

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ С УЧЕТОМ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ

С. В. Гужов, канд. техн. наук, заместитель начальника отдела энергоменеджмента, Master of Business Administration (MBA), доцент НИУ «МЭИ»

Ключевые слова: потенциал энергосбережения, экономия энергетических ресурсов, технологии, срок окупаемости, методика сравнения энергосберегающих мероприятий

Целесообразность применения энергосберегающих технологий, выполняемых в рамках энергосервисного контракта, основывается, во-первых, на решении технических вопросов (энергетический эффект) и, во-вторых, на необходимости учитывать экономический эффект от выбранного мероприятия. Рассмотрим некоторые энергосберегающие мероприятия и определим, по каким критериям следует их выбирать.

Потенциал энергосбережения для зданий бюджетных учреждений, жилищного хозяйства и офисных зданий составляет по тепловой энергии 25–60%, по электрической энергии 15–40%, и достаточно хорошо можно экономить на водоснабжении – 15–30%. Отметим, что при внедрении любой энергоэффективной технологии необходима реальная система учета, которая, конечно, не выполняет функции энергосбережения, но позволяет грамотно организовать систему энергоменеджмента.



Экономия тепловой энергии

Что касается сбережения тепла, то существует достаточно большой объем разнообразных мероприятий, позволяющих его осуществить. Вот некоторые из них:

- теплоизоляционное покрытие для трубопроводов (позволяет экономить до 15–40 %);
- узел регулирования с погодозависимой автоматикой (10–30 % энергии);
- замена светопрозрачных ограждений (5–25 %);
- утепление ограждающих конструкций (5–20 %);
- очистка отопительных приборов от внутренних загрязнений и удаление дополнительных экранов (5–20 %);
- индивидуальные приборы авторегулировки систем отопления (5–15 %);
- теплоотражатели между отопительным прибором и стеной (4–8 %);
- воздушные завесы (антисквозняк) (3–7 %).

Все перечисленные мероприятия хорошо известны.

Проиллюстрируем результаты прочистки системы теплоснабжения на примере здания НИУ МЭИ, где для очистки трубопроводов применялась ПАВ-технология.

В ее основе лежит комплексный, не имеющий аналогов в мировой практике и защищенный патентами Российской Федерации процесс, базирующийся на использовании уникальных свойств поверхностно-активных веществ (ПАВ). В отличие от традиционных промывок теплотехнического оборудования, реализация этой технологии позволяет в одном технологическом цикле удалять накопившиеся термобарьерные отложения, блокировать протекание коррозионных процессов и предотвращать накопление новых отложений, не оказывая при этом негативного воздействия на конструкционные материалы оборудования.

Система теплоснабжения здания МЭИ промывалась в 2013 году и до сих пор находится в хорошем состоянии (рис. 1). Важно, что после промывки остался слой реагента, который осаждается на внутренней стороне трубопровода и продолжает отшелушивать ржавчину, которая еще осталась после промывки. В результате процесс очистки продолжается и после промывки, что подтверждает фильтр грубой очистки, установленный на системе.

Помимо этого сберегать тепловую энергию позволяет устранение перетопов и недотопов, которые могут быть на одном и том же здании, поэтому просто перекрывать вентиль, конечно, нельзя. В экономварианте можно пользоваться жидкостно-запорными устройствами, которые работают на разнице температур прямого и обратного трубопровода воды в системе отопления.



Рис. 1. Трубопровод до и после применения ПАВ-технологии

Например, для достижения энергосберегающего эффекта в теплоснабжении здания регулятор «Комос-УЗЖ-Р» монтируется с фланцами и задвижками на обратном трубопроводе системы отопления. После этого регулятор поддерживает расход теплоносителя в автоматическом режиме. В основе работы прибора лежит механический принцип, и подключения к электрической сети не требуется. В результате затраты тепловой энергии при эксплуатации систем отопления снижаются в среднем на 25–30 %.

Конечно, система достаточно инерционная, но эффект, несомненно, есть. Кроме того, регулятор окупается за 7 мес., да и установить его не проблема.

Если есть финансовая возможность использовать что-то посерьезнее, целесообразно использовать погодозависимую автоматику. При этом возникает только одна проблема – данное оборудование очень боится скачков напряжения, которые могут вывести из строя всю логическую схему. Поэтому ввод электроэнергии необходимо комплектовать стабилизаторами напряжения и тщательно следить за качеством электрической энергии.

Экономия тепловой энергии за счет ликвидации перетопов составляет, как правило, 15–20 %, иногда достигает 40 %. Дополнительно разумно осуществить следующие мероприятия:

- введение пониженного температурного графика в ночное время и выходные дни (дополнительная экономия 10–15 %);
- применение индивидуальных приборов автоматической балансировки распределительных систем отопления (5–15 %);

– восстановление тепловой изоляции на трубопроводах, запорной и регулирующей арматуре (позволяет снизить потери тепловой энергии в здании на 3–9%).

Конечно, нужно обращать внимание на состояние ограждающих конструкций. Теплотери должны компенсироваться теплопритоком. Тут нужно подходить к проблеме комплексно, учитывая конструкцию и износ здания, его ориентацию, используемые утеплители и т. п. В числе мероприятий можно назвать:

- улучшение теплозащитных свойств теплового контура здания: 30–50 %;
- снижение объемов инфильтрации воздуха и теплопотерь через неплотности светопрозрачных конструкций: 12–30 %;
- очистку окон (позволяет снизить затраты на освещение на 10–40 %);
- покраску стен помещений светлой краской (позволяет снизить затраты на освещение на 5–10 %);
- использование напыления/пленки, отражающих инфракрасные лучи (снижает лучистые потери через окна до 50 %, обеспечивает повышение комфортности как в зимний, так и в летний период);
- применение окон с микропроветриванием (служит для ограничения инфильтрации в пределах санитарной нормы воздухообмена, повышения комфортности пребывания в помещении, снижения среднего уровня CO₂; не рекомендуется для зданий, оборудованных механической приточной вентиляцией).

В ряде случаев коробки здания у нас типовые, но их можно немного модернизировать, например ввести

требования по уровню инсоляции и предусмотреть козырьки на окна, которые при необходимости могут устанавливаться либо, автоматически изменяя форму, регулировать объем светового потока в здание. Это даст хороший эффект экономии энергии в дополнение к установленной системе создания микроклимата в здании.

Экономия электроэнергии

Что касается потенциала экономии энергии в электроснабжении, то доступных для реализации мероприятий в разы больше. Перечислим некоторые из технологий, выбор которых при выполнении энергосервисных контрактов приводит к значительной экономии электрической энергии:

- переход на источник света с большей световой отдачей (15–60 %);
- внедрение системы управления освещением (15–45 %);
- датчик движения с цоколем E27 (10–45 %);
- преобразователь частоты для электрических приводов (5–40 %);
- переход на индукционные плиты (4–15 %);
- использование дефлектора (10–90 %);
- установки компенсации реактивной мощности (5–15 %);
- устройство плавного пуска электрических ДВ-двигателей (7–12 %);
- стабилизация напряжения для сетей 0,4 кВ (ожидаемая экономия 9–11 %);
- рекуперация электрической энергии в лифтовых установках (5–7 %).

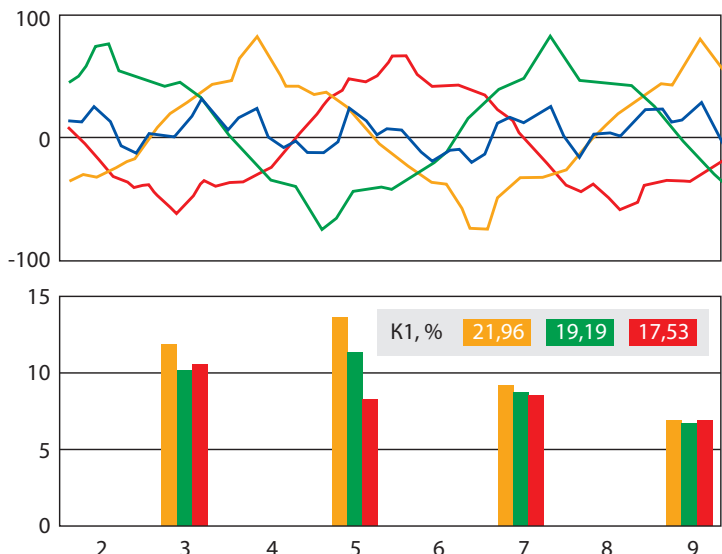


Рис. 2. Пример анализа ПКЭ РУНН

Немаловажным вопросом является качество электрической энергии. Например, при исследовании было обнаружено, что кривая напряжения бытовой сети совсем не похожа на синусоиду (рис. 2). При эксплуатации, например, люстры, оснащенной флуоресцентными лампами, дополнительные потери от некачественной электрической энергии для бытового потребителя составляют 1–4 %.

Более того, электрическая энергия с искаженными показателями качества сети негативно влияет на срок службы электрических потребителей. На это очень плохо реагируют двигатели, пытаясь вращаться и в прямую, и в обратную сторону, в результате чего возникают как вибрация и биение на валу с последующим выходом из строя подшипников, так и перегрев обмоток с последующим возникновением короткого замыкания. Система освещения тоже страдает, особенно светодиодного, потому что фильтры, которые стоят на входе в светодиодный светильник, достаточно чувствительны к высшим гармоникам.

Снижение частоты питающей сети на 1 % приводит к увеличению потерь в сетях на 2 %.

Снижение напряжения до 10 % от номинального значения (УНОМ) для всех технологических установок приводит к снижению производительности, а при значительном снижении (свыше 10 % от УНОМ) – к браку продукции. Например, при снижении напряжения на 7 % у печи сопротивления для обжига заготовок из цветного металла мощностью 675 кВт продолжительность цикла увеличивается на 3–5 ч, при снижении напряжения на 10 % обжиг становится невозможным.

Что касается источников света, то понижение напряжения для люминесцентных ламп на 1 % приводит к снижению светового потока на 3,6 %, а на 10 % – к погасанию. При завышении напряжения на 10 % потребляемая мощность для люминесцентных ламп увеличивается на 20 %, для ДРЛ – на 24 %; при этом срок службы ламп накаливания снижается на 92,2 %, ДНаТ – на 27 %.

Качество электроэнергии – это еще и cos φ, поэтому, конечно, нельзя забывать про установки компенсации реактивной мощности (КРМ), которые дают замечательный эффект. Экономический эффект от внедрения автоматической конденсаторной установки складывается из следующих составляющих:

1. Экономия на оплате реактивной энергии. Благодаря использованию КРМ в бытовой городской сети экономия находится на уровне 10–12 %, в промышленности – до 20 %, а в исключительных случаях достигает 50 %.

2. Уменьшение потерь электроэнергии в кабельных линиях за счет уменьшения значений фазных токов.

Таблица Источники света и их средняя световая отдача

Источник света	Световая отдача ИС, лм/Вт
Лампа накаливания	10–15
1КС-галогенные ИС	18–35
Люминесцентные источники света (ЛЛ)	70–90
Компактные люминесцентные источники света (КЛЛ)	70–80
Светодиодные светильники (СДС)	60–120
Дуговые ртутные ИС высокого давления (ДРЛ)	100–120
Дуговые натриевые ИС высокого давления (ДНаТ)	120–150

3. Снижение стоимости кабельных линий за счет уменьшения их поперечного сечения.

Что касается перехода на энергосберегающие источники света, то это наиболее понятное всем мероприятие, выполняемое в рамках энергосервиса, имеющее заметный энергетический эффект при небольшом сроке окупаемости.

На электрическое освещение расходуется около 10–12 % производящейся в мире электрической энергии. На промышленных предприятиях на освещение тратится в среднем 10 % электроэнергии от общего объема потребления электричества: на предприятиях машиностроения – до 7 %, в текстильной промышленности – до 30 %, на предприятиях легкой и пищевой промышленности – до 10 %. Энергосбережение в осветительных сетях посредством перехода на источники света с повышенной светоотдачей состоит главным образом в замене светильников на аналоги, имеющие улучшенные характеристики. На сегодняшний день именно лампы ДНаТ и светодиодные светильники имеют близкую светоотдачу (см. табл.), а все остальные целесообразно заменить.

Недостатком большинства компактных светодиодных светильников является то, что вся их пуско-регулирующая аппаратура очень упрощена из-за требования по размещению в цоколе, вворачиваемом в патрон, и боится скачков напряжения. Если ставить компактные светодиодные лампы в МКД или бюджетном здании, то необходимо следить за качеством электроэнергии на входе.

Вообще блок питания светодиодного освещения приспособлен для решения большего числа задач, чем сейчас используется. При использовании светодиодов возможна широкая светомодуляция, которую можно изменять по времени посредством, например, звукового

сигнала, датчиков присутствия или освещенности или просто осуществлять управление по импульсу, как это происходит в противопожарных системах. Поэтому организациям бюджетной сферы можно дать рекомендацию (а лучше, чтобы это стало требованием) закупать не просто светодиодные светильники, а те, которые предусматривают возможность подключения к ним различных датчиков. Эффект от применения светодиодного светильника с датчиком гораздо выше, чем просто от светильника LED.

Работа с электрическим приводом тоже дает очень хорошие результаты по экономии электрической энергии (см. рис. 3). Эффект будет виден преимущественно на крупных объектах коммунального хозяйства, таких как перекачивающая станция, а также на объектах энергетики. Окупаемость тут очень хорошая.

Устройство плавного пуска, которое предлагает ряд энергосервисных компаний, хоть и не идет само по себе из-за высокой окупаемости (более 50 лет), позволяет снизить пусковые токи на двигателе. Это важно для тех двигателей, которые работают в повторно-кратковременном режиме (часто запускаются и останавливаются), а значит, быстрее греются. В результате такого режима работы сокращается срок эксплуатации: двигатель выходит из строя не за нормативные 20–25 лет, а лет за 10–15. Если взять двигатель на 3 МВт, то устройство плавного пуска будет иметь и высокую экономическую составляющую. Это актуально для объектов энергетики.

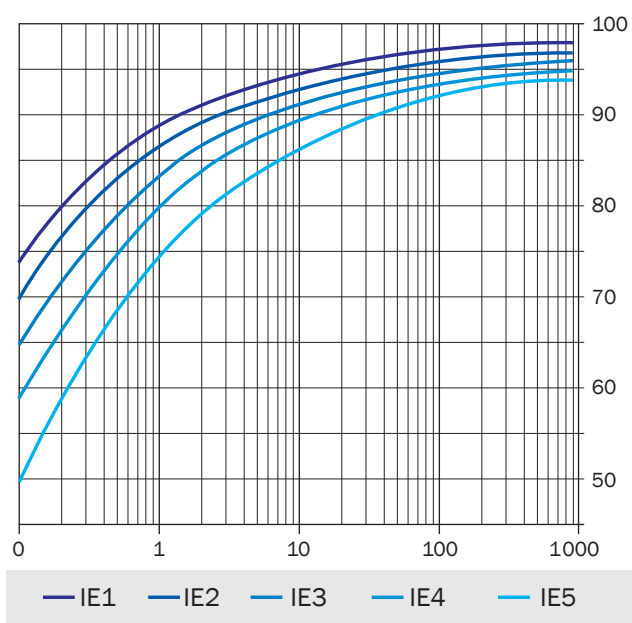


Рис. 3. Зависимость минимальных требований к КПД АД (%) от их электрической мощности (кВт)

Частотное управление двигателями (ЧРП) дает возможность:

- осуществлять регулирование скорости вращения двигателя не только вниз, но и до 300% вверх относительно номинального значения;
- обеспечивать плавный пуск и изменение скорости вращения;
- осуществлять более точную подстройку переходных электротехнических процессов при регулировании электродвигателя к механическим характеристикам редуктора, что обеспечивает бесшумность и долговечность работы механической составляющей приводной установки.

Те шкафы, которые собираются на базе НИУ «МЭИ», установлены более чем в 100 ЦТП Москвы и доказывают свою эффективность. Благодаря им снижение затрат на электричество достигает 30–50%, экономия воды – до 15%, тепла – до 10%.

Применение ЧРП вентиляторов позволяет снизить расход электроэнергии на перемещение воздуха:

- у вытяжных систем на 6–26%;
- у приточных систем на 3–12%.

На насосных станциях дополнительно по теплу 20%, по воде 15–20%.

Чем больше мощность регулируемого привода, тем короче срок окупаемости. Например, при прочих равных условиях эксплуатации двигатель мощностью 35 кВт окупается за 3 года, а мощностью 350 кВт – за полгода.

Экономия водных ресурсов

К числу технологий, приводящих к экономии водных ресурсов, относится использование:

- станции управления насосами ХВС в ЦТП (возможная экономия 5–15%);
- расщепителя потока (аэратор) с ограничителем расхода жидкости (15–40%);
- шаровой арматуры (5–7%);
- автоматических сенсорных смесителей с аэраторами (15–40%);
- двухпозиционной арматуры сливного бачка унитаза (6–7%);
- регуляторов давления в системе ХВС (12–17%).

К сожалению, рынок экономии водных услуг недооценен.

Выбор мероприятий при проведении энергосервиса

Как сравнивать технические мероприятия, которых достаточно много? Как выбрать наиболее экономически целесообразное мероприятие для внедрения?

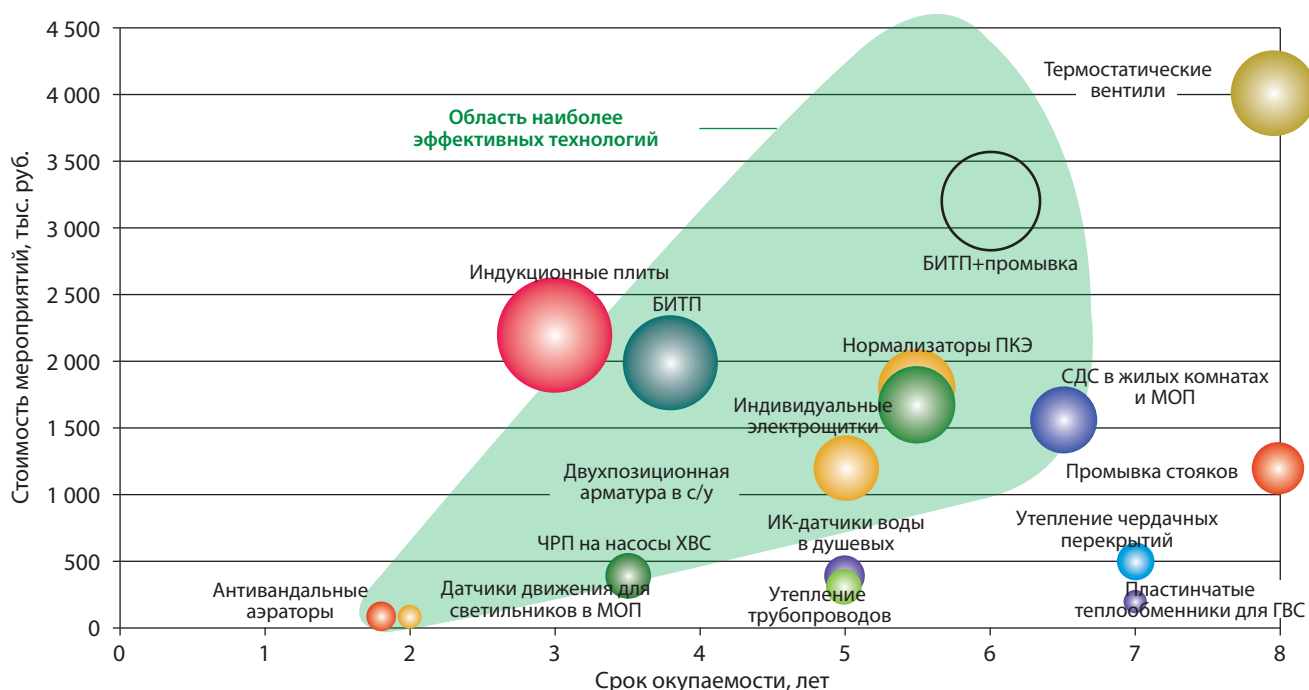


Рис. 4. Оценка технико-экономической привлекательности ЭСМ на примере здания общежития МЭИ № 18

В НИУ «МЭИ» разработана методика, позволяющая строить схемы сравнения мероприятий по степени их целесообразности (рис. 4, 5). На такой схеме:

- по оси X указан срок окупаемости: чем ближе к нулю, тем быстрее окупается проект;
- по оси Y дается стоимость мероприятий: чем ниже находится шарик, тем меньше стоимость мероприятия (капзатраты);
- радиус шарика – это эффективность, т. е. объем денежных средств, возвращаемых энергосервисной компании в год: чем больше радиус, тем быстрее окупается проект.

Зона, закрашенная на схеме зеленым цветом, это зона индивидуально рассчитываемая для каждого конкретного здания площадь, зависящая от многих факторов: этажности, посещаемости, расположения, затененности, инсоляции, уровня изношенности ограждающих конструкций и т.д. Мероприятия, которые попали в зеленую зону, автоматически являются экономически целесообразными и окупаемыми в рамках энергосервиса.

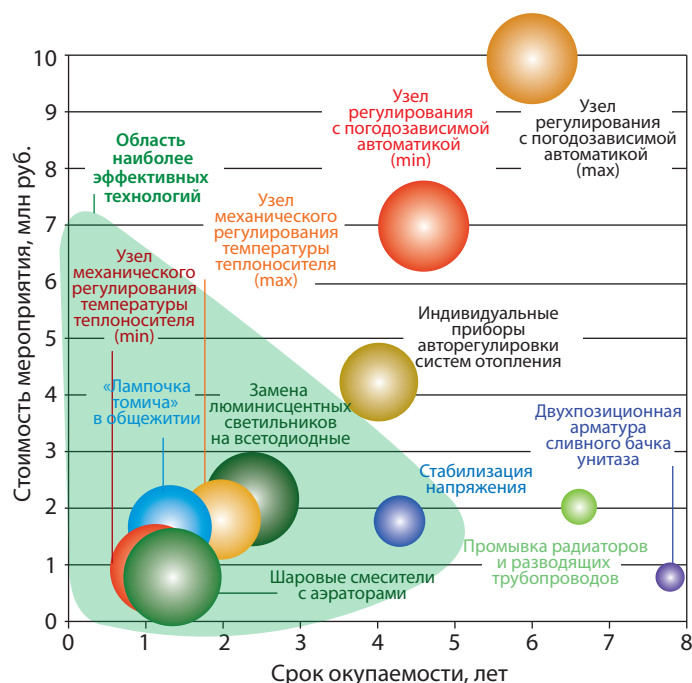


Рис. 5. Оценка технико-экономической привлекательности ЭСМ на примере здания главного корпуса Института русского языка

Сравнивая приведенные схемы (рис. 4, 5), можно видеть совершенно различные наборы мероприятий и зеленые зоны, ориентированные по-разному. Это показывает, что для каждого здания нужно производить расчет индивидуально. Этот процесс уже в значительной степени упрощен, визуализирован и автоматизирован и позволяет подобрать и обосновать целесообразность конкретного энергосберегающего мероприятия для любого здания или учреждения. Данная методика используется, например, в «Методических рекомендациях и примерах расчета экономических эффектов от реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности»¹. ■

¹ Документ рекомендован Аналитическим центром при Правительстве Российской Федерации и Минстроем России.