

Международный протокол измерения и верификации показателей эффективности для жилых зданий (IPVM)

Алфио Галата (Alfio Galata)

AGsaving Srl – Via Zezio, 67 - 22100 COMO (Италия)

www.agsaving.it; alfio.galata@agsaving.it

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Необходимо дать четкую количественную оценку мерам повышения энергетической эффективности, а для этого нужно принять, подтвердить и проработать соответствующие стандартные методики расчета энергосбережения.

В настоящем документе описывается надежная и последовательная методика измерения и верификации (ИиВ), которую рекомендуется использовать в тех случаях, когда поставлена задача необходимо показать, как проводился расчет энергосбережения в жилых зданиях при условии, что проект охватывает здания, где необходимо провести модернизацию для сокращения энергопотребления, а также где энергопотребление можно оценить до и после модернизации.

Международный протокол измерения и верификации эффективности (IPVM) признан справочным документом, а методики протокола предназначены для использования (а) в проектах, которые осуществляют сбор данных по энергопотреблению, и (b) любыми лицами, заинтересованными в использовании результатов проекта для прогнозирования энергосбережения в других зданиях.

Считается, что протокол IPMVP служит образцом для оценки энергосбережения в сфере отопления и освещения.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективная программа обеспечения энергоэффективности или энергетической модернизации тем актуальнее, чем скромнее финансовые возможности лиц, принимающих решения. В первую очередь, сокращение расходов на энергообеспечение - в общих интересах пользователей (владельцев или нанимателей помещений в многоэтажных жилых домах), а стимулирование политики в области регенерации энергии (устранение препятствий и стимулирование инвестиций) – в общих интересах заинтересованных участников.

Практика показывает, что при попытке провести модернизацию, например, установить двойное остекление или счетчики тепла или утеплить здание снаружи или – самое простое – заменить топливо в отопительной системе на газ, очень сложно провести оценку, а иногда даже невозможно, поскольку отсутствует стандартная практика, нет стандартных правил, как проводить количественный анализ выгоды и окупаемости вложенных средств. Возможно, что Договор на повышение энергоэффективности (EPC) – это идеальный тип финансирования мер по рациональному использованию энергии. Энергосервисная компания (ЭСК) вкладывает средства в комплексную энергетическую программу, которая впоследствии окупается за счет экономии энергетических ресурсов. Для привлечения энергосервисной компании важнейшее значение имеет расчет реальной экономии энергии и оценки будущей экономии путем прогнозирования возможных корректирующих мер, поскольку эти показатели определяют целесообразность энергетической программы или вероятность финансовых потерь.

ИЗМЕРЕНИЕ И ВЕРИФИКАЦИЯ (ИиВ)

Общепризнано, что для довольно сложной системы, такой как здание, невозможно точно

рассчитать экономию энергоресурсов, поскольку при оценке используются допущения и экстраполирование (непрямой метод), и не всегда сами меры (прямой метод). Обычно в контексте строительства результаты энергосбережения – это, по сути, оценка на основе нескольких сценариев развития ситуации, которые отличаются с точки зрения точности, ограничений и стоимости реализации. Это прямо противоположно оценке эффективности конкретной системы или компонента (например, отопления, освещения и т.д.), где меньше произвольных факторов. Исходя из этого понятия, энергоэффективность необходимо рассчитывать с помощью методологического подхода (а) *основанного на рабочей гипотезе*, (b) *с подтвержденными и повторяемыми процедурами* и (c) *использующего стандартные методики измерения*.

Международный протокол измерения и верификации эффективности (IPVM), разработанный на международном уровне, сегодня становится эталонной методикой, используемой при заключении договоров на основе эффективности, и - в более общем смысле – в отношении мероприятий, продвигаемых энергосервисными компаниями. Этот протокол описывает стандартные процедуры, которые при реализации позволяют собственникам здания, энергосервисным компаниям и инвесторам проектов по повышению энергоэффективности (например, банкам) численно выразить эффективность мер по рациональному использованию энергии и соответствующее энергосбережение для оценки затрат и финансовых возможностей.

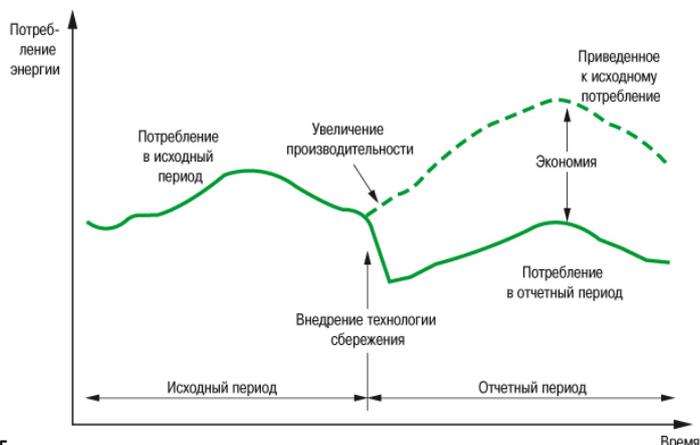
В соответствии с IPMVP энергосбережение рассчитывается путем сравнения энергопотребления для обоих сценариев «до» и «после», при этом цель мероприятий - энергосбережение. Сценарий до реализации проекта называется «исходный уровень», а время расчета энергопотребления при этом называется «исходным периодом»; сценарий после реализации проекта называется «приведенным уровнем», а время, для которого рассчитывается экономия энергоресурсов, называется «периодом анализа».

Концепция «меры вмешательства в целях рационального использования энергии» значима для IPMVP, поскольку это понятие описывает любые «меры энергосбережения», реализуемые в рамках проекта, которые, как ожидается, приведут к энергосбережению^[1]. Меры энергосбережения – это либо: (a) *мера, которая стимулирует деятельность конечных пользователей в области потребления энергии*, либо (b) *прямое воздействие проекта для сокращения энергопотребления*.

В отношении любых мер энергосбережения «важно отличать эффект проекта по энергосбережению в смысле экономии энергии от других изменений, происходящих в это же время и влияющих на системы, потребляющие энергию».

Понятие «независимой переменной» учитывает любой фактор (факторы могут классифицироваться как «обычно изменяемые» и «обычно неизменяемые»), оказывающий существенное влияние на энергопотребление. Когда имеется ссылка на независимую переменную, подразумевается, что она влияет на энергопотребление.

На рисунке справа показан основной график IPMVP.



^[1] термин ESI следует использовать, как и друг (IPMVP); меры повышения энергоэффективности - EEI measure (EN16212); индикатор энергоэффективности – EnPI (ISO15001); мера обеспечения энергоэффективности - EEM; возможности энергосбережения - ECO.

Это пример истории энергопотребления, где показан исходный период энергопотребления, определенное время, когда реализуются меры энергосбережения, и два варианта энергопотребления после реализации мер энергосбережения: один реальный и один приведенный.

В соответствии с IPMVP различие между реальным и приведенным графиком – это энергосбережение или энергопотребление, которого удалось избежать.

Таким образом, энергосбережение можно рассчитать с помощью общего уравнения, указанного ниже:

$$\text{Энергосбережение} = \text{Энергопотребление или потребности в энергии за исходный период} - \text{Энергопотребление или потребности в энергии за период анализа} \pm \text{Поправки} \quad (1)$$

Уравнение (1) становится более конкретным, если определить типы поправок [2]:

- Обычные изменяемые: учитывать любые факторы, влияющие на энергопотребление, которые, как ожидается, естественным образом могут измениться в течение периода анализа, например, погодные условия или выработка энергии. Для внесения поправок можно использовать разнообразные методики; от простого постоянного значения до сложных нелинейных уравнений с несколькими параметрами, сопоставляющими энергопотребление с одной или более независимыми переменными.
- Обычно неизменяемые: учитывать любые факторы, влияющие на энергопотребление, которые, как ожидается, при обычном течении дел не должны измениться, например, размер сооружения, проект и функционирование установленного оборудования, поведение жильцов. Изменение этих статических факторов будет контролироваться в течение всего периода анализа.

Тогда уравнение (1) приобретает следующий вид:

$$\text{Энергосбережение} = (\text{Энергопотребление исходного периода} - \text{Энергопотребление периода анализа}) \pm \text{Изменяемая поправка} \pm \text{Неизменяемая поправка} \quad (2)$$

На самом деле, в контексте независимой переменной энергосбережение рассчитывается следующим образом:

Отсутствие вмешательства: Энергопотребление в соответствии с прогнозом на «период анализа».

После вмешательства: Энергопотребление в соответствии с измерениями за «период анализа».

Принимая во внимание эти формулы и понятия, в рамках IPMVP предлагаются следующие методики измерения:

- корректировка автоматически снятых показаний (оборудование в здании) в соответствии со счетами за электричество, воду, газ и т.д. и счетами поставщиков топлива или снятие показаний счетчиков.
- изолировать *меры энергосбережения* от остального здания: измерения могут проводиться периодически с короткими интервалами или постоянно в течение всего *исходного периода* и *периода анализа*.
- выделить измерения, которые будут использоваться для расчета *энергопотребления*: например, оборудование для измерения электрической нагрузки

[2] в зависимости от сценария может потребоваться определить среднее значение или скорректировать значения в соответствии с Моделью энергопотребления. Единицы измерения могут быть [кгСО₂/день] или [кВт·ч/год] и т.д.

и времени работы не будет зависеть от других параметров, играющих роль в расчете энергопотребления.

- измерения на *посреднических устройствах*, которые отражают реальное *энергопотребление*: например, если энергопотребление двигателя соотносится с выходным сигналом привода с регулируемой скоростью, управляющего двигателем, выходной сигнал может считаться посредником для определения энергопотребления двигателя.

Как уже говорилось выше, и модель исходного уровня, и модель после проведения мер энергосбережения можно основывать на допущениях и способах измерения, даже совсем разных. Чтобы каким-то образом ограничить такой произвольный характер рассуждений, в IPMVP выделяется четыре отдельные методики, связанные с 4 вариантами ИиВ.

IPMVP Вариант А – Выделение модернизации: измерение только ключевых параметров

Выделение энергосберегающих мероприятий, измерение самых важных параметров и оценка прочих параметров.

Особенности: *Экономия энергии* определяется на основании полевых измерений ключевых параметров эффективности, которые оказывают влияние на *энергопотребление* систем(ы), затронутых энергосберегающими *мероприятиями*. Частота измерений варьирует от дискретной до постоянной, в зависимости от ожидаемых изменений измеряемого параметра и длительности *периода анализа*. Неизмеренные параметры оцениваются; оценки могут основываться на исторических данных, технических характеристиках производителя оборудования или инженерной оценке. В документации по процедуре ИиВ необходимо отобразить все допущения; *оценочный* параметр необходимо обосновать и тщательно проанализировать погрешности, исходя из того, что общая погрешность в связи с допущениями должна оказывать минимальное значение на результаты.

Сбережение: инженерный расчет для исходного и отчетного периодов, с *изменяемыми* и *неизменяемыми поправками* для ключевого рабочего параметра(параметров) и оценочные значения.

Затраты: в пределах от 1 до 5 [%] общей стоимости проекта на работу по ИиВ, но сумма серьезно зависит от количества замеряемых параметров.

Типичное применение: замена осветительных приборов на приборы с большей энергоэффективностью. Модернизация освещения, где передаваемая мощность является ключевым параметром эффективности, который измеряется периодически. Оценить часы работы освещения на основании планов стройки и поведения жильцов.

IPMVP Вариант В - Выделение модернизации: измерение всех параметров

Выделение энергосберегающих мероприятий и измерение всех параметров, влияющих на результаты анализа за отчетный период.

Особенности: *Энергосбережение* определяется путем полевых измерений энергопотребления системой(ами), затронутой энергосберегающими *мероприятиями*. Измерения производятся преимущественно в период после установки, и граничную структуру измерять не требуется. Частота измерений варьирует от дискретной с короткими перерывами до постоянной, в зависимости от ожидаемых изменений энергопотребления и запланированной длительности периода анализа. Допущения в таком случае не нужны.

Сбережение: расчет для исходного и отчетного периодов с инженерными расчетами посредников энергопотребления. Изменяемые и неизменяемые корректировки применяются по необходимости.

Затраты: в пределах от 3 до 10 % общей стоимости проекта на работу по ИиВ, но сумма серьезно зависит от количества замеряемых параметров избранной системы.

Типичное применение: Замена привода с изменяемой скоростью и элементов управления

для регулировки напорного течения. Измерение электрической мощности [кВт] с помощью счетчика, установленного на источнике тока, показания снимаются каждую минуту. В течение исходного периода такой счетчик должен работать в течение недели для проверки постоянной нагрузки, а в течение периода анализа – для отслеживания различий в энергопотреблении.

IPMVP Вариант C – Целый объект (здание)

Энергосберегающие мероприятия не выделяются. Измерения проводятся на уровне объекта, системы или подсистемы.

Особенности: *Энергосбережение* определяется путем измерения энергопотребления на целом объекте или на уровне части объекта. В течение всего периода анализа постоянно замеряется энергопотребление.

Сбережение: расчет данных для исходного и отчетного периодов для всего объекта на основании показаний счетчиков (воды, газа и т.д.) с помощью таких способов как простое сравнение или регрессионный анализ. Изменяемые корректировки – по мере необходимости.

Затраты: в пределах от 1 до 10 % общей стоимости проекта на работу по ИиВ, но сумма серьезно зависит от количества и сложности анализа.

Типичное применение: Многосторонняя программа повышения энергоэффективности, затрагивающая множество систем объекта. Измерение затрат энергии с помощью газовых и электрических счетчиков в течение 12 месяцев исходного периода и в течение всего периода анализа.

IPMVP Вариант D – Моделирование с поверкой

Моделирование объекта, системы или подсистемы.

Особенности: *Сбережение* определяется путем моделирования энергопотребления всем объектом или его частью. Демонстрируются программы моделирования, чтобы правильно смоделировать реальные энергетические характеристики объекта по результатам измерений. Этот вариант обычно требует серьезных навыков в области точного моделирования.

Сбережение: Моделирование энергопотребления с поверкой ежечасно или ежемесячно по данным счетов за газ, воду и т.д. Для уточнения входных данных можно использовать счетчики, находящиеся у конечного пользователя.

Затраты: в пределах от 3 до 10 % общей стоимости проекта на работу по ИиВ, но сумма серьезно зависит от количества и сложности моделируемых систем.

Типичное применение: Многосторонняя программа повышения энергоэффективности, затрагивающая множество систем объекта, в которой в течение исходного периода счетчиков не было. Измерения энергопотребления после установки газовых и электрических счетчиков используются для поверки модели. Энергопотребление в течение исходного периода, полученное с помощью выверенного моделирования, сравнивается со смоделированным значением энергопотребления для периода анализа.

Варианты от А до С различаются постепенно возрастающей стоимостью и сложностью. При этом вариант D скорее характеризуется возможной зависимостью результатов от чувствительности поверки и навыков специалиста, выполняющего поверку.

IPMVP для СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

Принимая во внимание весь этаж жилого здания, задача - измерить эффект мероприятия путем оценки потребления тепла после установки термостатических клапанов с автоматическим управлением при соблюдении определенных правил.



Применявшаяся в данном случае технология состоит в том, что выбирают три разных помещения в разных квартирах разного назначения, с различными климатическими условиями (экспозицией), чтобы рассчитать сбережение для каждого помещения и экстраполировать результаты на все здание.

В каждом помещении две батареи отопления. Для включения/выключения термостатических клапанов на заданных настройках были установлены следующие правила (ПИД-сигнал):

PID < 33% R1 & R2 = ВЫКЛ; 34% < PID < 66% R1 = ВКЛ & R2 = ВЫКЛ; PID > 66% R1 & R2 ВКЛ(3)

Нагревательную способность каждой батареи рассчитывали с помощью формулы^[3]:

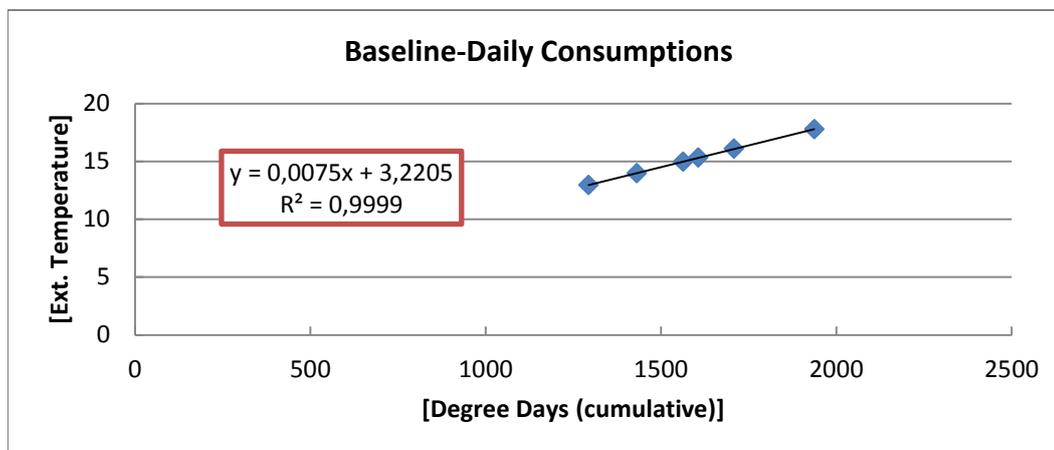
$$Q_{(\Delta t)} = Q_n * (\Delta t / 50)^n \quad (4)$$

Где, Q_n – номинальная мощность батареи, ΔT – разница между средней температурой в помещении и запроектированной температурой, $50 = [70 \text{ °C} - 20 \text{ °C}]$, а n – это последовательный номер батареи отопления в помещении.

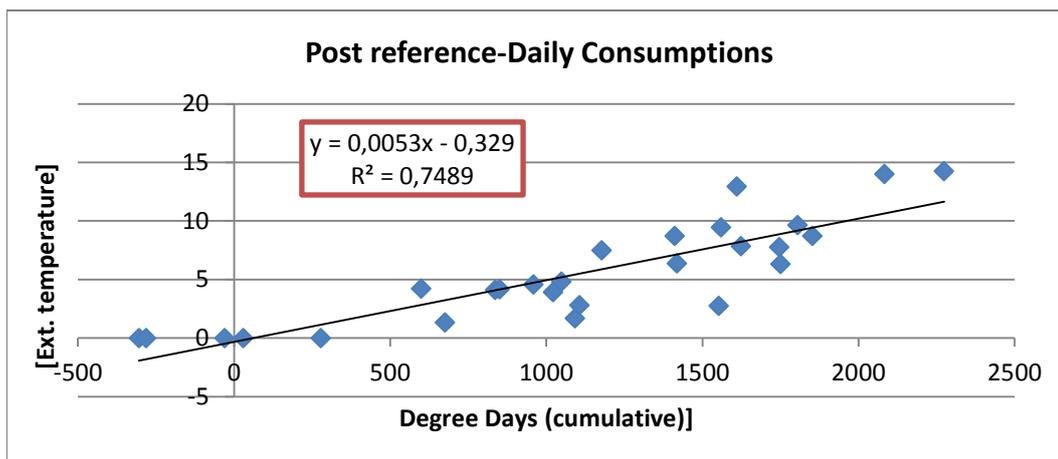
Экспериментальные данные собирались с частотой один раз в 5 минут за период с 5 по 29 марта 2013 года, *исходный период* – это период с 5 по 13 марта, а *период анализа* - это период с 14 по 29 марта.

Регрессионный анализ, проводившийся в каждом помещении – нормализация и сопоставление энергопотребления для двух различных периодов, – принимает во внимание индекс промерзания и наружные температуры. На графиках ниже приведены результаты как для *исходного периода*, так и для *периода анализа*.

Помещение №10 (восточная сторона)



^[3] Università degli Studi di Trieste - APPUNTI DI TRASMISSIONE DEL CALORE - Corso di Fisica Tecnica per Ingegneria Industriale – Prof. Ezio Zandegiacomo

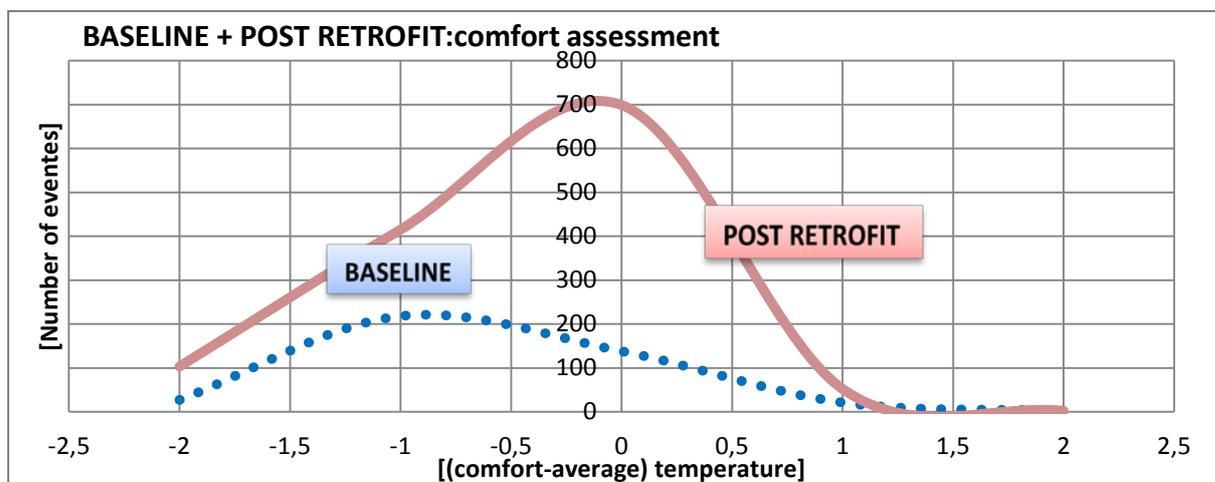


Ext. temperature	Наружная температура
Baseline-Daily consumption	Ежедневное потребление – Исходный уровень
Degree days (cumulative)	Индекс промерзания (совокупное значение)
Post reference- Daily consumption	Ежедневное потребление – После проведения мероприятия

Годовая экономия энергии для помещения, рассчитанная посуточно по уравнению (4), приведена в таблице ниже.

Энергопотребление и энергосбережение			
Исходный уровень [кВт·ч]	Период анализа (после вмешательства) [кВт·ч]	Сбережение [кВт·ч]	Сбережение [%]
91,01	48,83	42,18	46,3%

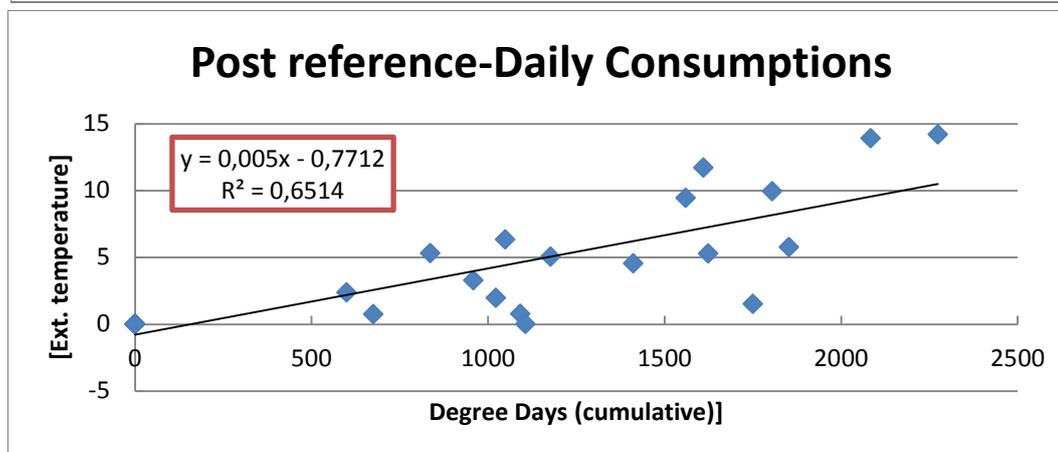
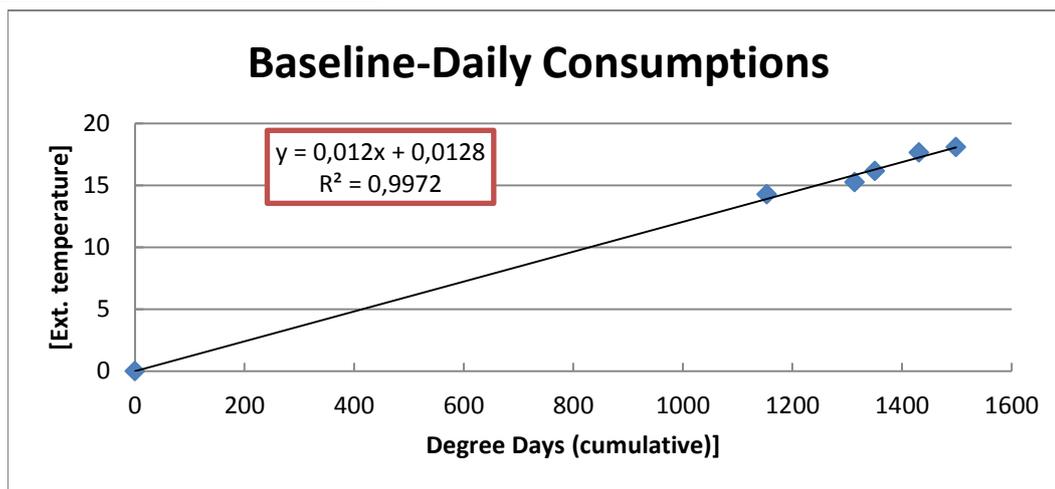
Также проводилась оценка теплового комфорта для тех же самых исходного и отчетного периодов.



BASELINE + POST RETROFIT: comfort assessment	ИСХОДНЫЙ УРОВЕНЬ + ПОСЛЕ МОДЕРНИЗАЦИИ: оценка комфорта
--	--

Number of events	Количество случаев
Baseline	Исходный уровень
Post retrofit	После модернизации
(Comfort-average) temperature	(Комфортная-средняя) температура

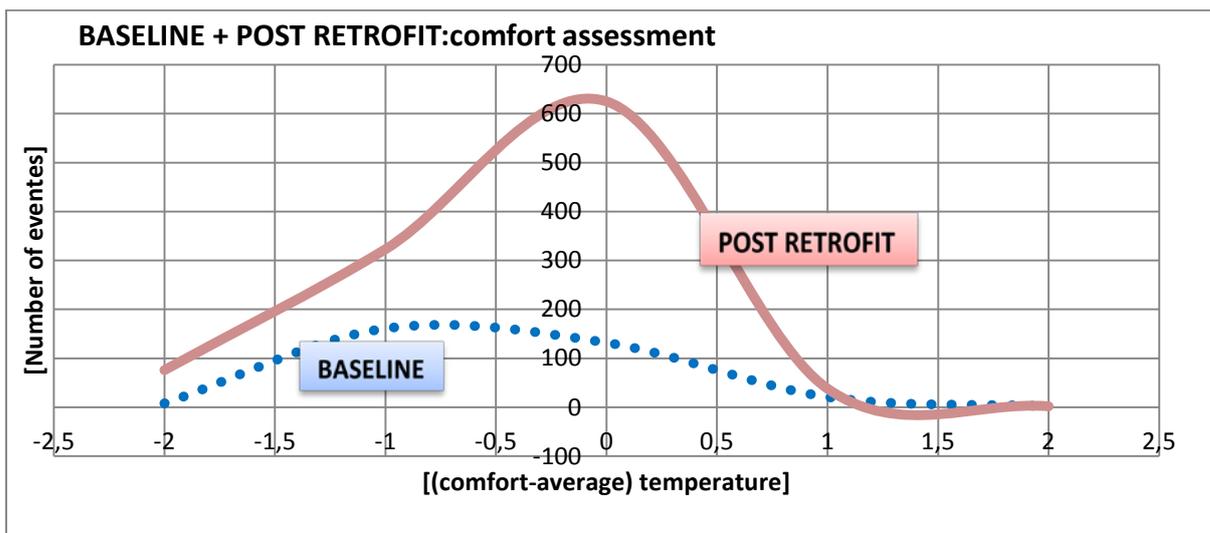
Помещение #3 (южная сторона)



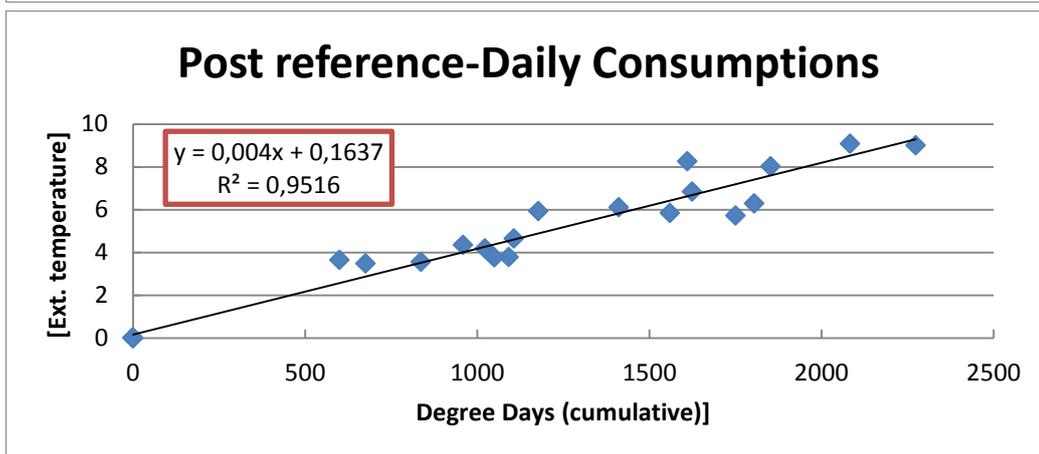
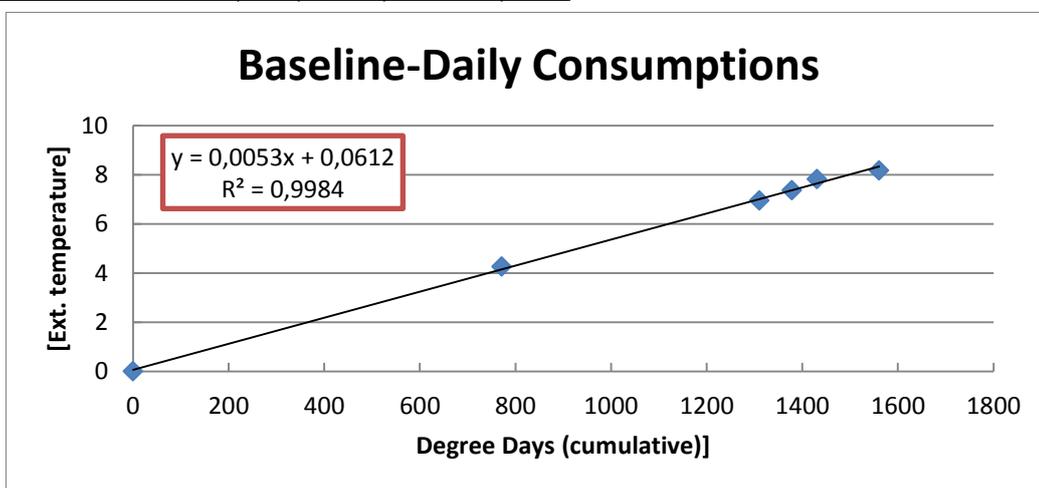
Годовая экономия энергии помещения, рассчитанная посуточно с учетом уравнения (4), приведена в таблице и показана на графике ниже.

Энергопотребление и энергосбережение			
Исходный уровень [кВт•ч]	Период анализа (после вмешательства) [кВт•ч]	Сбережение [кВт•ч]	Сбережение [%]
81,35	31,87	49,48	60,8%

Также проводилась оценка теплового комфорта для тех же самых исходного и отчетного периодов с учетом различий между температурами в помещении и значениями комфортности (заданные значения).



Вход в помещение / коридор (северная сторона)

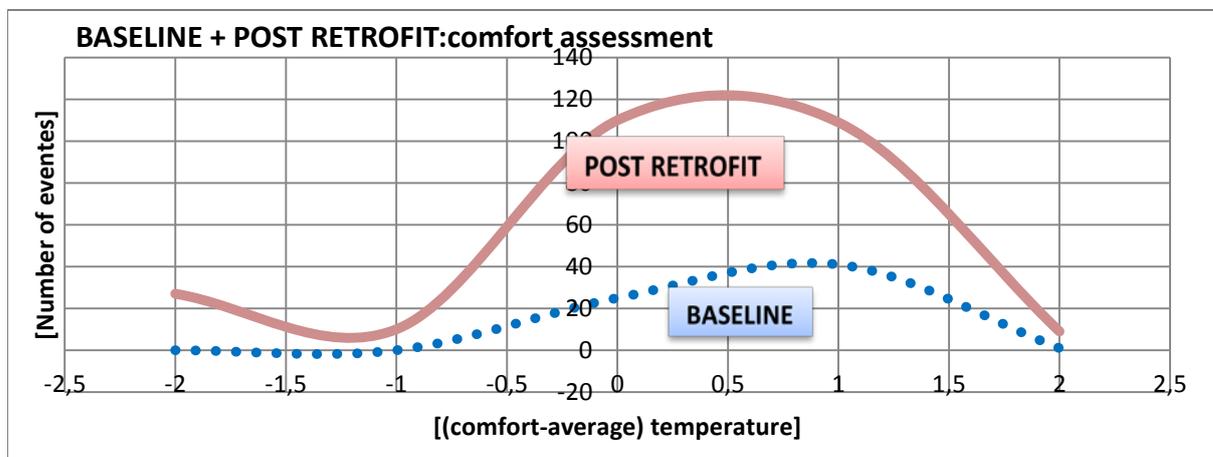


Годовая экономия энергии для помещения, рассчитанная посуточно с учетом уравнения (4), и оценка комфортности приведены в таблице и показана на графике ниже.

Энергопотребление и энергосбережение			
Исходный уровень [кВт•ч]	Период анализа (после вмешательства) [кВт•ч]	Сбережение [кВт•ч]	Сбережение [%]

34,56	25,98	8,58	24,8%
-------	-------	------	-------

Также проводилась оценка теплового комфорта для тех же самых исходного и отчетного периодов с учетом различий между температурами в помещении и значениями комфортности (заданные значения).



Результаты

Автоматическое управление отоплением в изучаемых помещениях обеспечивает **энергосбережение в пределах от 24% до 60%**, и при этом в целом хорошо поддерживается тепловой комфорт в помещении.

При установке термостатических клапанов на все батареи отопления и систем автоматического управления во всех квартирах/комнатах, так как общая площадь поверхности здания составляет 69 000 м³, и в 2012 году [4] (согласно счетам) потребление газа составило 41 447 ст.м³ на сумму 34 547 евро, **потенциальное энергосбережение составит от 9947 ст.м³ до 24 868 ст.м³ газа, а затраты снизятся с 8292 до 20 728 евро, соответственно.**

По оценкам **затраты на установку оборудования составляют 27 000 евро** [15 000 евро (оборудование) + 7 000 евро (установка) + 5000 евро/в год (общий договор на обслуживание на 10 лет)], в результате – **период окупаемости варьирует в пределах от 1,3 ÷ 3,3 лет, без учета возможных налоговых льгот.**

IPMVP для СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

В данном разделе предлагается последовательная методология и варианты реализации IPMVP для расчета энергопотребления и энергосбережения и оценки зрительного комфорта в помещении в результате модернизации светильников и светотехнической аппаратуры. Модернизация состоит в реализации системы управления, которая включает/выключает освещение, отслеживая присутствие людей и уровни освещенности в помещении.

Первый способ: «энергопотребление этажа в зависимости от внешнего освещения за длительный период времени»

Данная методика включает следующие ключевые элементы:

- определение двух различных периодов: одна неделя – *исходный период* и следующая неделя как *период после модернизации* (период анализа);
- базовые измерения – это потребление электричества для площади целого этажа (прямые показания или сумма



[4] 41,447 ст.м³ газа соответствует 304 306 кВт·ч первичной энергии с учетом индекса промерзания местности,

показаний отдельных квартир) и уровень наружной освещенности:

- все измерения проводились с частотой каждые 5 минут;
- для обоих периодов необходимо одинаковое количество проживающих в помещениях.
- *Исходный уровень и уровень после модернизации* меняются еженедельно, как показано ниже;

Исходный уровень:

Неделя №1: ручное управление (любое автоматическое управление = ВЫКЛ)

После модернизации (период анализа):

Неделя №2: автоматическое управление = ВКЛ

Неделя №3: автоматическое управление = ВЫКЛ

Неделя №4: автоматическое управление = ВКЛ

и др.

Для нормализации и сравнения энергопотребления за два разных периода, учитывая различные уровни наружного освещения, **при использовании этого метода требуется провести регрессионный анализ с учетом условий наружной освещенности.** Недостаток этого метода – возможно высокие затраты на измерение уровня наружной освещенности, но эти данные можно получить в ближайшей метеостанции.

Второй способ: «параллельное прямое сравнение похожих помещений»

Этот способ должен включать следующие основные элементы:

- Определение двух помещений с похожими условиями (ориентация, то же количество окон, то же количество светильников, тот же цвет стен, те же светильники) для сравнения;
- Определение одного периода анализа: возможно длительного (например, 1 месяц);
- Косвенное измерение энергопотребления с учетом статуса (ВКЛ/ВЫКЛ) каждой цепи освещения, длительность периода ВКЛ и ВЫКЛ, снижение мощности электропитания и мощности светильников (по итогам энергоаудита).
- Выгода, оцениваемая как прямое сопоставление результатов *исходного уровня и после модернизации.*

Исходный уровень:

Ручное управление (любое автоматическое управление = ВЫКЛ в обоих помещениях).

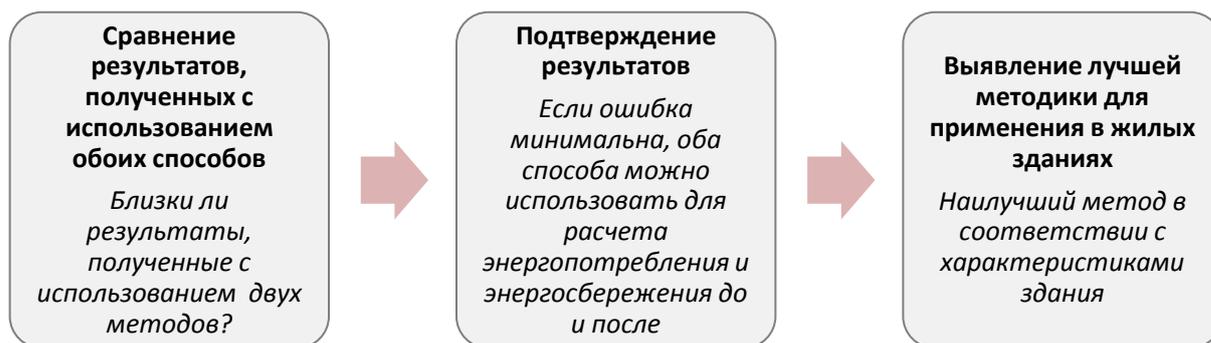
После модернизации (период анализа):

Автоматическое управление = ВКЛ в обоих помещениях.

При использовании этого способа **необходимо, чтобы помещения были похожи** (то же окно, та же ориентация, аналогичное использование или количество проживающих). Недостаток в том, что необходимо найти два по-настоящему похожих помещения.

Оценка методики

Цель – выбрать наиболее подходящую методику получения достоверных результатов и использовать лучшую методику для других жилых зданий с аналогичными свойствами.



Ежегодное энергопотребление во внутренних помещениях (например, этаж или комнаты) необходимо рассчитывать по отдельности путем умножения суточных значений на количество дней. Ежегодное энергосбережение для всего здания рассчитывают как соотношение к оставшимся освещенным поверхностям, путем объединения типов помещений и относительного сбережения.

Оценка зрительного комфорта

Чтобы оценить зрительный комфорт, не оказывая негативного влияния на энергопотребление для освещения и энергосбережение как в течение исходного периода, так и после модернизации, необходимо проводить измерения внутренней освещенности (люкс), причем частота снятия показаний должна быть аналогична другим измерениям (например, каждые 5 минут). При определении комфортного уровня используется пороговое значение (например, 250 ± 100 люкс), случаи соответствия зоне комфорта, значения ниже, или выше этого уровня необходимо сгруппировать. С помощью графического анализа можно оценить, эффективно ли автоматическое управление в контексте зрительного комфорта. На примере внизу показаны возможные результаты анализа контролируемых данных о присутствии по сравнению с комфортным уровнем освещения в течение дня.

Уровни освещения [люкс]	Исходный уровень [число случаев]	После модернизации [число случаев]	Автоматическое управление [установлено правило]
0			ВКЛ
25			ВКЛ
50			ВКЛ
75			ВКЛ
100			ВКЛ
125	1		ВКЛ
150	2		БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ
175	1		БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ
200	3		БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ
225	2	2	БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ
250	45	34	БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ
275	32	21	БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ
300	21	3	БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ
325	2	1	БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ

350	1	2	БЕЗ ИЗМЕНЕНИЙ
375	1	1	ВЫКЛ
>40		1	ВЫКЛ

Что нужно для реализации IPMVP и контрольный список

- **Общие**

Наличие автоматической системы управления, которую можно включить/выключить (то есть такая система должна позволять ручное и автоматическое управление)

- **Отопление: измерение** (например, каждые 5 минут)

- наружная температура
- температура в помещении
- термостатический клапан ВКЛ/ВЫКЛ
- датчик присутствия
- заданная точка
- тепловая мощность

- **Освещение: измерение** (например, каждые 5 минут)

- датчик присутствия (то же, что используется для термоконтроля)
- состояние цепей освещения ВКЛ/ВЫКЛ
- количество минут, когда цепи освещения были включены (а также совокупные данные с начала или за день)
- освещенность в помещении
- заданная координата
- затемнение (опция)
- электропитание освещения каждой цепи (по результатам энергетического аудита)
- внешний уровень освещенности (эти данные можно получить в ближайшей метеостанции [⁵]).

Контрольный список (аудит) до проведения IPMVP

- карты автоматизированного проектирования **CAD maps**
- использование помещения и профиль заселенности (ориентировочно)
- батареи отопления: количество, положение, размеры, элементы, тип, температура. Предложение: обследование температуры батареи отопления необходимо проводить на предельной и постоянной мощности;
 - расположение датчиков: температура, наличие и яркость, счетчики и т.д.
 - цепи освещения: тип и количество светильников и единиц электропитания
 - фотосъемка подсистемы в каждом помещении
 - использование других устройств (например, электрообогреватель, неконтролируемые лампы и др.), которые могут выступать коэффициентом шума в рамках оценки;
- стратегия управления, определенная в данных целях;
- проверить качество данных для обоих периодов (например, при отсутствии зарегистрированных данных или в случае неполноты набора данных). Большое значение имеет надежность потока данных, и необходимо предусмотреть некоторые методики резервирования на случай аварии: электричество (местные) и интернет (например, если данные в реальном времени передаются на удаленную платформу);

[⁵] если таких данных не существует, их можно рассчитать на основании других переменных, например, солнечной радиации и влажности (<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12273-013-0133-8>)

- провести беседу с пользователями и управляющими энергетическим хозяйством о переключении с автоматического на ручное управление и правилах для пользователей (например, стараться не прикасаться к переключателям и не изменять заданные точки и т.д.).

ВЫВОДЫ

Протокол IPMVP широко признан как стандарт для расчета энергопотребления и связанного с ним энергосбережения при модернизации или оптимизации программы по управлению энергопотреблением. В целом, этот протокол имеет отношение ко всем отраслям, связанным с использованием энергии – промышленность и строительство. В данном документе описывается общая методология протокола и варианты его использования в жилищном секторе. Более того, здесь приведены конкретные примеры расчетов энергопотребления для нужд отопления и освещения до и после модернизации. Пример расчета экономии тепловой энергии основан на практическом опыте, а пример с освещением – лишь одно из предложений.

В первую очередь, этот документ предназначен для того, чтобы содействовать использованию протокола IPMVP в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Повышение энергетической эффективности жилых зданий в Республике Беларусь» для расчета текущих и будущих возможностей энергосбережения, а также, чтобы послужить отправной точкой для обсуждения между партнерами проекта, которое позволит определить сходства и различия существующего жилого фонда.

ССЫЛКИ

- [1] IPMVP: <http://www.evo-world.org/> и <http://www.ipmvp.org/>
- Том I: Понятия и варианты вычисления энергосбережения и экономии воды
 - Том II: Понятия и варианты улучшения качества среды в помещении
 - Том III: Применение
 - Понятия и практика для вычисления энергосбережения в строительстве новых зданий
 - Понятия и практика для вычисления энергосбережения в случае применения возобновляемых источников энергии.
- [2] eeMeasure – онлайн-ресурс для расчета и регистрации результатов энергосбережения.
<http://eemeasure.smartspaces.eu/eemeasure/generalUser/>.
empirica Gesellschaft für Kommunikations- und Technologieforschung mbH.
- [3] проект ЕС: *VERYSchool: Valuable EneRgy for a smart School*, номер соглашения о выделении гранта: 297313. *Результаты проекта: D2.3 Планирование измерений и верификации для школ.*