

С.В. Гужов
Старший преподаватель ФГБОУ ВПО "НИУ "МЭИ",
к.т.н., Master of Business Administration (MBA)

Особенности расчёта базовой линии и верификации данных при заключении энергосервисного контракта

Начиная с момента постройки первого здания и до наших дней инженеров и специалистов эксплуатирующих служб волнует несколько вопросов, касающихся повышения надёжности, снижения затрат, повышения срока эксплуатации вверенных инженерных систем. Начиная с момента принятия 261-ФЗ «Об энергосбережении...» года все эти задачи могут быть решены путём применения механизма энергосервисного контракта (ЭСКО). Договор на оказание энергосервисных услуг может включать как требование снижения потребления объёма энергоресурсов за счёт внедрения энергосберегающих технологий, так и условие эксплуатации установленного оборудования средствами и силами энергосервисной компании на всём протяжении срока действия ЭСКО.

На момент начала 2014 года практике российского энергосервиса известны успешные проекты, реализованные на основе использования автоматизированных узлов регулирования температуры теплоносителя в индивидуальных тепловых пунктах, использовании устройств рекуперации низкопотенциального тепла, тепловых насосов, нормализаторов показателей качества электрической энергии, внедрения энергоэффективных источников света в уличном и внутридомовом освещении, систем управления освещением, устройств автоматизации водораздачи в раковинах, раскателей потока воды и пр. Некоторые проекты, относящиеся к категории низкочастотных быстрокупаемых (до года) [1], уже завершены.

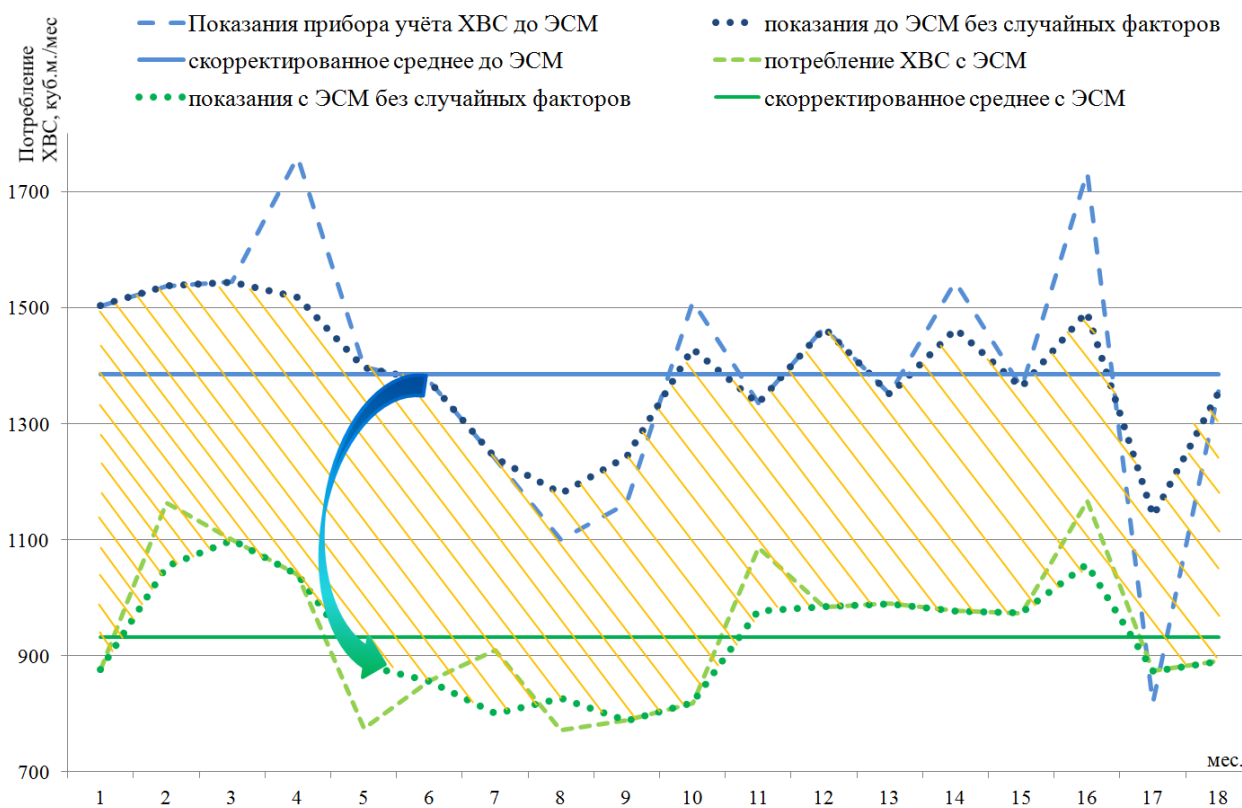
Практически по всем договорам прошли первые выплаты. Сумма платежа в пользу энергосервисной компании (ЭСКО) по условиям договора вычисляется, например, как размер ежемесячной экономии энергетического ресурса в денежном выражении, который должен обеспечиваться Исполнителем в результате исполнения настоящего Контракта на энергосервис. Для быстрокупаемых проектов размер таких выплат рассчитывается достаточно легко. Для проектов со сроком окупаемости более года необходимо учитывать такие факторы как инфляция и её изменчивость во времени, необходимость планового обслуживания, а значит срок простоя, энергосберегающего оборудования, вопросы изменения объёмов потребления энергоресурса зданием от года к году.

Расчёт с целью актуализации объемов потребления каждого вида энергетического ресурса в натуральном и финансовом выражении относительно момента до реализации Исполнителем определенного ЭСКо перечня энергосберегающих мероприятий (ЭСМ), направленных на повышение энергетической эффективности, называется определением базового уровня. Реализация настоящего расчёта происходит с использованием методик определения сопоставимых условий [2], [3], разработанная для российских условий. Подобные нормативные документы разработаны также и для определения экономического эффекта в странах Европы [4].

Описываемая в документах оценка предусматривает определение технического эффекта при снижении потребления энергоресурса от начального уровня, определённого до внедрения ЭСМ, до уровня энергопотребления после установки энергосберегающего оборудования (рис. 1). В качестве объекта в примере взято здание бассейна общей площадью 2 тыс.кв.м. ЭСМ – комплекс мероприятий по улучшению системы циркуляции и очистки воды чаши бассейна, установке устройств автоматического отключения горячей (ГВС) и холодной (ХВС) по времени в душевых.

Рисунок 1.

Простейший способ определения экономии от ЭСМ.



Описываемая в российских документах последовательность определения технического эффекта достаточно проста:

1. Определить ежемесячное потребление энергоресурса (на рис. 1 – потребление ХВС) до и после реализации энергосберегающих мероприятий (штриховые линии);
2. Для обоих случаев устранить случайные факторы и привести потребление ХВС после реализации ХСВ к базовому уровню момента до ЭСМ (пунктирные графики);
3. Площадь между графиками, рассчитанными в сопоставимых условиях, (оранжевая штриховка) есть технического эффект;
4. Пересчёт технического эффекта для каждого месяца с учётом тарифов на ХВС позволит рассчитать ежемесячный объём платежей в пользу ЭСК.

Такой подход имеет вполне определённые преимущества и недостатки.

К преимуществам можно отнести такие факторы как:

- относительная простота и малое время расчёта;
- небольшое количество исходных данных для расчёта в сопоставимых условиях;

К недостаткам:

- методика не может быть использован для «абстрактного» здания, поскольку требует определённой дополнительной информации по инженерным системам и их изменениям;
- методика не учитывает такие разовые случайные расходы энергоресурса, как утечки, аварии, влажная генеральная уборка, устройство зимнего открытого катка, остановку здания на плановый ремонт и пр.
- методика не учитывает погрешность прибора учёта;
- необходимо не только качественно, но и количественно знать результаты текущих изменений, ремонтов, графиков использования ХВС;
- методика не учитывает фактов плановых отключений ГВС и ХВС и связанное с ними существенное месячное изменение потребления ХВС;
- методика не использует экономические критерии. Например, для расчёта дисконтированного срока окупаемости должен быть дополнен соответствующими формулами.

Приведённый способ наиболее удобен для краткосрочных и технологически несложно оцениваемых ЭСМ, реализуемых в малых и средних зданиях. В случае длительного расчёта или модернизации большой и сложной инженерной системы велика вероятность возникновения

значительно ошибки, что приведёт к недопустимой для сторон договора погрешности при осуществлении финансовых расчётов.

С целью нивелирования перечисленных недостатков случаев необходимо предварительно произвести отсев показаний, несущих в себе заранее известные нетиповые случаи. Одновременно с этим возникает вопрос о минимально необходимом числе экспериментов на действующем здании в условиях современного рынка энергосберегающих услуг.

В практике определения базовой линии при верификации данных для определения среднесрочного и долгосрочного экономического эффекта от внедрённого энергосберегающего мероприятия можно выделить 3 типовых случая, напрямую соотносящихся с типом исследуемого энергетического ресурса:

I. Сезонная зависимость (характерна для графиков потребления тепловой энергии)

Выявление базовой линии при анализе графика энергопотребления, обладающего сезонной зависимостью, как правило, ограничен 3-5 годами. Причин тому несколько:

- увеличение износа АУУ или элеваторного узла, снижение чувствительности;
- ухудшение состояния и теплоизолирующих свойств ограждающих конструкции здания;
- произошедшие за выбранный период изменения (установка новых окон, замена радиаторов батарей, промывка системы отопления, перенастройка автоматики АУУ, замена приборов учёта на счётчики с более высоким классом точности и пр.);
- возможное отсутствие или недостоверность имеющихся данных по показаниям приборов учёта за истекшие периоды и т.п.

Поскольку отопительный сезон для Москвы усреднённо можно принять с октября по апрель включительно, то установившийся отопительный режим можно принять с ноября по апрель включительно (точно 241-243 дня).

Таким образом, для системы отопления здания при определении базовой линии можно обрабатывать от 18 (для 3 лет) до 30 (для 5 лет) показаний месячного теплопотребления.

II. Недельная зависимость (характерна для графиков потребления электрической энергии, газа, водных ресурсов для зданий с графиками нагрузок, повторяющихся каждые 7 дней).

Примером может служить электропотребление в ВУЗе или школе, когда расписание занятий, а значит и длительность активного использования электрооборудования, повторяются еженедельно.

Для вычисления базовой линии проводятся предварительные испытания оборудования. Длительность тестовых испытаний составляет обычно 2 недели. При этом данные считаются условно усреднёнными и объединяются в одну статистическую линию. Базовая линия, полученная таким способом, не является верной. Для получения результатов с достоверностью не менее 90%, необходимо основываться не менее чем на 5 показаниях, что равносильно длительности испытания в 5 недель.

III. Суточная зависимость (характерна для осветительной нагрузки, например, в больницах и общежитиях, для уличного городского освещения и т.д.).

Характерна для нагрузки, работающей ежедневно, в одном режиме, одинаковое число часов за исключением выходных. Является наиболее простым и удобным для определения базовой линии зависимостью. В случае тестовых испытаний длительностью в 2 недели, выявляются 10 измерений, позволяющие рассчитывать данные с уровнем достоверности 95%.

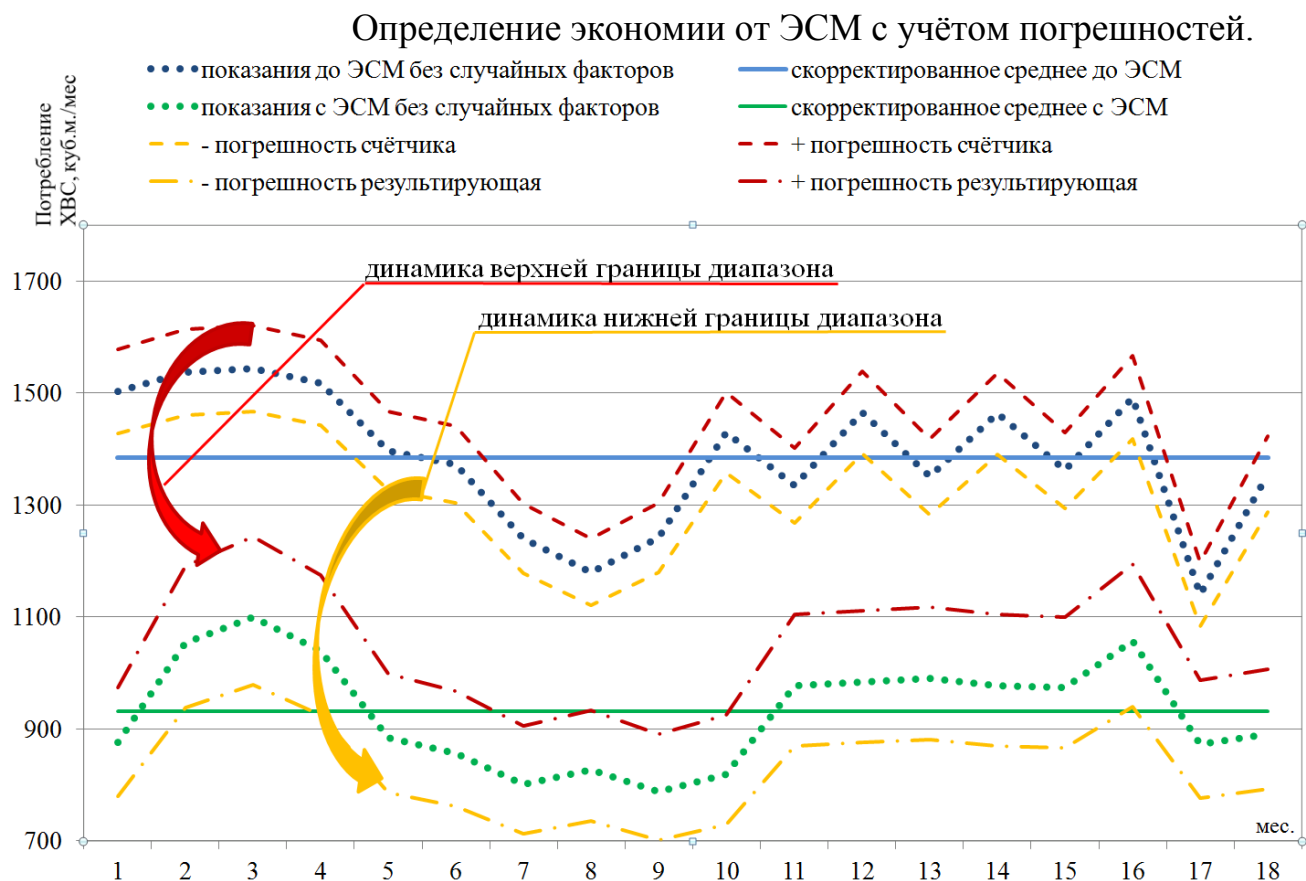
Результатом приведённого анализа является выявленный диапазон показаний приборов учёта энергоресурсов, который подлежит исследованию для выявления базовой линии. При определении базовой линии практически для любого вида потребляемых зданием энергетических и водных ресурсов необходимо опираться на диапазон количества снятых показаний приборов учёта от 5 до 18. Очевидно, что даже в наиболее благоприятном случае расчёта, 18 измерений недостаточно для определения базовой линии с точностью хотя бы $\pm 10\%$. Что означает и колебания суммы платежа в пользу ЭСК в тех же пределах, что недопустимо для исполнителя энергосервисного контракта.

Необходимо отметить, что погрешностью уже обладают даже данные, сняты по показаниям прибора учёта энергоресурса. Даная погрешность обуславливается классом точности счётчика. В погрешность первичных данных также вносит вклад: точность в периодичности снятия показаний, показатели качества энергоносителя, непредвиденные ситуации и сбои в подаче энергоносителя и пр. Основываясь на снятых показаниях и оцененных погрешностях, с определённой долей достоверности можно говорить о диапазоне первичных значений (рис. 2, штриховые линии), математическим ожиданием данного диапазона будет искомый график снятых показаний счётчика (рис. 2, синяя пунктирная линия).

Общая методология [3] при определении базового уровня включает:

- «стандартную корректировку к фиксированным условиям», учитывающую известные, «плановые» дестабилизирующие расчёт данные;
- «нестандартную корректировку к фиксированным условиям», учитывающую случайные, экстренные, непрогнозируемые факторы. А также факторы, участие которых в расчёте было не учтено.

Рисунок 2.



Аналогичный механизм используется и при определении диапазоне значений ресурсопотребления после внедрения ЭСМ (рис. 2, штрихпунктирные линии). Очевидно, что случайных факторов во второй части расчёта будет больше. Диапазон значений, рассчитанный с той же достоверностью, что и в первой части расчёта, будет больше.

Общая формула нормализованной экономии [3, стр. 21]:

Нормализованная экономия =
 = (базовое потребление энергетических ресурсов \pm Стандартная корректировка к фиксированным условиям \pm Нестандартная корректировка к фиксированным условиям) - (потребление энергетических ресурсов за отчетный период \pm Стандартная корректировка к фиксированным условиям \pm Нестандартная корректировка к фиксированным условиям).

Очевидно, что приведённая формула наиболее полно позволяет учесть возможные дестабилизирующие расчёт факторы. Вместе с тем, использование уточнённой методики требует применение математического аппарата, основанного на законах распределения вероятностей непрерывных случайных величин. Однако сложность такого подхода состоит в том, что при малых выборках (до 30 измерений) стандартное и наиболее удобное предположение о замене выборки на нормальное распределение приводит к неоправданному сужению доверительного интервала. Например, при малых выборках доверительный интервал в случае использования функции Лапласа будет уже на 44%, чем результат, рассчитанный по распределению Стьюдента [5, стр. 218].

Анализ наиболее распространенных методик верификации данных в сопоставимых условиях показал наличие недостатков в каждой методике. Использование продвинутого математического аппарата приводит к необходимости использования инструментов математической статистики, где наличие погрешности является одним из неотъемлемых свойств. Вместе с тем, результатами практических расчётов технико-экономического эффекта ЭСМ являются отчисления денежных средств от Заказчика в пользу ЭСК. Известно, что бухгалтерия обеих организаций не допускает понятия «погрешность» в финансовых делах. Таким образом, математический аппарат верификации технического эффекта для ЭСКо длительностью существенно более года в настоящее время проработан не полностью. Эффекты энергосервисных контрактов, длительность которых не превышает года – полутора лет, могут быть верифицированы без сложностей.

Источники:

1. Гужов С.В. Энергосервисные контракты и аспекты потребительского менеджмента. Энергосбережение №1-2014. стр. 69-73.
2. Методика расчёта значений целевых показателей в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, в том числе в сопоставимых условиях. Утверждена приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 07 июня 2010 г. № 273.
3. Методика определения сопоставимых условий при расчете энергоэффективности, ГБУ «Энергетика», 2010 год.
4. Международный протокол измерения и верификации эффективности. Концепция и опции для расчета объемов экономии энергетических ресурсов и воды. Том 1. Организация по оценке эффективности. EVO 10000 – 1:2010 (RU). 201 г.
5. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. Пособие для бакалавров / В.Е. Гмурман. – 12-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 479 с.: ил.