

**Алексей Матявин,**  
руководитель отдела инжиниринга  
и продаж оборудования

**Никита Лях,**  
инженер-  
энергетик

**Никита Деркач,**  
инженер-  
энергетик

**Егор Гарист,**  
инженер-  
энергетик

Совместное закрытое акционерное общество «Филтер»

# Применение систем накопления электроэнергии для снижения энергозатрат предприятий Беларуси

Современная электроэнергетическая система Республики Беларусь завершает этап адаптации к работе Белорусской АЭС, эффективная эксплуатация которой требует стабильного уровня электропотребления. При этом существующий профиль нагрузки промышленного и бытового секторов характеризуется выраженными суточными пиками и снижением потребления в ночные часы. В данных условиях промышленные предприятия вынуждены искать технические и экономические решения для выравнивания графиков нагрузки, снижения затрат на электроснабжение и повышения конкурентоспособности продукции.

## Неравномерность графиков производства и потребления электроэнергии

В Республике Беларусь тарифная политика ориентирована на стимулирование выравнивания графиков нагрузки посредством дифференцированных тарифов, вследствие чего экономическая эффективность предприятия во многом зависит от возможности гибкого управления электропотреблением.

Суточный график нагрузки предприятия напрямую отражает особенности технологических процессов, при которых максимальное энергопотребление зачастую совпадает с периодами наиболее высокой стоимости электроэнергии. В условиях дифференцированных тарифов стоимость электроэнергии в пиковые часы может превышать ночной тариф в 3 и более раза, а для крупных потребителей существенное значение приобретает не только объем потребления, но и величина заявленной мощности.

При этом возможности перераспределения нагрузки на промышленных предпри-

ятиях часто ограничены требованиями технологических процессов, режимами работы оборудования и необходимостью сохранения стабильного выпуска продукции. Перенос энергопотребления в ночные часы без изменения технологии или дополнительных капитальных вложений во многих случаях оказывается затруднен.

Для промышленных предприятий Республики Беларусь с присоединенной мощностью 750 кВт и выше применяется двухставочный тариф, включающий плату за мощность и плату фактически потребленной электроэнергии. В таких условиях даже кратковременные пики нагрузки способны существенно увеличивать затраты предприятия.

За последние годы стоимость электроэнергии для промышленных потребителей увеличилась примерно в 1,4–1,5 раза по сравнению с 2021 годом, что усиливает необходимость повышения эффективности управления энергопотреблением и снижения затрат, связанных с пиковыми нагрузками.

Одним из наиболее эффективных инструментов в данных условиях являются систе-

мы накопления электрической энергии, позволяющие перераспределять потребление между тарифными зонами за счет аккумуляции электроэнергии в периоды минимальной стоимости и ее последующего использования в часы максимальных нагрузок.

## Системы накопления электрической энергии как инструмент управления нагрузкой

Решение проблемы неравномерности графика нагрузки заключается во внедрении систем накопления энергии на базе аккумуляторных батарей большой емкости. Промышленная система накопления представляет собой контейнерный комплекс, включающий аккумуляторные модули, двуправленные инверторы, систему управления батареями и интеллектуальную систему энергетического менеджмента.

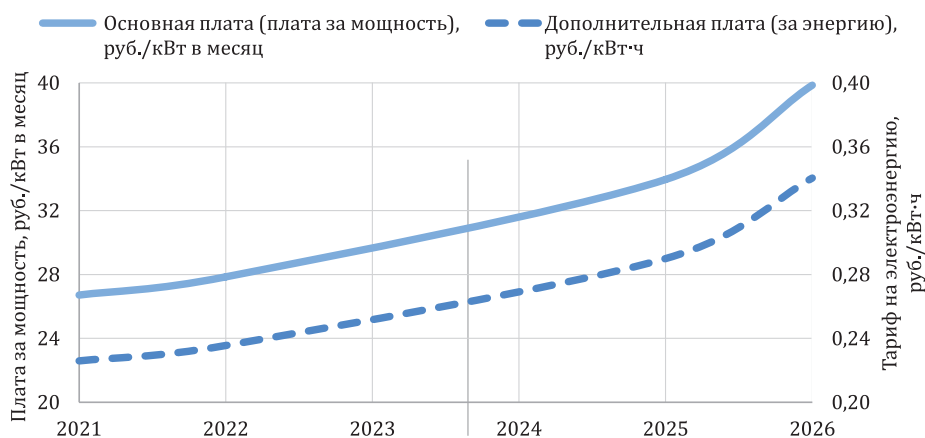
Принцип работы системы основан на накоплении электроэнергии в периоды минимальных тарифов и последующей выдаче накопленной энергии в часы пикового потребления. В ночной период система производит заряд аккумуляторов, а в утренние и вечерние часы максимумов нагрузки переходит в режим разряда, снижая объем потребления электроэнергии из внешней сети по повышенным тарифам.

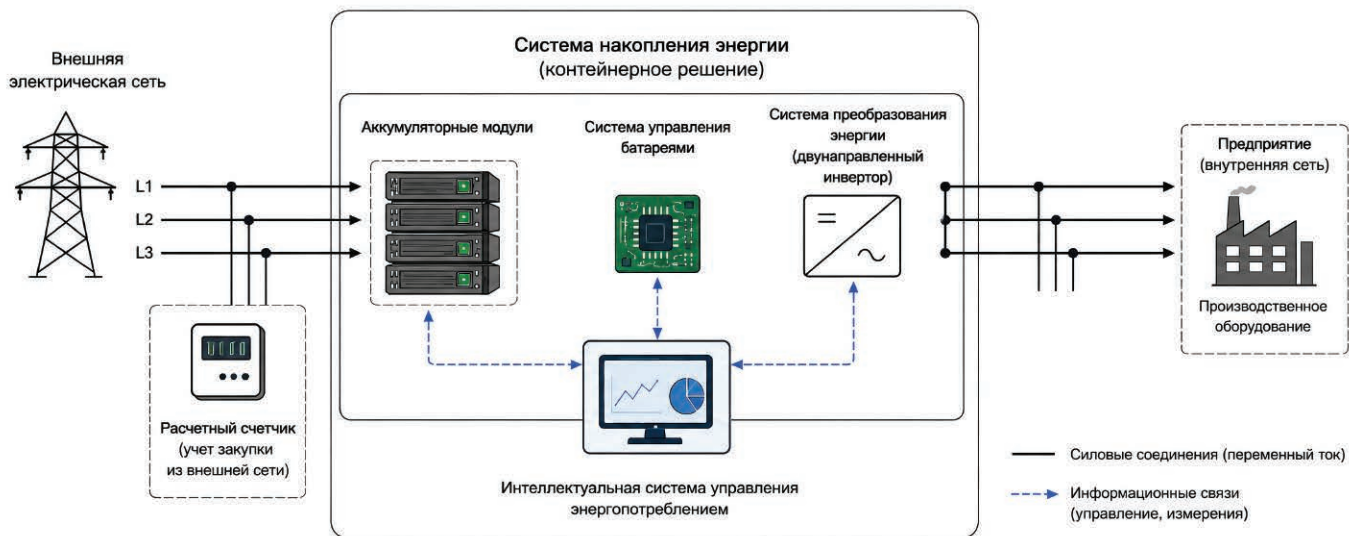
Дополнительно системы накопления позволяют ограничивать пиковые нагрузки предприятия. При приближении потребляемой мощности к установленному лимиту система автоматически компенсирует дефицит за счет накопленной энергии, сглаживая график нагрузки для внешней сети. Это дает возможность снизить заявленную мощность, уменьшить постоянную составляющую затрат на электроснабжение и избежать штрафных санкций за превышение договорных параметров.

## От теории к практике

Для оценки технико-экономической эффективности рассмотрены два сценария применения систем накопления энергии на промышленных предприятиях Республики Беларусь.

Первый сценарий предполагает работу предприятия исключительно от внешней энергосистемы. В данном случае система накопления выполняет функцию тарифного арбитража: заряд аккумуляторов осуществляется в ночной период по минимальному тарифу, а накопленная энергия используется в часы пиковой стоимости электроэнергии. При неизменном общем объеме потребления эконо-





Принципиальная схема и алгоритм функционирования

номический эффект достигается за счет перераспределения нагрузки между тарифными зонами.

Второй сценарий предусматривает интеграцию системы накопления с собственной генерацией – газопоршневыми установками или турбоагрегатами. Для таких предприятий характерна неравномерность нагрузки, при которой в ночные часы возникает избыток генерации, а в дневные периоды – дефицит мощности, покрываемый за счет покупки электроэнергии из сети. Внедрение системы накопления позволяет аккумулировать избыточную генерацию и использовать ее в периоды максимального потребления, обеспечивая более стабильный режим работы генерирующего оборудования и снижение затрат на покупку электроэнергии.

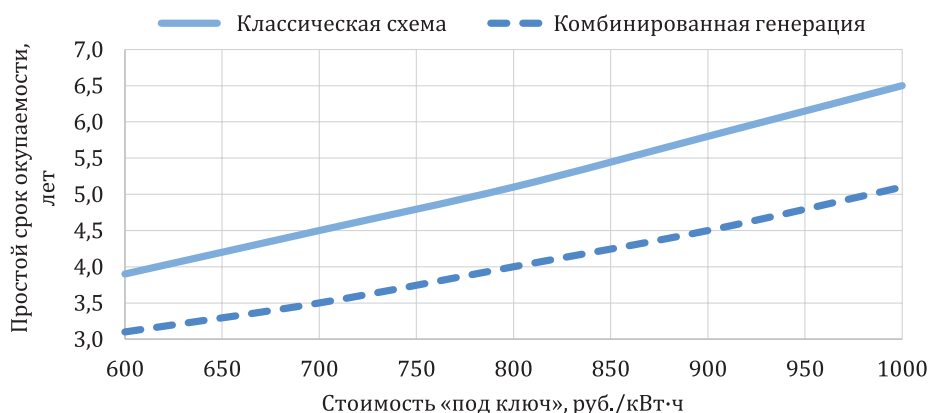
В качестве расчетного примера рассмотрено предприятие с системой накопления энергии емкостью 7 000 кВт·ч. Заряд аккумуляторов производится в ночной тарифной зоне (23:00-6:00) при стоимости электроэнергии 0,25 руб./кВт·ч, а разряд – в периоды утреннего и вечернего максимумов нагрузки при тарифе 0,75 руб./кВт·ч.

Удельные капитальные затраты на внедрение системы накопления в исполнении «под ключ» приняты на уровне 700 бел. руб./кВт·ч, включая аккумуляторные модули, системы преобразования энергии, строительно-монтажные и пусконаладочные работы. Для рассматриваемого объекта суммарные капитальные вложения составляют около 4,9 млн бел. руб.

Расчет показывает, что при работе исключительно с внешней сетью годовая экономия за счет тарифного арбитража достигает порядка 1,3 млн бел. руб. Простой срок окупаемости составляет около 3,7 года, а с учетом деградации аккумуляторных батарей и фактических графиков нагрузки – порядка 4,5 года.

При интеграции систем аккумулирования с собственной генерацией на базе газопоршневых агрегатов годовая экономический эффект возрастает до 1,7 млн бел. руб. за счет более эффективного использования собственной выработки, снижения объемов покупки электроэнергии в пиковые часы и оптимизации режимов работы оборудования. В данном случае расчетный срок окупаемости составляет около 2,8 года, а с учетом деградации аккумуляторов и эксплуатационных затрат – порядка 3,5 года.

Следует учитывать, что удельная стоимость систем накопления существенно зависит от их



мощности и энергоемкости. Для крупных объектов наблюдается снижение удельных капитальных затрат за счет масштабирования оборудования и оптимизации инфраструктурных решений, тогда как для систем меньшей мощности стоимость 1 кВт·ч накопления, как правило, возрастает. По этой причине подбор параметров системы накопления должен выполняться на основе фактического профиля нагрузки конкретного предприятия.

## Итоги

Внедрение промышленных систем накопления электрической энергии открывает возможности для выравнивания суточного графика нагрузки, снижения платы за заявленную мощность и оптимизации затрат на электропитание предприятий.

При этом эффективность подобных решений определяется совокупностью факторов: профилем энергопотребления, особенностями технологического процесса, структурой тарифов, наличием собственной генерации и режимами эксплуатации аккумуляторных систем, влияющими на их ресурс и срок службы. Поэ-

тому внедрение систем аккумулирования требует проведения детальных предпроектных расчетов и инженерного анализа, учитывающего как параметры энергосистемы предприятия, так и особенности работы аккумуляторного оборудования.

Инженерно-технические специалисты СЗАО «Филтер» обладают практическим опытом выполнения инженерных обследований, технико-экономических расчетов и разработки технических решений в области систем накопления энергии. Компания обеспечивает решение «под ключ» – от анализа режимов энергопотребления и подбора оптимальной конфигурации системы до интеграции решений в существующую инфраструктуру предприятия и последующего технического сопровождения.

Реализация проектов осуществляется в кооперации с эксплуатационным персоналом заказчика, проектными организациями, производителями оборудования и специализированными электромонтажными подрядчиками, что позволяет обеспечить техническую целостность решения и его адаптацию под реальные режимы работы предприятия. ■

УНП 690600663

**FILTER** POWERING INDUSTRY

Республика Беларусь, 223053,  
Минская область, Минский район,  
с/с Боровлянский, пересечение  
Логойского тракта и МКАД,  
административное здание, каб. 502

Тел.: +375 17 357-93-63  
Факс: +375 17 357-93-64  
Моб.: +375 29 677-72-65  
[www.filter.by](http://www.filter.by)  
e-mail: [filter@filter.by](mailto:filter@filter.by)