

КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОСЕРВИСНЫХ КОНТРАКТОВ

АННОТАЦИЯ

Вопросы управления проектами комплексного повышения энергетической эффективности затруднены большим числом несистематизированных предложений, сочетающихся с недостаточной опытностью составляющих конкурсную документацию лиц. Исходя из практики энергосберегающих проектов Московского энергетического института в пакетное предложение экономически эффективно и технологически целесообразно включать в первую очередь технологии, дающие значительное снижение потребляемого энергоресурса и имеющие простой срок окупаемости не более 5 лет. Статья посвящена выбору и оценке таких технологий.

Индикаторы эффективности энергосберегающий мероприятий

Предварительным этапом внедрения энергосберегающего мероприятия на любом объекте является установка АСКУЭ не является энергосберегающим мероприятием, т.к. не приводит к повышению энергетической эффективности инженерных систем. Только АСКУЭ позволяет установить и зафиксировать факт снижения объемов потребления энергоресурсов. Без системы учёта потребления энергоресурсов использование механизма энергосервисного контракта маловероятно. Контроль потребления позволяет оптимизировать расход энергоресурсов и, зачастую, снизить объём их потребления за счёт организационных мероприятий [1].

С 01.01.2011 года [2, Статья 13, п. 3] использование проборов учёта потребляемых энергоресурсов является обязательным. Индикатор результатов проекта: экономия средств за счет исключения оплаты необоснованно предъявляемых объемов энергоресурсов поставщиками, потенциал не менее 3,3% от объема оплаты энергоресурсов. Срок окупаемости около полугода. Капиталоёмкость мероприятия, как правило, может быть отнесена к низко затратной. Реализация АСКУЭ в рамках энергосервисного контракта на практике встречается редко.

1. Система силового электрооборудования здания

Устройство частотного регулирования привода (ЧРП) - это система управления частотой вращения асинхронных двигателей. Асинхронный двигатель в России является самым

массовым. В целом в мире асинхронными электроприводами потребляется около половины всей вырабатываемой электрической энергии [3]. Асинхронные двигатели мощностью от 1 до 100 кВт потребляют свыше 90% от всей электроэнергии, потребляемой двигателями. Основными недостатками асинхронных двигателей являются [3]:

- отсутствие возможности регулирования скорости без применения специальных устройств;
- относительно низкий $\cos\varphi \approx 0,7-0,9$ при номинальной нагрузке;
- большой ток холостого хода $I_{\text{ном}} = 0,35-0,85$ от номинального тока;
- пусковые токи, имеющие величины 5-7 номинальных токов.

Повышение энергетической эффективности двигателей – одно из приоритетных для электротехники. Экономически наиболее эффективным способом является применение частотно-регулируемого привода.

Применение двигателей с ЧРП целесообразно при резко переменной нагрузке в зависимости, например, от технологии, времени суток, количества людей в здании и пр. Применение частотно-регулируемого электропривода вентиляторов позволяет снизить расход электроэнергии на перемещение воздуха у вытяжных систем на 6-26% и у приточных систем на 3-12%, окупаемость ≈ 5 мес. [4]. Внедрение систем частотного регулирования, например, в приводах электродвигателей городских насосных станциях водоснабжения дает экономию электроэнергии 40-70%, на насосных станциях дополнительно по теплу 20%, по воде 15-20%; окупаемость 3-18 мес. [4].

Капиталоёмкость мероприятия: зависит от конструкции, но, как правило, общая стоимость модернизации может быть отнесена к средне затратной. Реализация мероприятия на основе энергосервисного контракта технологически возможно и экономически целесообразно.

Использование блоков нормализации показателей качества электрической энергии (ПКЭ) – достаточно сложных устройств, использующих в основе своей работы измерение и управление ПКЭ с помощью управляемых схем полупроводникового исполнения. Устройства в зависимости от исполнения позволяют [5]:

- разгрузить от реактивного тока распределительные сети (распределительные

устройства, кабельные и воздушные линии), трансформаторы и генераторы;

- повысить эффективность процессов передачи и использования электроэнергии;
- снизить потери мощности и падение напряжения в элементах систем электроснабжения;
- ограничить влияние высших гармоник и сетевых помех;
- уменьшить асимметрию фаз;
- нивелировать увеличение гармонических составляющих токов и напряжений вследствие параллельного и последовательного резонансов;
- повысить $\cos\phi$;
- сократить завышение требуемой мощности электрических установок;
- замедлить ускоренное старение изоляции электрооборудования и сокращение вследствие этого срока его службы;
- сократить вероятность межвитковых коротких замыканий в электрических машинах и вероятность пробоя изоляции в проводниках;
- снизить скорость старения конденсаторных батарей и иных элементов сети.
- сократить случаи ложного срабатывания релейной защиты, автоматических выключателей и УЗО.

Современные блоки нормализации показателей качества электрической энергии имеют в своём составе схемы на управляемых полупроводниках и могут контролировать и вносить коррективы в большинство показателей качества электрической энергии. Так снижение частоты питающей сети на 1% приводит к увеличению потерь в сетях на 2%. Увеличение фона гармоник тока в сети свыше допустимого приводят к увеличению потребления электрической энергии в среднем на 7-15% для потребителей с потреблением тока не выше 16А [6]. Снижение напряжения (до $-10\%U_{ном}$) для всех технологических установок приводит к снижению производительности, а при значительном снижении (свыше $-10\%U_{ном}$) – к браку продукции. Например, при снижении напряжения на 7% у печи сопротивления для обжига заготовок из цветного металла мощностью 675кВт продолжительность цикла увеличивается на 3-5 часов, при снижении

напряжения на 10% обжиг становится невозможным. Понижение напряжения для люминесцентных ИС на 1% приводит к снижению светового потока на 3.6%, на 10% – к погасанию [6]. При завышении напряжения на 10% потребляемая мощность для ЛЛ увеличивается на 20%, для ДРЛ – на 24%; срок службы при этом для ЛН снижается на 92,2%, для газоразрядных – на 27%.

Изменение напряжения на зажимах асинхронного двигателя на 1% относительно номинала приводит к изменению в ту же сторону потребляемой активной мощности на 0.05-0.35%, а реактивной – на 0.8-3.2%, что приводит к изменению момента на валу. Провалы напряжения до 15% могут привести к выходу из строя конденсаторов, вентильных выпрямительных агрегатов, несанкционированному отпаданию контактов магнитных пускателей.

По сроку окупаемости мероприятие может быть отнесено к долгосрочным (свыше 5 лет). Капиталоёмкость мероприятия: существенно зависит от объемов регулируемой нагрузки на объекте. Реализация мероприятия с использованием энергосервисного контракта экономически целесообразна, но малопривлекательна из-за большого срока окупаемости.

2. Система электроосвещения здания

На электрическое освещение расходуется около 10-12% производящейся в мире электрической энергии. В промышленных предприятиях на электрическое освещение потребляется в среднем 10% потребляемой электроэнергии. На предприятиях машиностроения – до 7%, в текстильной промышленности – до 30%, на предприятиях легкой и пищевой промышленности – до 10%. Энергосбережение в осветительных сетях актуально и необходимо.

Применение энергоэффективных источников света.

Энергоэффективными принято считать источники света (ИС) с меньшим, по сравнению с лампами накаливания (ЛН), потреблением электрической энергии [6]. К ним относятся люминесцентные, галогеновые и светодиодные ИС (табл. 1.).

Таблица 1. Усреднённые значения по снижению потребляемой электрической энергии при замене источников света.

Мероприятие	Экономия электрической энергии, %
переход от ЛН на IRC-галогенные ИС	54 ÷ 65
переход от ЛН на ЛЛ	40 ÷ 54
ЛЛ типа ЛБ-40 или ЛБ-80 на ЛТБЦ-36 или ЛТБЦ-36	≈13
переход от ЛН на КЛЛ	70 ÷ 75
переход от ЛН на СДС	80 ÷ 90
переход от ЛН на ДРЛ	41 ÷ 47

По сроку окупаемости замена ИС на более энергоэффективные обычно может быть отнесёно к долгосрочным, срок окупаемости зависит от существующих и предлагаемых новых источников света.

Капиталоёмкость мероприятия: существенно зависит от объемов осветительной нагрузки на объекте. В среднем и крупном масштабе может быть оценена, как высоко затратная.

Реализация комплекса энергосберегающих мероприятий для внутреннего освещения зданий на основе энергосервисного контракта технологически возможна, но малопривлекательна экономически в силу долгого срока окупаемости. Тем не менее, имеются успешные проекты, как завершённые, так и находящиеся в стадии окупаемости.

Отдельно необходимо отметить энергосервисные контракты на модернизацию уличного освещения. В силу относительной простоты контроля работоспособности установки, верификации эффекта в сопоставимых условиях и расчёта экономической эффективности, энергосервис в уличном освещении в настоящее время является наиболее отработанным и используемым типом заключаемых контрактов.

Автоматизация систем электрического освещения позволяет обеспечивать автоматическое управление (включение/выключение, диммирование,

дистанционное управление по времени и т.п.) светильников группами или рядами по мере изменения естественной освещённости помещений, а так же осуществлять рациональное перераспределение, секционирование, зонирование и пр.

Для достижения наибольшей энергетической эффективности (табл. 2.) рекомендуется использование автоматического управления освещением при помощи фотоэлектрических датчиков, диммеров, таймеров, датчиков движения, освещённости и пр., включающих группы светильников в зависимости от изменения естественной освещённости [6].

Индикаторы для принятия решения о внедрении систем автоматизации электроосвещения существенно зависят от человеческого фактора (индивидуальное восприятие освещённости рабочей поверхности), от ориентации светопрозрачных конструкций по сторонам света и поэтому не могут быть спрогнозированы с достаточной точностью. Преимущественно рекомендуется установка датчиков движения (рис. 1.) в тех помещениях, где человек находится непродолжительное время (коридоры, лестницы, кладовые комнаты и т.д.). Индикатор результатов проекта: снижение объёмов потребляемой электроэнергии, снижение затрат на эксплуатацию системы освещения.

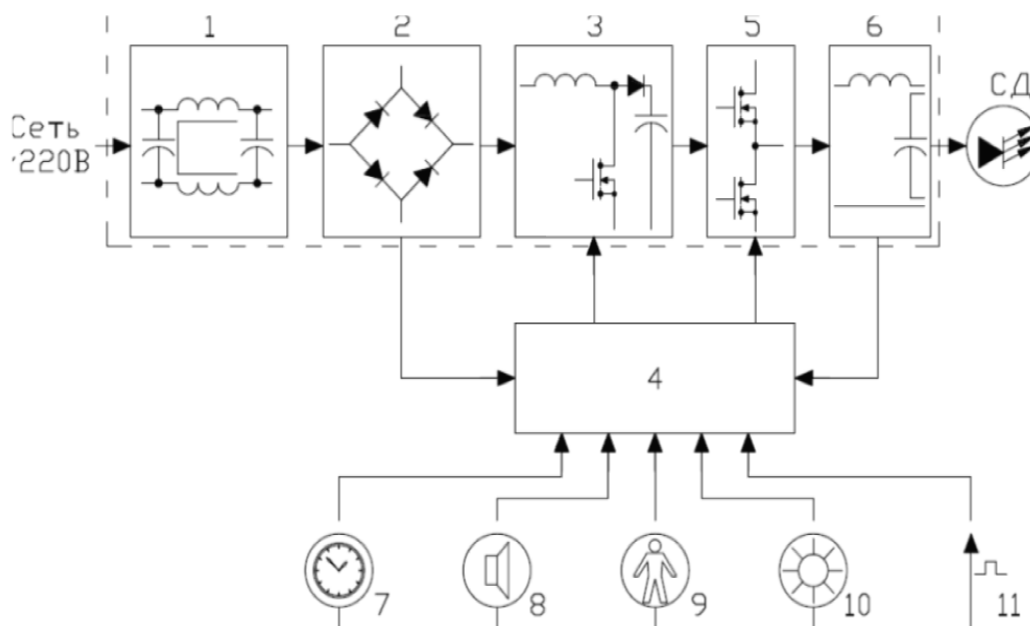


Рис. 1. Принципиальная схема управляемого от внешних датчиков СДС. 1 – накопитель электромагнитной энергии, фильтр; 2 – выпрямитель; 3 - корректор формы потребляемого от электрической сети тока; 4 - блок управления; 5 - усилитель мощности; 6 - выходной каскад; 7 – реле времени; 8 – датчик звука; 9 – датчик присутствия; 10 – датчик освещённости; 11 – элемент принятия сигналов извне по различным каналам (сухой контакт).

По сроку окупаемости мероприятие может быть отнесёно к среднесрочным (от 3 до 5 лет).

Реализация мероприятия на основе энергосервисного контракта технологически целесообразна и экономически привлекательна.

Таблица 2. Доля достигнутой экономии электроэнергии от различных мероприятий.

Мероприятие	Экономия электрической энергии, %
Использование локализованного освещения в зависимости от доли вспомогательной площади помещения	до 40
Использование комбинированной системы освещения в зависимости от сложности зрительных задач	15 ÷ 50
Применение интеллектуальных цифровых схем управления в энергоэкономичном варианте (современные ИС, ОП, ПРА) в зависимости от времени эксплуатации в течение суток	40 ÷ 70

3. Система теплоснабжения

Установка узлов механического регулирования температуры теплоносителя в системах отопления резко снижает затраты на тепло, окупаемость затрат на установку узла учета 2-6 мес., установка узлов регулирования подачи теплоносителя в тепловых пунктах снижает расход тепла на 20-30% [4].

Индикатор результатов проекта: снижение объёмов потребляемой тепловой энергии на отопление здания. Срок окупаемости мероприятия колеблется в пределах от 1 до 3 лет, мероприятие может быть отнесено к краткосрочным.

Капиталоёмкость мероприятия для одного прибора – до 400 тыс.руб. по данным на середину 2014 г.

Реализация мероприятия на основе энергосервисного контракта технологически возможно и экономически целесообразно.

Установка автоматизированных узлов регулирования температуры теплоносителя в системе отопления или индивидуальных тепловых пунктов (ИТП) позволяет автоматизировать управление теплопотребляющими системами здания. Традиционный элеваторный узел не имеет средств для регулирования расхода и температуры теплоносителя, что приводит к значительному перерасходу тепловой энергии особенно в демисезонный период.

Экономия тепловой энергии за счет ликвидации «перетоков» составляет 15-20% и до 40% потребляемых теплоты. Вместе с мероприятием обычно также реализуют:

- введение пониженного температурного графика в ночное время и выходные дни. В помещениях зданий общественного и производственного назначения, когда они не используются и в нерабочее время, допускается снижение температуры воздуха до уровня 12°C, при условии восстановления нормируемой температуры к началу использования помещения через повышение температуры теплоносителя выше требуемой по графику 2-3 часа до начала использования помещения [033, п. 5]. Мероприятие позволяет суммарно экономить 10-15% по отношению к прежнему теплопотреблению здания [6].

Внедрение индивидуальных графиков отопления, освещения снижает расход до 20% в производственных помещениях, до 40% в административных [4].

- сочетание общедомового и постоянного регулирования позволяет достичь экономии в 22-25%;
- удаление отложений со стенок тепловых приборов позволяет восстановить теплопередачу отопительных приборов и снизить гидродинамическое сопротивление водного тракта. Образование накипи и отложений внутри приборов отопления толщиной 1 мм снижают теплоотдачу на 15%/ Наличие отложение 2-4 мм на теплопередающих поверхностях водогрейного котла приводит к снижению его КПД на 4-7%. Удаление отложений со стенок теплообменников позволяет снизить перерасход топлива на 30% и более;
- применение индивидуальных приборов автоматической балансировки распределительных систем отопления. Экономия тепловой энергии за счет локального регулирования температуры достигает 5-15% от общего.
- восстановление тепловой изоляции на трубопроводах, запорной и регулирующей арматуре позволяет снизить потери тепловой энергии в здании на 3÷9% [6]. По сроку окупаемости мероприятие может быть отнесено к долгосрочным (свыше 5, и даже свыше 8 лет), хотя имеются примеры коротких сроков: 4,0 года. Капиталоёмкость мероприятия: средне затратная.

Реализация мероприятия на основе энергосервисного контракта технологически возможно и экономически целесообразно.

Применение тепловых насосов для утилизации низкопотенциального тепла вытяжного воздуха может применяться в сборных шахтах вытяжной вентиляции с механическим побуждением. Преимущество данного способа утилизации тепла состоит в возможности использования отобранной тепловой энергии не только для подогрева приточного воздуха, но и для других целей (например, для системы горячего водоснабжения, низкопотенциальной

тепловой энергии грунта, канализационных вод и т.д.).

Экономия тепловой энергии при использовании тепловых насосов может составлять от 30 до 50%. Затраты электрической энергии на подогрев воды или воздуха в тепловом насосе в несколько раз (обычно в 3-4) ниже чем затраты на непосредственный электроподогрев. [6, п. 2.1].

Использование для утилизации теплоты вентиляционных выбросов различных схем с теплообменными аппаратами позволяет снизить энергопотребление систем вентиляции на 40 - 70% по сравнению с прямоточными системами (без утилизации теплоты вытяжного воздуха).

Применение тепловых насосов, смонтированных в земле, позволяет эксплуатировать поток радиогенного тепла, поступающего из земных недр мощностью 0,05–0,12 Вт/м². Грамотно подобранный, качественно собранный, правильно настроенный и эксплуатируемый тепловой насос снижает теплопотребление здания на 15-25%.

По сроку окупаемости мероприятие может быть отнесено к долгосрочным.

Реализация мероприятия на основе энергосервисного контракта технологически возможно, но экономически нецелесообразно из-за достаточно большого срока окупаемости.

Приведённый выше перечень энергосберегающих мероприятий не является исчерпывающим для систем теплоснабжения зданий и организаций. Однако именно перечисленные мероприятия наиболее часто реализовываются через энергосервисные контракты. К мероприятиям, реализация которых за счёт частного капитала в ценовых условиях середины 2014 года маловероятна, но технологически целесообразна можно отнести, например:

- Применение инфракрасных излучателей, использующих принцип передачи тепловой энергии излучением непосредственно к нагреваемым поверхностям. При сохранении уровня комфорта мероприятие позволяет снизить на 2-3°C расчетную температуру воздуха в отапливаемом помещении [7];
- Принудительное перемещение теплого воздуха от потолка к полу, позволяющее снизить значение температурного градиента в вертикальном разрезе помещений. Мероприятие сопровождается некоторым увеличением объемов потребляемой электроэнергии в силу использования маломощных вентиляторов;
- Использование тепловых завес смесительного типа, устанавливаемых в тамбурах и разбавляющих холодный поток уличного воздуха теплыми струями, повышая его температуру до требуемой.
- Использование тепловых завес шиберующего типа, формирующих струйное

противодействие втеканию наружного холодного уличного воздуха в дверной проем. Прогнозируемая экономия тепловой энергии от установки воздушной тепловой завесы на часто используемых входах с одной дверью оценивают в 0,2 Гкал/год. На тамбуре с двумя дверями, при установке между дверями показатель оценивают в 0,38 Гкал/год [6, п. 5.3].

- Технологически оправданная замена систем объемного нагрева на локальные ИК - системы обогрева. Снижает затраты на обогрев помещений в 2-5 раз; окупаемость 9 –18 мес. [4].
- Замена традиционных схем обогрева на подогрев полов прокладкой пластиковых труб. Снижает издержки на отопление в 1,7 раза; окупаемость 1-2 года [4].
- Использование напольного аккумуляционного отопления / охлаждения в комплекте с аккумуляторами холода и климатическими балками позволяет комплексно осуществить оснащение здания более эффективной системой климатизации. Подход позволяет полностью использовать всё имеющееся оборудование, повысить эффективность системы. Показатели эффективности строго индивидуальные, напрямую зависят от назначения, наполнения, состава здания. По сроку окупаемости мероприятие может быть отнесено к долгосрочным (свыше 7 лет). Капиталоёмкость мероприятия: высоко затратная.
- Использование грунтовых вод мелкого залегания до 20-70 м для систем прямого холодоснабжения ($t_{\text{вод}} = 10-15^{\circ}\text{C}$) позволяет снизить затраты на получение относительно дорогого холода в летний период на 7-15%. Индикатор результатов проекта: снижение затрат на кондиционирование здания. По сроку окупаемости мероприятие может быть отнесено к долгосрочным (5-7 лет). Капиталоёмкость мероприятия: высоко затратная.

4. Система водоснабжения и канализации здания

Замена устаревшего и неисправного сантехнического оборудования на водосберегающее позволяет существенно сократить платежи за воду путём сокращения утечек воды через неисправные краны и сокращение количества воды, потребляемых унитазами в туалетах. Подобные замены всегда экономически оправдана.

Для экономичного использования горячей воды рекомендуется:

- установить более эффективную водозаборную арматуру, которая позволяет экономить до 15-20% горячей воды.
- использовать нажимные краны в рукомойниках и сенсорные датчики в

писсуарах, снижающие расход воды в 4-6 раз [4];

- установить аэраторы, предназначенные для смешивания потока воды с воздухом. Требования к качеству [8]. При использовании крана без аэратора расход воды может достигать 15 литров в минуту. Установка аэратора позволяет сократить расход воды до 6 литров в минуту. Статистика эксплуатации показывает снижение потребления холодной воды на 30-35%, горячей – на 15-20%. Срок окупаемости примерно в течение 7-8 месяцев [6].
- установить автоматические сенсорные смесители, служащие для автоматического включения и отключения подачи воды к мойкам и раковинам и для термостатического регулирования ее температуры.

Реализация мероприятия на основе энергосервисного контракта технологически возможно, экономически целесообразно.

К мероприятиям, реализация которых за счёт частного капитала в ценовых условиях середины 2014 года маловероятна, но технологически целесообразна можно отнести, например:

- Внедрение систем оборотного водоснабжения, снижающее расход воды до 95%, окупаемость до 1 года [4];
- Использование регуляторов давления, позволяющее без дополнительных затрат электрической энергии регулировать давление воды в трубопроводах. Экономия в среднем составляет 12-17%. Срок окупаемости – до 1 года. Капиталоёмкость мероприятия: низко затратная.
- Использование моющих пылесосов при влажной уборке, позволяющих существенно сократить затраты на воду. Срок окупаемости в течение полугода. Капиталоёмкость мероприятия низко затратная для одного устройства.
- Аккумуляция ливнестоков для использования в качестве технической воды. Мероприятие позволяет снизить объём воды, расходуемый на смыв унитазов, уборка технических помещений, полив прилегающей территории и пр. Эффективность мероприятия существенно зависит от капиталовложений при изменении инженерной системы здания и затрат на техническое водоснабжение. Средняя экономия для зданий смешанного и офисного назначения составляет 5-10%. Индикатор результатов проекта: снижение объёмов потребляемой питьевой воды. Срок окупаемости – от 1 года до 3 лет. Капиталоёмкость мероприятия: средне затратная.

5. Ограждающие конструкции здания

Анализ тепловых балансов как жилых, так и промышленных зданий показал величину

тепловых потерь через ограждающие конструкции здания около 40%. Такие потери являются одними из самых больших для стран с развивающейся экономикой. Вопрос снижения потерь тепловой энергии через ограждающие конструкции здания актуален для большинства зданий в России.

Улучшение теплозащитных свойств теплового контура здания. Низкое термическое сопротивление стен, кровли, оконных и дверных проёмов позволяет реализовывать потенциал экономии тепловой отопительной энергии в 30-50% [6]. По сроку окупаемости мероприятие может быть отнесено к среднесрочным или долгосрочным (от 3 до 5 лет в зависимости от исходного состояния ограждающих конструкций здания) [9, п. 4.4.]. Капиталоёмкость мероприятия: зависит от площади стен здания, но, как правило, может быть отнесена к средне затратной.

Реализация мероприятия на основе энергосервисного контракта возможно, но имеет малую инвестиционную привлекательность из-за значительного срока окупаемости.

Снижение объёмов инфильтрации воздуха и теплопотерь через неплотности светопрозрачных конструкций достигается путём установки новых окон и светопрозрачных дверей блоками с энергоэффективными стеклопакетами. Площадь светопрозрачных конструкций различных зданий варьируется в широких пределах. В большинстве случаев она составляет от 15 до 25% площади фасадов. Потери тепловой энергии через неплотности оконных блоков могут достигать 30% суммарных тепловых потерь здания [9, стр. 288].

Мероприятие обычно применяется совместно с:

- очисткой окон (позволяет снизить затраты на освещение на 30-40%);
- покраской стен помещений светлой краской (позволяет снизить затраты на освещение на 10%) [4];
- использованием напыления / плёнки, отражающей инфракрасные лучи (снижает лучистые потери через окна до 50%, обеспечивает повышение комфортности как в зимний, так и в летний период) [4];
- применением окон с микропроветриванием. Служит для ограничения инфильтрации в пределах санитарной нормы воздухообмена, повышение комфортности пребывания в помещении, снижение среднего уровня CO₂. Микропроветривание не рекомендуется для зданий, оборудованных механической приточной вентиляцией.

По сроку окупаемости мероприятие может быть отнесено к долгосрочным (свыше 5

лет, но в зависимости от исходного состояния ограждающих конструкций здания) и по оценкам может достигать 22,5 лет [9].

Реализация мероприятия на основе энергосервисного контракта возможно, но имеет малую инвестиционную привлекательность из-за значительного срока окупаемости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перечисленные в статье технологии позволяет сделать вывод о широком спектре предлагаемых решений. Также можно судить о сложной задаче, встающей перед неспециалистами, по составлению технических заданий на поставку энергосберегающего оборудования.

В статье приведены наиболее распространенные энергосберегающие технологии и наиболее типичные сроки окупаемости их внедрения. Стоит отметить, что темпы развития науки и техники в области энергосбережения, а также рост тарифов на энергоресурсы, сменяют приоритеты в технологиях буквально в течении 6-8 месяцев. Данный факт только усилит сложности по корректному выбору энергосберегающих технологий.

Решением проблемы может стать разработанный в НИУ «МЭИ» программный продукт: «База энергосберегающих технологий» [10]. В открытой «Базе..» предоставлен перечень технологий, одобренных НИУ «МЭИ» к использованию в бюджетных учреждениях. Список постоянно актуализируется и обновляется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гужов С.В.** Какие счётчики электроэнергии нам нужны? // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт №1/2011. Стр. 15-20
2. **Федеральный закон** от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ "Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"
3. **Мугалимов Р.Г., Мугалимова А.Р.** Энергосберегающие асинхронные двигатели с индивидуальной компенсацией реактивной мощности, их технико-экономические преимущества и перспективы применения в промышленных электроприводах. Тезисы докладов, VIII ежегодная Международная научно-практическая Конференция «Повышение эффективности энергетического оборудования – 2013», том 1, стр. 457-474.
4. **Создание** и деятельность энергосервисных компаний и перформанс-контрактов в России. Том 1: Энергосервис и перформанс контракты: возможности и проблемы их реализации в России / Сиваев С.Б., под ред. Грицевич И.Г. – Всемирный фонд дикой природы (WWF) – М., 2011.

5. **Гужов С.В.** Энергосервисные контракты и аспекты потребительского менеджмента. Энергосбережение №1, 2014.
6. **Власенко Г.П., Гаряев А. Б., Гужов С.В., Яковлев И. В., Шишканов О.Г., Петров И.В., Борголова Е.А., Захаров С.В.** Учебно-методическое пособие для учреждений, подведомственных Департаменту образования города Москвы «Основы энергосбережения и повышения энергетической эффективности». – М.: Изд-во ООО «Буки-Веди», 2012. – 100 с
7. Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы» №7, июль 2002 http://www.esco-ecosys.ru/2002_7/art52.htm
8. **СНиП 2.04.01-85** «Внутренний водопровод и канализация зданий»;
9. **Практическое** пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов./ В семи разделах. Под общей редакцией д.т.н. О.Л.Даниловича, П.А. Костюченко, 2006. 668 с.
10. **«База** энергосберегающих технологий» НИУ «МЭИ» http://beta.mpei.ru/innovation/Pages/energy_efficiency.aspx