

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Р.А. Дементьев

Томский политехнический университет, ИШЭ, ОЭЭ, группа А2-42

Научный руководитель: Н.Ю. Рубан, к.т.н., доцент, доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ

Ввиду постоянного увеличения стоимости электроэнергии и мощности использование накопителей энергии на промышленных предприятиях, как основных потребителей электрической энергии, становится всё более актуальным, поскольку при определённых условиях позволяет оптимизировать энергопотребление и повысить эффективность производства. Накопители энергии помогают сглаживать пики нагрузки на электросеть, и способствуют снижению затрат на электроэнергию. Применение подобных решений особенно важно для предприятий с высокой энергоёмкостью производственных процессов, таких как металлургические заводы, химические предприятия и нефтеперерабатывающие комплексы. «Побочными эффектами» внедрения накопителей энергии является обеспечение бесперебойного питания потребителей в случае нештатных отключений электроэнергии, выравнивание графика нагрузки энергосистемы, а также повышение уровня экологической безопасности производства путём снижения выбросов вредных веществ в атмосферу за счёт более эффективного использования энергоресурсов.

Однако, лишь небольшая часть подобных проектов доходит до стадии практической реализации, несмотря на потенциальную прибыльность от использования накопителей энергии. Чтобы внедрение технических решений с применением систем накопления энергии принесло максимальный экономический эффект, необходимо выполнить ряд условий. В данной статье рассматриваются показатели, которые помогают определить, насколько обосновано и эффективно применение накопителей энергии с целью снижения затрат на электроэнергию и мощность, приобретаемых промышленным предприятием, а также возможное влияние систем накопления энергии на выравнивание графика нагрузки энергосистемы.

Количество потребляемой электроэнергии зависит от технологических процессов того или иного предприятия и является непостоянным во времени, что ведёт к неравномерному графику нагрузки энергосистемы и наличию часов максимума и минимума, в связи с чем генерирующие компании вынуждены поддерживать определённый резерв мощностей для удовлетворения спроса. Кроме того, вероятность значительного изменения нагрузки энергосистемы за короткий промежуток времени требует от части электростанций, участвующих в формировании предложения на оптовом и розничном рынках, значительной манёвренности. Производство электрической энергии в России в основном осуществляется на теплоэлектростанциях (рис. 1).

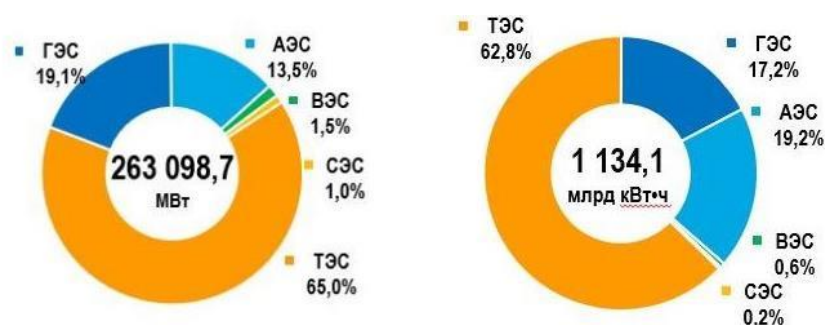


Рис. 1. Структура установленной мощности электростанций и выработки электроэнергии в энергосистеме России [1]

Описанные выше режимы нагрузки энергосистемы приводят к неравномерной загрузке оборудования электростанций, зачастую снижая коэффициент использования установленной мощности, что в силу специфики механизма ценообразования на рынках электроэнергии и мощности с преобладанием тепловых электростанций неминуемо ведёт к их удорожанию.

Сначала накопители оценивали с точки зрения того, насколько они способны увеличить эффективность генераторных электроустановок и уменьшить потери при передаче электроэнергии. Но сейчас, когда есть нехватка мощности и её стоимость растёт из-за увеличения нагрузки на энергосистему, особенно в часы максимума потребления, использование систем накопления электроэнергии имеет смысл рассматривать в качестве источников электроэнергии на энергоёмких промышленных предприятиях. Далее будет проведена оценка экономической выгоды от внедрения накопителя электроэнергии на предприятии, которое использует двухставочный тариф на покупку электроэнергии и мощности. Здесь важно учитывать, что в часы пик максимальная мощность не должна быть больше заявленного значения.

Применение накопителя, заряд которого происходит в часы минимума нагрузки энергосистемы (например, в ночное время), а отдаёт энергию в часы пиковых нагрузок, будет экономически целесообразным при соблюдении следующего условия [2]:

$$\sum (P_{\text{нагр}} - P_{\text{заявл}}) \cdot C_m \geq \left(\frac{K_{\text{НЭ}}}{T_{\text{Н}}} + \Theta \right)$$

Левая часть неравенства отражает годовой эффект от использования накопителя энергии. Его значение напрямую зависит от режима работы предприятия и условий покупки электроэнергии и мощности (ценовая категория потребителя).

Для определения ёмкости и мощности планируемого к применению накопителя, необходимо рассчитать разницу между заявленной (оплачиваемой) мощностью и фактическим потреблением и учесть время его работы. Для оценки эффективности использования накопителя, необходимо провести анализ фактического расхода электроэнергии за прошедший период. Для этого нужно выяснить, как уменьшение расходов на электроэнергию связано с различием между двумя значениями мощности: с применением накопителя и без него. Также необходимо понять, как это различие соотносится с мощностью и ёмкостью накопителя. Наглядно результаты такого анализа можно представить на графиках (рис. 2).

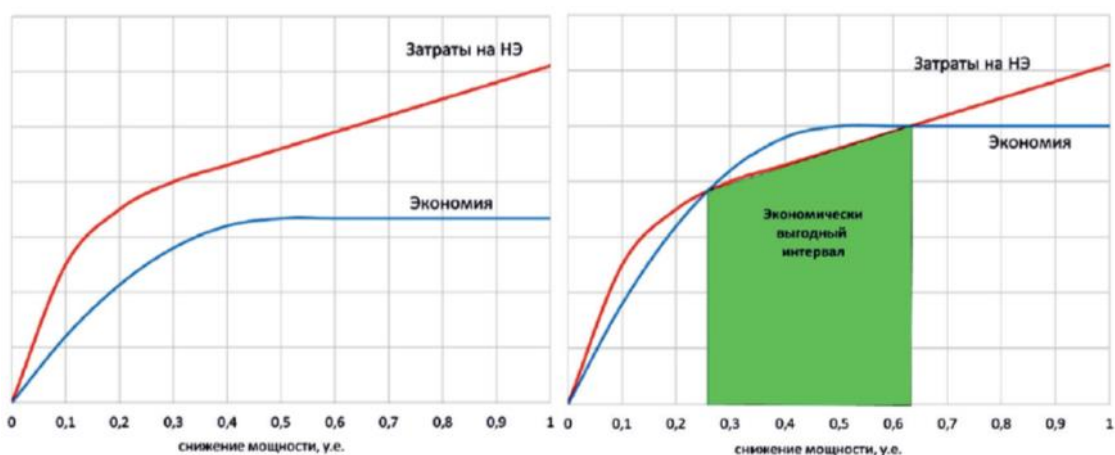


Рис. 2. Расчёт экономической эффективности применения накопителя энергии [2]

Если в рамках расчётного периода графики экономии и затрат на накопитель пересекутся в диапазоне средней мощности нагрузки или экономия превысит затраты, то использование накопителя энергии будет оптимальным и экономически целесообразным решением. В противном случае применение накопителя не принесёт выгоды потребителю.

Таким образом, применение накопителей энергии способствует повышению энергоэффективности предприятия. Они помогают оптимизировать потребление электроэнергии, позволяя снизить нагрузку на сеть в часы пик и уменьшить счета за электричество. Кроме того, системы накопления энергии могут использоваться для управления энергопотреблением в условиях нестабильного напряжения, что особенно актуально для промышленных объектов, расположенных в удалённых районах.

Ещё одним преимуществом накопителей энергии является их способность повышать надёжность электроснабжения. Они обеспечивают резервное питание в случае отключения основного источника, что позволяет избежать простоев и сохранить производственный процесс, помогают снизить риски, связанные с колебаниями напряжения и частоты, которые могут негативно сказаться на работе оборудования и качестве продукции.

Перечисленные выше факторы способствуют повышению конкурентоспособности предприятия и его устойчивости к изменениям на рынке электроэнергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электроэнергетические системы России. – URL: [https:// www.so-ups.ru/functioning/ups/ups2024/](https://www.so-ups.ru/functioning/ups/ups2024/) (дата обращения 19.11.2024)
2. Добрынин Е.В., Крылов А.Н., Батищев А.М. Оценка эффективности использования накопителей энергии // Экспозиция. Нефть. Газ. – 2020. – № 6(79). – С. 110–113. – DOI 10.24411/2076-6785-2020-10110. – EDN OETUGV.
3. Шевлюгин М.В., Стадников А.Н., Юдин А.С. О применении накопителей энергии в системе электроснабжения мегаполиса на примере Москвы // Электропитание. – 2020. – № 1. – С. 7–31.

АКТУАЛЬНОСТЬ И ЦЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧАСА ПИКОВОЙ НАГРУЗКИ В СУБЪЕКТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ПРЕДСТОЯЩИЕ РАБОЧИЕ СУТКИ

Ж.В. Ефременко

Томский политехнический университет, ИШЭ, ОЭЭ, группа 5АМ41

Научный руководитель: Е.В. Болоев, к.т.н., с.н.с. ИСЭМ СО РАН

Для снижения цен на электроэнергию и мощность в Российской Федерации (РФ) реализованы механизмы явного и неявного управления спросом [1]. В управлении спросом участвуют потребители, имеющие возможность регулирования нагрузки, называемые потребителями с управляемой нагрузкой (ПУН). В пиковые часы электроэнергетической системы (ЭЭС) для покрытия спроса на электроэнергию вынужденно задействуются неэффективные генерирующие объекты с высокой стоимостью выработки электроэнергии. Относительно небольшое снижение потребления ПУН в эти часы может существенно снизить стоимость цен на электроэнергию и мощность.

Явный механизм управления спросом на рынке электроэнергии и мощности (РЭМ) в РФ принято называть ценозависимым снижением потребления [1]. Управление изменением режима потребления электроэнергии возложено на агрегатора управления спросом (АУС) [1]. В случае явного управления спросом ПУН по команде АУС уменьшают нагрузку в часы пиковой нагрузки ЭЭС с целью получения стимулирующих выплат на основании условий заключенного между ПУН и АУС договора. При неявном управлении спросом ПУН самостоятельно уменьшает нагрузку в час или часы ожидаемой пиковой нагрузки ЭЭС с целью снижения платы за электроэнергию (мощность), так как в пиковые часы цены на электроэнергию и мощность достигают своего максимума [1].