

Энергоэффективность в муниципалитетах II

Разработка проекта рекомендаций по энергоэффективной модернизации I

02 – 06 июля 2018 року, Київ, Україна, Владимир Усиевич

У співпраці з:



giz

1. Институционально-регуляторная среда
2. Техническое содержание предлагаемых энергосберегающих мероприятий

1. Институционально-регуляторная среда

Анализ институционально-регуляторной среды важен независимо от того, на какой уровень и для какой целевой группы разрабатываются предложения

- **Уровень** предложения по энергоэффективной модернизации:
 - национальный уровень;
 - региональный уровень;
 - муниципальный уровень;
 - собственнику однотипных зданий;
 - собственнику конкретного здания.

- **Целевая группа**, кому адресовано предложение:
 - чиновники национального, регионального и муниципального уровня;
 - энергоменеджеры общественных зданий в системе администрации соответствующего уровня;
 - проектировщики и т.п.

Source: wikipedia

- Анализ необходим для того, чтобы **предметно разобраться в существующей системе координат**, в которой готовится предложение потенциальному клиенту
- **Ознакомление потенциального заказчика с предметом предложения**
 - Поскольку энергосбережение далеко не всегда находится в верхней части листа приоритетных направлений деятельности чиновника, то нередко он/она имеет весьма смутное представление об институционально-регуляторной среде
- **В условиях стремления Украины интегрироваться в ЕС, актуальным становится не только национальное законодательство, но и его сравнение с законодательством ЕС (тем более, что украинские нормативные акты в области энергоэффективности в значительной мере пытаются копировать ЕС-овские образцы)**

- *Параметры энергоэффективности в зданиях определяет Директива ЕС 2010/31/EU от 19.05.2010, которая поглотила Директиву 2002/91/ЕС от 16.12.2002. Кроме того, во исполнение этой Директивы Еврокомиссия выпустила **«Сравнительную рамочную методологию для расчета затратно-оптимальных (cost-optimal) значений достижения минимальных уровней энергетической эффективности зданий и их элементов»**.*
- Основные положения Закона «Об энергетической эффективности в зданиях», принятого Верховной Радой 22.06.2017 и подписанного Президентом 20.07.2017
- Закон вступит в силу в июле 2018 года, причем положение об обязательной энергоэффективной сертификации вступит в силу 01.07.2019.
При этом Правительство должно разработать серию подзаконных актов для реализации положений закона **в течение 6 месяцев** (пока не удалось найти следы этого документа)

- ЕС потребовалось 2 года, чтобы разработать только «Методологию...». **Остальные нормативные документы касательно требуемых минимальных уровней энергетической эффективности основного инженерного оборудования зданий были разработаны ранее.**
- Уровень энергоэффективности вновь вводимых в эксплуатацию зданий обязан быть не ниже значений минимальных стандартов на момент сдачи объекта

Какие здания являются субъектами Закона:

- Под зданием понимается любая крытая строительная конструкция со стенами, в которой энергия потребляется для создания микроклимата в его помещениях (*indoor climate*).
- Закон обязателен для всех зданий, **кроме** зданий промышленного и с/х назначения, складов и зданий для нужд транспорта, коммуникаций и обороны, а также исторических зданий, зданий религиозного назначения и отдельно стоящих зданий площадью менее 50 кв.м, дач и **индивидуальных домов**. Министерство регионального развития строительства и жилищно-коммунального хозяйства должно в **6-месячный срок разработать минимальные параметры и методы определения энергоэффективности зданий** (с учетом европейского законодательства)

- При этом вводятся **дополнительные критерии** для зданий госучреждений (они должны часто посещаться населением и иметь отапливаемую площадь более 250 кв.м) и зданий органов местного самоуправления (они тоже должны иметь отапливаемую площадь более 250 кв.м и при этом еще и быть подвержены термомодернизации, а в противном случае сертификация не нужна)
- Сертификаты применяются ко всем зданиям, кроме общественных, тоже площадью не менее 250 кв.м и с регулярным посещением населением.

Каким образом учитывается законодательствами экономика при разработке минимальных уровней энергетической эффективности

- **Затратно-оптимальный уровень** (*cost-optimal*) означает уровень энергетической эффективности, который приводит к минимальным затратам в течение установленного **экономического жизненного цикла здания** (*estimated economic lifecycle*), где:
 - (а) **минимальные затраты** включают инвестиционные и операционные затраты (включая энергозатраты и их экономию, с учетом категории здания, и доход от продажи произведенной энергии), техобслуживание, где это применимо, и расходы на утилизацию, где это применимо, а также
 - (б) **установленный экономический жизненный цикл** определяется каждой страной-членом и является **остаточным сроком** жизненного цикла здания, где определены требования к энергоэффективности здания в целом, или остаточным сроком жизненного цикла элемента здания, для которого сформулированы требования энергетической эффективности.

Затратно-оптимальный уровень должен находиться в пределах желаемого уровня эффективности, где результат расчета **по методу затраты/выгоды** в течение установленного экономического жизненного цикла **положителен**.

- **Экономически целесообразный** уровень минимальной энергетической эффективности - уровень энергетической эффективности здания, при котором достигаются **низкие расходы** (в том числе эксплуатационные и ликвидационные расходы) в течение **нормативных сроков эксплуатации здания** (ограждающих конструкций, инженерных систем) с учетом вложенных инвестиций и дохода от генерации энергии (при соответствующей технической возможности инженерной системы);

- Каким образом сформулированы требования к методикам определения минимальных уровней энергетической эффективности, которые еще предстоит/предстояло разработать
 - **Требования к Еврокомиссии:**
 - Разработать руководящие указания к применению Методологии и их пошаговой разработке
 - Предоставить информацию о долгосрочных ценах на энергоносители (для сопоставимости)
 - **Требования к странам-членам:**
 - Определить **референсное здание (РЗ)**, которое характеризуется особенностями функционала и географического положения, включая микроклимат в помещениях. Оно должно охватывать жилые и нежилые здания, новые и существующие.

- *Определить набор энергосберегающих мероприятий для РЗ (целиком или его части или группы частей)*
- *Определить потребность РЗ в конечной и первичной энергии*
- *Рассчитать NPV энергосберегающих мероприятий в РЗ за весь срок установленного экономического срока жизни*
- ***Оценка различных уровней минимальной энергоэффективности позволит прийти к пониманию затратно-оптимального уровня требований к энергетической эффективности***
- **Методика должна разрабатываться с учетом требований к теплотехническим характеристикам ограждающих конструкций и требований к энергетической эффективности инженерных систем (в том числе оборудования) зданий в соответствии с экономической целесообразностью и дифференцироваться в зависимости от функционального назначения зданий, их высотности и типа (новое строительство, реконструкция, капитальный ремонт).**

- **Профессиональная аттестация и квалификационные требования к лицам, которые намерены осуществлять деятельность по сертификации энергетической эффективности и обследование инженерных систем:**
 - *Страны-члены должны руководствоваться Директивой Европарламента 2005/36/ЕС и Совета от 07.09.2005 о признании профессиональной квалификации применительно к взаимному признанию профессиональных экспертов, чему посвящена эта Директива, а Комиссия должна продолжать деятельность в рамках Программы Интеллектуальной Энергетической Европы (Intelligent Energy Europe Programme) по выработке принципов и рекомендаций в области стандартов обучения профессиональных экспертов*
 - Аттестационные комиссии при ВУЗах и СРО
 - Минимальные образовательные цензы
 - Стаж работы **не менее трех лет** в сфере энергетики, энергоэффективности и энергосбережения, строительства и архитектуры или жилищно-коммунального хозяйства
 - Отказ от выдачи квалификационного аттестата и его изъятие
 - **Страхование**

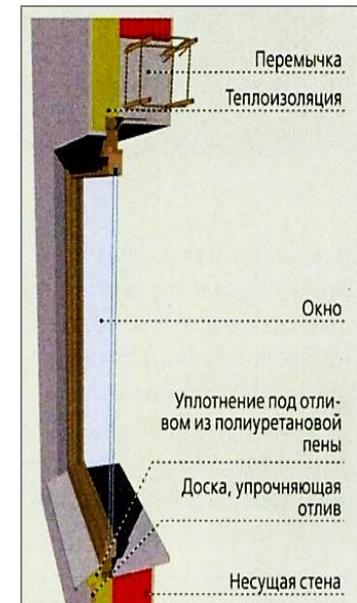
- При строительстве **нового здания должны быть представлены ТЭО**, принимающие во внимание следующие высокоэффективные варианты отопления зданий:
 - Децентрализованное теплоснабжение на базе возобновляемых источников энергии
 - Когенерация
 - Районное или квартальное отопление/охлаждение, особенно с применением возобновляемых источников энергии
 - Тепловые насосы
- **Регулярные обследования** отопительных систем применяются только в том случае, если их установленная мощность **более 20 кВт**. Частота инспекций может быть снижена при наличии или установке систем дистанционного мониторинга. Системы мощностью **более 100 кВт** рекомендовано инспектировать **не реже одного раза в 2 года** (для систем на базе газа этот интервал может быть **увеличен до 4 лет**)

- *Аналогичные требования к обследованию систем кондиционирования воздуха (правда интервалы между обследованиями полностью отданы на откуп стран-членов)*
- *Страны-члены должны представить **систему штрафов** за соблюдение Закона. Причем штрафы должны быть **эффективны, пропорциональны и носить сдерживающий характер***

2. Техническое содержание предлагаемых энергосберегающих мероприятий

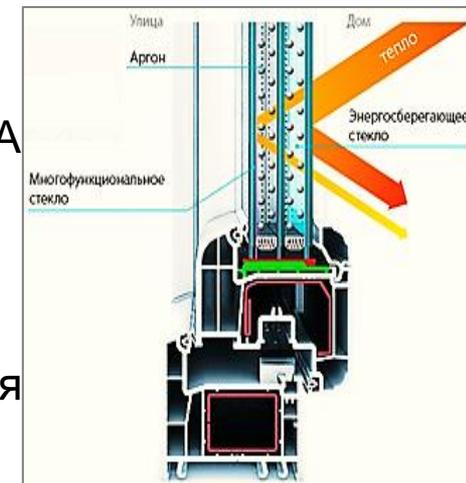
Замена деревянных окон и дверей ($R=0,6 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$)

- В рамках мероприятия предполагается замена деревянных окон и стеклопакетов в существующих ПВХ окнах для достижения **текущих минимальных требований ДБН В 2.6-31: 2016**.
- Деревянные окна предлагается заменить на ПВХ окна с **однокамерными стеклопакетами** и пластиковыми дистанционными рамками (формула остекления 4-16Ar-4i).
- Для предотвращения возникновения мостиков холода, рекомендуется вынести рамы окон в толщу теплоизоляции стен. Инвестиции включают расходы на отделку оконных откосов.
- Также мероприятием предусматривается замена деревянных и металлических дверей на энергоэффективные металлопластиковые двери с доводчиком и восстановление тамбуров.



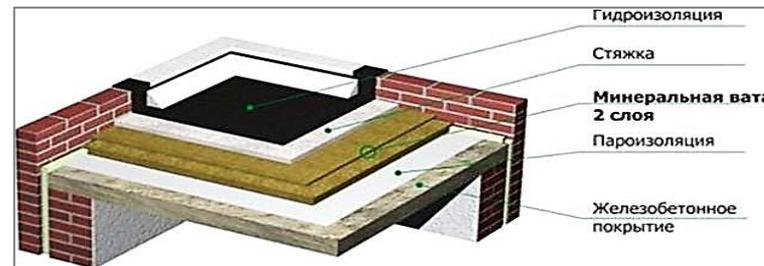
Замена деревянных дверей, стеклопакетов и дверей ($R=1,25 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$)

- В рамках мероприятия предполагается замена деревянных окон и стеклопакетов в существующих ПВХ окнах **для достижения европейских норм, превышают украинские нормы в 1,3-1,5 раз.**
- В существующих ПВХ окнах предлагается установка **двухкамерных стеклопакетов, наполненные аргоном, с энергоэффективным покрытием стекол** и пластиковыми дистанционными рамками (формула остекления 4Low-e-16CuAr-12CuAr-4Low-e).
- Деревянные окна предлагается заменить на ПВХ окна с **двухкамерными стеклопакетами, наполненные аргоном, с пластиковыми дистанционными рамками** (формула остекления 4Low-e-16CuAr-4-12CuAr-4Low-e).
- Для предотвращения возникновения мостиков холода,** рекомендуется вынести рамы окон в толщу теплоизоляции стен. Инвестиции включают расходы на отделку оконных откосов.
- Также мероприятием предусматривается замена деревянных и металлических дверей на энергоэффективные металлопластиковые двери с доводчиком и восстановления тамбуров.



Теплоизоляция крышного перекрытия (170/220мм) с

- В рамках мероприятия предлагается выполнить теплоизоляцию перекрытия крыши выполнить с применением минераловатных плит теплопроводностью не более 0,048 Вт / (м · К) заключенных в два слоя:
 - 1-й слой минераловатных плит плотностью не менее 115 кг / м³;
 - 2-й слой минераловатных плит плотностью не менее 185 кг / м³.
- Под слоем утеплителя следует устроить пароизоляцию, а поверх утеплителя - армированную стяжку и гидроизоляционный слой.
- Перед реализацией мероприятия необходимо выполнить оценку технического состояния покрытия и прилегающих строительных конструкций и, в случае необходимости, выполнить соответствующие ремонтно-восстановительные работы (затраты на ремонт не включены в состав инвестиций энергоэффективного мероприятия).
- Существующий $R = 1.08 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$, после модернизации $4,91$ или $6,17 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$



- В основных помещениях предусмотрена вытяжная система вентиляции с естественным побуждением. Состояние вытяжной системы вентиляции - неудовлетворительное.
- Из-за применения герметичных металлопластиковых окон без организованного притока свежего воздуха, наблюдается низкий уровень воздухообмена, недостаток кислорода, повышение концентрации CO₂ и уровня влажности, что отрицательно влияет на состояние здоровья людей.
- Потери тепловой энергии через естественную систему вентиляции и за счет проветривания помещений достигают 30% от общего потребления тепловой энергии на отопление здания.

- В рамках мероприятия в основных помещениях предлагается установить локальные приточно-вытяжные вентиляционные установки - рекуператоры. Выбор параметров и типа рекуператоров выполняется на этапе рабочего проектирования.
- В качестве примера можно привести рекуператоры, производимые фирмой Reventa. **Выбранное оборудование должно обладать аналогичными или лучшими параметрами эффективности.**
- Заявленный производителем коэффициент рекуперации тепла составляет 73% ... 80% (в зависимости от режима эксплуатации). Класс энергоэффективности рекуператоров - A (согласно EU Regulation 874/2012).
- Выполнение мероприятия позволит придерживаться нормативного воздухообмена в помещениях здания.
- Реализация мероприятия позволит:
 - снизить в 3-4 раза потери тепловой энергии через систему вентиляции;
 - повысить комфортность пребывания, улучшить микроклимат и санитарно-гигиенические условия в помещениях.

Установка локальних систем приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией отходящего тепла (положение после модернизации) - схема



Приведенные данные из расчета установки 100 рекуператоров в здании (расчет экономии энергоресурсов выполнен на базе модели ENSI® EAB Software)

▪ Экономия тепловой энергии (отопление)	83 964 кВт.ч/год
▪ Всего инвестиций с НДС	24 275 EUR
▪ Эксплуатация и обслуживание (O & M)	153 EUR/год
▪ Чистая годовая экономия	3 734 EUR
▪ Дисконтированный срок окупаемости (DPP)	7,3 лет
▪ Внутренняя норма рентабельности (IRR)	12,5%
▪ Чистая приведенная стоимость (NPV)	57 519 EUR
▪ Коэффициент чистой приведенной стоимости (NPVQ)	2,37
▪ Экономический срок жизни проекта	20 лет

- В рамках мероприятия предлагается выполнения частичной модернизации внутренней системы отопления, а именно:
 - **гидрохимическая промывка** внутренней системы отопления;
 - установка **автоматических балансировочных клапанов** на распределительных стойках отопления;
 - **восстановление тепловой изоляции** распределительных трубопроводов отопления в пределах отапливаемых помещений (технический подвал / холодный чердак).
- В качестве теплоизоляции трубопроводов целесообразно принять цилиндры из минеральной ваты. Толщина теплоизоляции 40 ... 100 мм (в соответствии с требованиями ДБН В.2.6-67).
- При проектировании и выборе нового оборудования и материалов необходимо выполнить расчеты гидравлического и теплового режима системы отопления с учетом снижения тепловой нагрузки после утепления ограждающих конструкций здания.
- Перед внедрением мероприятия необходимо выполнить оценку технического состояния системы отопления и, в случае необходимости, выполнить соответствующие ремонтно-восстановительные работы (затраты на ремонт не включены в состав инвестиций энергоэффективного мероприятия).

- В рамках мероприятия предлагается выполнения комплексной модернизации внутренней системы отопления, а именно:
 - установка **индивидуального теплового пункта (ИТП)** по независимой схеме присоединения к тепловой сети с применением пластинчатого разборного теплообменника;
 - реконструкция существующей **однотрубной системы отопления в двухтрубную** систему с применением полимерных труб;
 - установка **автоматических балансировочных клапанов** на распределительных стойках отопления;
 - установка **низкоинерционных отопительных приборов** (например, биметаллических секционных радиаторов)
 - установка **термостатических клапанов** на подводках к отопительным приборам;
 - установка **теплоизоляции распределительных трубопроводов** отопления в пределах отапливаемых помещений (технического подвала / чердаки).
- При проектировании внутренней системы отопления, выборе нового оборудования и материалов необходимо выполнить расчеты по гидравлического и теплового режима системы отопления с учетом снижения тепловой нагрузки после утепления ограждающих конструкций здания. Выбор типа материалов / оборудования и определение количественных показателей выполняется на стадии рабочего проектирования.

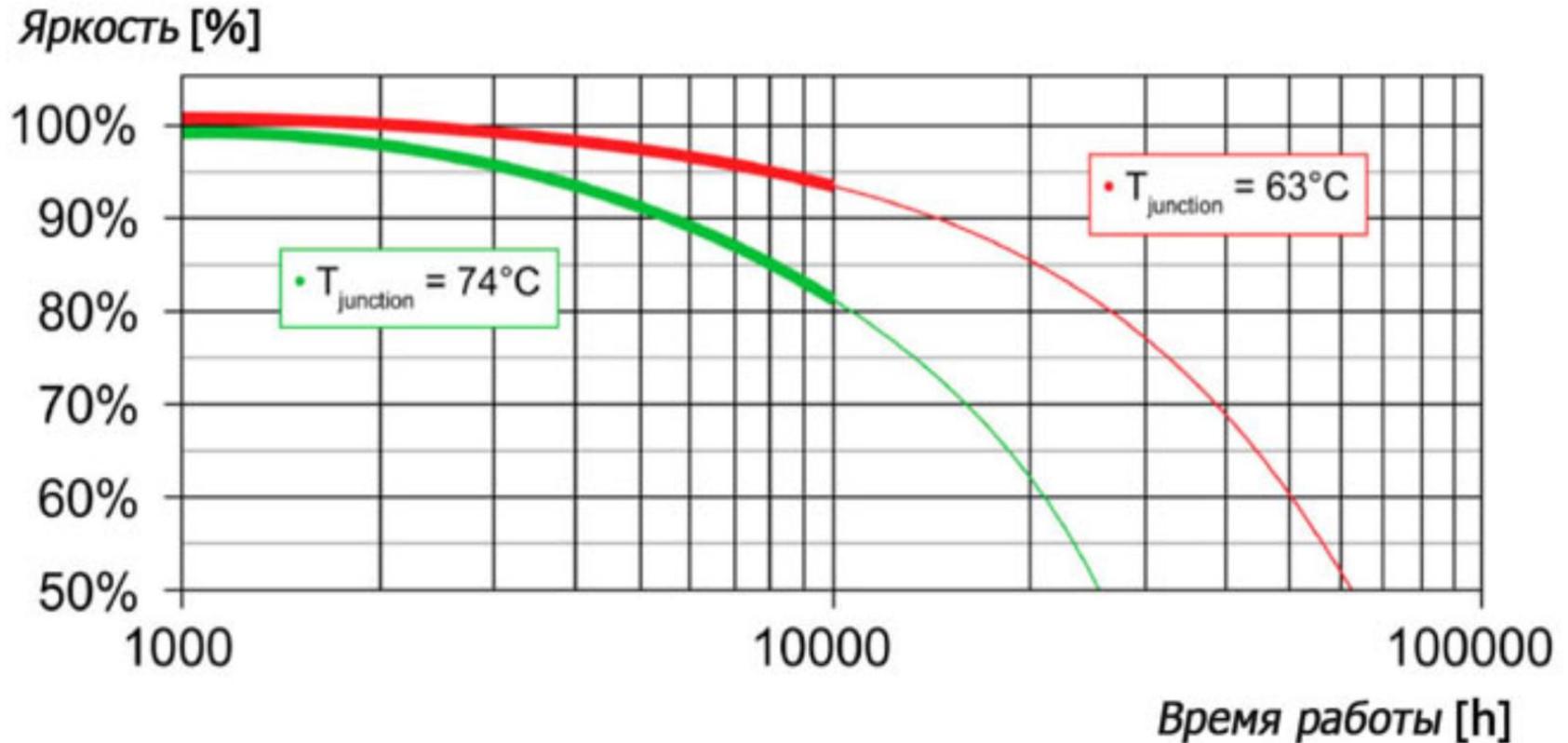
▪ Площадь отопления/кондиционирования	5 617 м ²
▪ Количество внешних блоков	6 шт.
▪ Количество внутренних блоков (расчет экономии энергоресурсов выполнен с помощью модели ENSI® EAB Software)	122 шт.
▪ Экономия тепловой энергии на отопление	32 7857 кВт. ч/ год
▪ Суммарные инвестиции, с НДС	126 046 EUR
▪ в т.ч. оборудование/конструктив/материалы	102 904 EUR
▪ Эксплуатация и обслуживание	303 EUR/год
▪ Чистая годовая экономия	12 003 EUR
▪ Дисконтированный срок окупаемости (DPP)	12,6 лет
▪ Внутренняя норма рентабельности (IRR)	5,7%
▪ Чистая приведенная стоимость (NPV)	138 121 EUR
▪ Коэффициент чистой приведенной стоимости (NPVQ)	1,10
▪ Экономический срок жизни проекта	20 лет

Тепловые насосы типа «воздух-воздух» для отопления здания с применением сплит-системы.

- Высокоэффективные тепловые насосы требуют в 3-5 раз меньше энергоресурсов для производства тепловой энергии по сравнению с традиционными источниками теплоснабжения. Дополнительной выгодой от внедрения тепловых насосов является **возможность кондиционирования зданий** в летние месяцы.
- Реализация мероприятия возможно только одновременно (комплексно) или после выполнения мероприятий по термомодернизации ограждающих конструкций. В противном случае потребуется существенно бОльшая мощность теплонасосной установки.
- **Существующую систему теплоснабжения необходимо оставить в качестве резервной системы.** Учет возникающих при этом затрат, связанных с компенсацией теплоснабжающей компании постоянных затрат.
- Реализация мероприятия позволит достичь:
 - снижение в 2-3 раза платежи за теплоснабжение;
 - снижение на 15% ... 30% потерь тепловой энергии на отопление за счет автоматического регулирования теплового режима в помещениях.

- Первое препятствие – это **нестабильное напряжение** питающей сети. Частые просадки и скачки напряжения негативно влияют на работу драйвера. Поэтому выбирать нужно лампочки с широким диапазоном питающего напряжения (**176-264В**).
- Второе – **отсутствие естественного теплообмена** (конвекции воздуха). Данное препятствие проявляется при установке светодиодных ламп в настенные и потолочные светильники закрытого типа. Слабой конвекцией также обладают светильники, открытая часть которых **направлена вниз**, а цокольная – не имеет отверстий.
- Производитель указывает в спецификации **полный срок службы** светодиода. Однако необходимо обратить внимание на **эффективный срок службы** светодиодных светильников и ламп в соответствии со стандартом IES LM-80 (методы измерений светового потока led источников света). В соответствии с ним эффективный срок службы – это время, в течение которого световой поток снизится до 50% или 70% от начального значения и обозначается, соответственно, L50 и L70. Кроме этого, на эффективный срок эксплуатации влияет время, за которое выйдет из строя половина светильников по причине: низкой светоотдачи B50; неисправности в электрической цепи F50.

Зависимость яркости светильника LED в зависимости от времени эксплуатации и его температуры



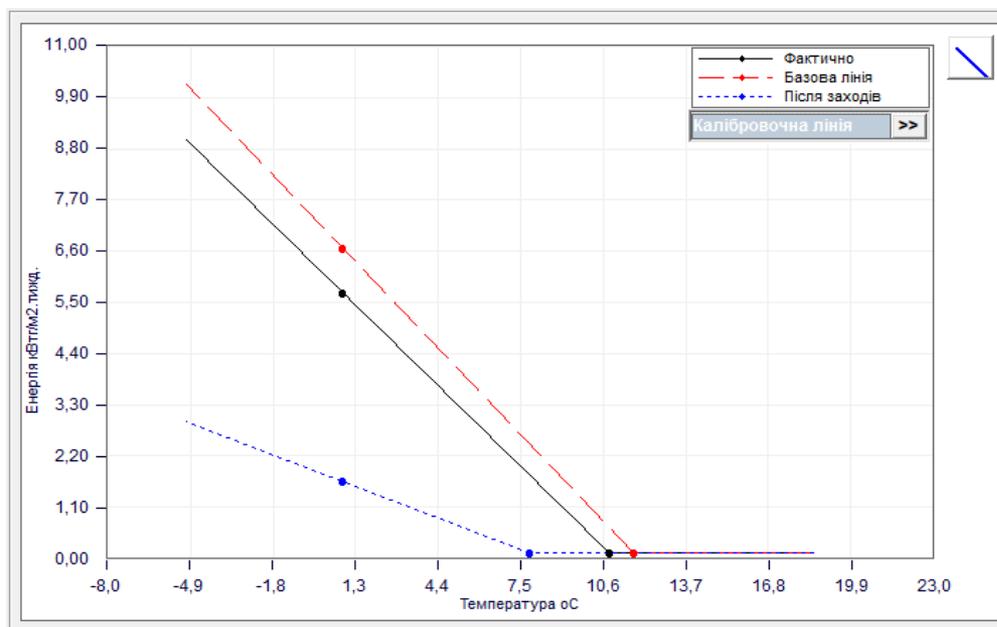
- В зданиях общественного сектора, как правило отсутствует отдельный учет расхода горячей воды. Необходимо установить расходомер на горячую воду.
- Реализация мероприятия позволяет:
 - обеспечить оперативный контроль и управление энергопотреблением, состоянием и режимами работы оборудования;
 - снизить затраты на эксплуатацию инженерных систем здания;
 - определить и устранить отклонения технологических параметров от заданных режимов.
- Целесообразно **объединить общественные здания однотипного использования в единый пул** с созданием системы диспетчеризации для удаленного контроля и управления энергопотреблением в зданиях, а также создание **мобильной эксплуатационно-ремонтной службы** для обслуживания энергопотребляющего оборудования, строительных и инженерных систем зданий.

Диаграмма зависимости целевого значения удельного потребления тепла от среднесуточной температуры наружного воздуха

Основной инструмент системы энергомониторинга - это диаграмма зависимости целевого значения удельного потребления тепла от среднесуточной температуры наружного воздуха.

каждое здание имеет свою форму данной кривой, отражающей индивидуальные особенности конструктива здания, его инженерного оборудования, а также окружающей среды

Ниже приводится данная кривая для здания, прошедшего модернизацию по Варианту 2



Дякую!

Владимир Усиевич

**Академія з питань відновлювальної енергії
(RENAC)**

Schönhauser Allee 10-11

D-10119 Berlin

Tel: +49 30 52 689 58-85

Fax: +49 30 52 689 58-99

info@renac.de

