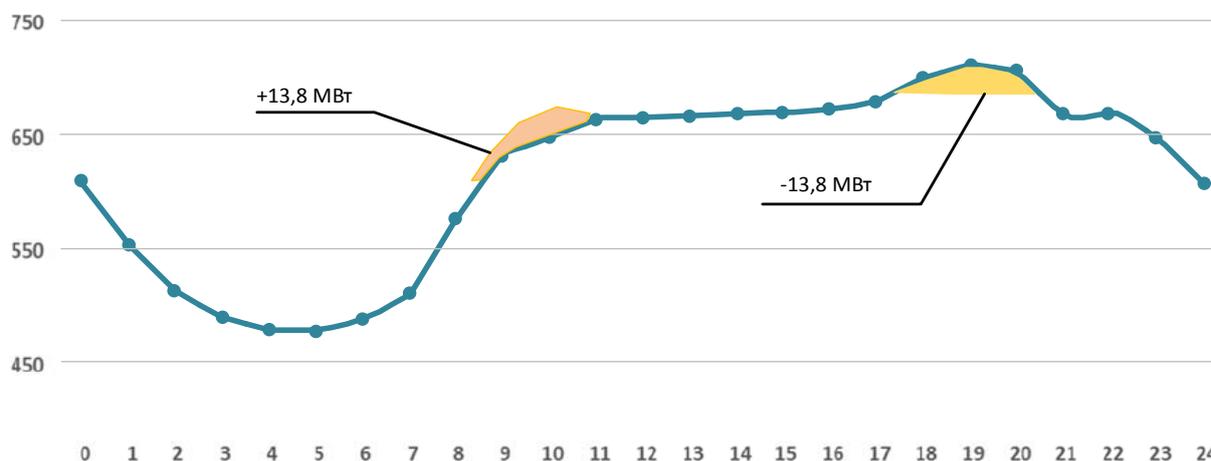


Рисунок 3 – Влияние DR технологии, рассмотренных предприятий, на зимний суточный график

Внедрение управления спросом в Калининградской области позволило бы уменьшить собственный максимум нагрузки на 1,8%. Учитывая, что его продолжительность в 2017 г. составила 5792 ч [10, с.33], можно сделать вывод: это даст возможность уменьшить нагрузку на ЭС области, тем самым уменьшится число переходов генераторов из холодного резерва, что удешевит стоимость электроэнергии для потребителей. Кроме пиковых отключений, DR позволит сделать нагрузку энергосистемы равномернее, перенос пиковой мощности (рис. 3) в промежуток с 17 до 20 часов на 8-11 утра не внесет существенных корректив в производственный процесс. Технология позволяет прогнозировать потребление, и это очень важно при работе Калининградской области в изолированном режиме.

Таким образом, по предварительным оценкам можно сказать, что Калининградская область обладает достаточной нагрузкой для внедрения технологий Demand Response. Переход области в изолированный режим открывает перспективы для пилотного внедрения данной технологии и оценки ее влияния на энергосистему в целом, последующий анализ результатов позволит эффективно развить управление спросом и масштабировать его в других регионах России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. EnergyNet Demand Response в России: открывающиеся перспективы. – Центр стратегических разработок Северо-Запад, 2018. – 20с
2. Demand Response на российском рынке: барьеры и перспективы /А. Жихарев, Н. Посыпанко, А. Ким. — Москва: VYGON Consulting, 2018. – 55с.
3. Paul, L.Funicello. Global Demand Response Capacity is Expected to Grow to 144 GW in 2025 [Электронный ресурс] / L.Funicello. Paul. – Электрон. текстовые дан. – 2016. – Режим доступа: [so-ups.ru/index.php?id=press_release_view&tx_ttnews\[tt_news\]=14531&cHash=2e40d681b7](https://so-ups.ru/index.php?id=press_release_view&tx_ttnews[tt_news]=14531&cHash=2e40d681b7), свободный.
4. EnergyNet Управление спросом в электроэнергетике России: открывающиеся возможности /В. Сидорович, Б. Бокарев, И. Чаусов, и др; ред. Ф. Опачий и Д. Холкин. – Москва: Библиотека, 2019. – 100с.

5. О внесении изменений в Правила оптового рынка электрической энергии и мощности [Текст]: постановление Правительства РФ от 20 июля 2016 г. № 699 // Собрание законодательства. – 2016. -№31.

6. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам функционирования агрегаторов управления спросом на электрическую энергию в Единой энергетической системе России [Текст]: постановление Правительства РФ от 20 марта 2019 г. №287 // Собрание законодательства. – 2019. -№ 13.

7. Первые результаты пилотного проекта агрегаторов управления спросом [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. – 2019. – Режим доступа: [so-ups.ru/index.php?id=press_release_view&tx_ttnews\[tt_news\]=14946&cHash=3b4b1c4bc8](https://so-ups.ru/index.php?id=press_release_view&tx_ttnews[tt_news]=14946&cHash=3b4b1c4bc8), свободный

8. Системный оператор отобрал 20 компаний для участия в пилотном проекте по вовлечению потребителей розничного рынка в управление спросом [Электронный ресурс] /. – Электрон. текстовые дан. – 2019. – Режим доступа: [so-ups.ru/index.php?id=press_release_view&tx_ttnews\[tt_news\]=14531&cHash=2e40d681b7](https://so-ups.ru/index.php?id=press_release_view&tx_ttnews[tt_news]=14531&cHash=2e40d681b7), свободный

9. Песоцкая, С. Сеть как на ладони [Электронный ресурс] / С. Песоцкая. – Электрон. журн. – 2019. – Режим доступа к журн.: rg.ru/2019/02/28/reg-szfo/kaliningradskij-opyt-elektrosetevoj-cifrovizacii-budet-rastirazhirovan.html

10. Схема и программа перспективного развития электроэнергетики Калининградской области на 2019-2023 годы. Утвержден 28-04-2018. – Калининград.

ASSESSMENT OF THE COMPOSITION OF LOADS OF LARGE ELECTRIC CONSUMERS OF THE KALININGRAD REGION FOR THE PURPOSE OF EVALUATING THE POSSIBILITY AND PERSPECTIVE OF THE PILOT INTRODUCTION OF THE CONSUMPTION DEMAND RESPOSE

D.K. Pavlov, student, dmitriypavlov1104@gmail.com,
A.Yu. Nikishin, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Kaliningrad State Technical University

Based on the analysis of consumers, the region assesses its potential for the pilot implementation of demand management.

demand management, regulation of electrical quantities, load composition, energy consumption, optimization, power system