



ЭНЕРГОМОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ – ИНВЕСТИЦИИ В ПРОШЛОЕ И БУДУЩЕЕ

ЮРИЙ БУБНОВ, ДАРЬЯ ДЕНИСИХИНА

Энергетическое моделирование зданий обычно связывают с зелёным строительством и сертификацией зданий по международным системам LEED, BREEAM, DGNB. Для этих популярных и модных за рубежом, а теперь и в России, рейтинговых систем энергетическое моделирование зданий (Building Energy Modeling) является неотъемлемой частью и позволяет успешно пройти сертификацию, а также привлечь инвестиции.

Складывается мнение, что энергомоделирование – это специализированный инструмент для зелёной сертификации, и российским заказчикам и инвесторам абсолютно не нужен, если они не заинтересованы в получении зарубежных сертификатов. Но это не так.

Рассмотрим области перспективного применения энергетического моделирования, непосредственно относящиеся к инвестициям в российской проектной и эксплуатационной практике.

Тема энергосервисных контрактов стремительно набирает обороты с введением в действие федерального закона 261-ФЗ «Об энергосбережении...». Энергосервисная компания (ЭСКО) выбирает объект, проводит его обследование, анализирует и заключает контракт на реализацию мероприятий, направленных на повышение энергоэффективности объекта заказчика. При этом, по модели контракта с разделением экономии*, энергосервисная компания несёт все расходы по реализации энергоэффективных мероприятий, как правило, используя заёмные средства финансирующей организации.

Общую стоимость энергосервисного контракта (энергоаудит, инженерная разработка, строительство, измерения и верификация, обслуживание долга и управление проектом) заказчик постепенно выплачивает в течение периода действия контракта за счёт получаемой экономии в плате за энергоресурсы.

Контрактом гарантируется сохранение эффекта энергосберегающих мероприятий после срока его окончания. По истечении срока контракта сэкономленные средства за плату энергоресурсов уже полностью поступают в «карман» владельца объекта. Таким образом в энергосервисном контракте обязательно содержатся:

- общая стоимость;
- срок действия контракта (пери-

од, в течение которого происходит возврат денежных средств энергосервисной компании);

- точная оценка экономии энергоносителей;
- расчёт показателей окупаемости инвестиций.

И только профессиональный и грамотный подход позволит установить себестоимость и доходность энергосервисного контракта, исключит ситуацию, когда в течение срока действия контракта инвестиции в проект не будут полностью возвращены.

А как адекватно оценить предполагаемое сокращение платы за энергоресурсы? В случае замены наружного освещения, просчитать энергопотребление объекта в будущем несложно.

В Минэнерго России разработана «Методика определения расчётно-измерительным способом объёма потребления энергетического ресурса...». А если на объекте запланировано одновременное внедрение нескольких энергоэффективных мероприятий, таких как: улучшение теплоизоляции стен; нанесение солнцезащитной плёнки на южный и западный фасады; установка датчиков освещённости; замена оборудования на более эффективное и др. Ведь большинство энергоэффективных мер оказывают влияние друг на друга, и эффект от комплекса внедрённых мер отнюдь не равняется сумме эффектов от каждого отдельного решения.

Неточность и сложность в прогнозировании сроков возврата инвестиций – одна из основных причин непопулярности у банков и инвесторов проектов энергосервиса и одна из причин банкротства энергосервисных компаний.

На этом важнейшем этапе заключения энергосервисных контрактов энергомоделирование является незаменимым. Энергетическое моделирование позволяет заложить в компьютерную модель все характеристики существующего объекта (материал ограждающих конструкций, величину инфильтрации, характеристики систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, эффективность осветительных приборов и пр.). Затем необходимо изменить модель с учётом предлагаемых энергоэффективных проектных решений. Просчитав для каждого из вариантов потребление зданием энергоресурсов в течение года, можно получить величину ожидаемой экономии за год.

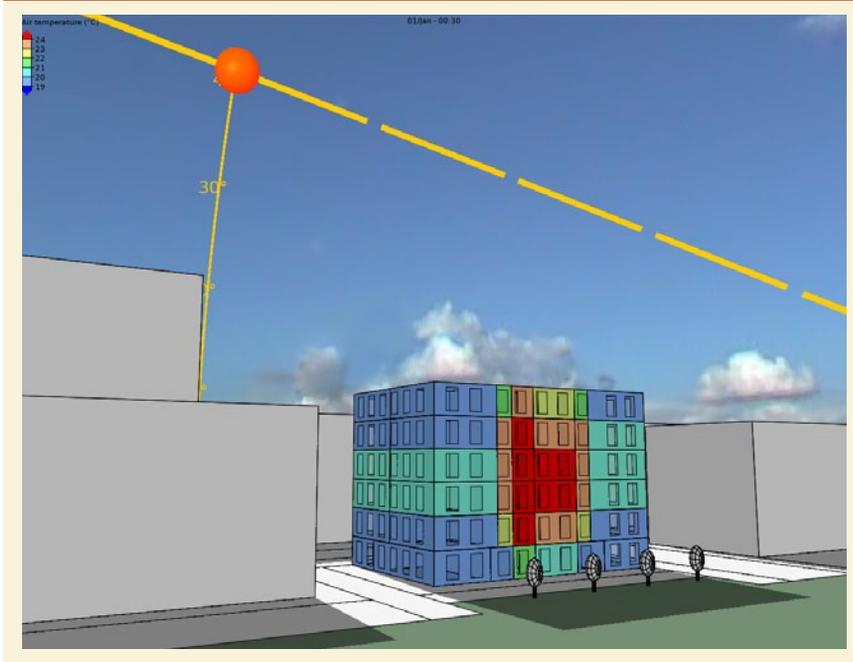
Подобные расчёты имеет смысл провести как на среднестатистический (для рассматриваемого региона) год, так и на экстремально тёплый и экстремально холодный года, с целью оценить пределы, в которых может изменяться величина экономии в платежах за энергоресурсы.

Перед заключением контракта ЭСКО проводят инвестиционный энергоаудит здания, без которого невозможно определить состав энергосберегающих мероприятий, перечень требуемого оборудования и инвестиционную привлекательность проекта.

И вот, энергосервисный контракт заключён, инвестиции вложены, энергоэффективные мероприятия на объекте заказчика внедрены. Ура! Теперь, в ходе исполнения энергосервисного контракта, необходимо правильно оценить получаемую на объекте экономию. Для этой цели существует адаптированный к российским условиям протокол IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol) – ГОСТ Р 56743–2015 «Измерение и верификация энергетической

* Shared-Savings Financial Model. См. подробнее в отчёте IFC Energy Service Company Market Analysis.

3D-МОДЕЛЬ ЗДАНИЯ С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЙ ОТ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ В ОБЪЕМ ПОМЕЩЕНИЙ



эффективности. Общие положения по определению экономии энергетических ресурсов». Документ разработан Ассоциацией энергосервисных компаний «РАЭСКО» и утверждён приказом Росстандарта от 20 ноября 2015 г. № 1929-ст. Данный стандарт описывает четыре метода измерений и верификации энергетической эффективности (А, В, С и D). Понятно, что величина экономии – это та сумма, которую удалось сэкономить на оплате за энергоресурсы после внедрения энергоэффективных решений. Вроде просто. Было – стало. Но это до тех пор, пока не копнуть глубже.

Например, на объекте произвели замену традиционных ламп накаливания на энергосберегающие. Можно сузить границу измерений (методы А, В), для того чтобы снизить затраты и усилия на мониторинг потребления энергоресурсов всеми системами здания (метод С) и измерять экономию только по отдельному прибору учёта, отделяющего

зону, в которой реализуется энергосберегающее мероприятие. А теперь вспомним, что системы кондиционирования удаляли теплоту, выделяемую лампами накаливания. В итоге при переходе на энергосберегающие лампы уменьшилась и необходимость в охлаждении здания. Но с другой стороны, увеличилась потребность в отоплении. Все эти факторы, эффекты их взаимодействия существенно зависят от типа здания (жилое, офисное, развлекательный комплекс, промышленное и пр.) и от существующих инженерных систем.

Другой пример – допустим, экономия определяется по общему потреблению энергетических ресурсов объекта (метод С), но при этом в отчётном периоде изменилась мощность производственной линии завода или увеличилось количество работников офиса по сравнению с базовым (до внедрения энергоэффективных мер) периодом. Тогда при подходе С, следует вводить поправ-

ку на энергопотребление за отчётный период – нестандартные корректировки по ГОСТ Р 56743–2015. А если существенно отличались по погодным условиям года базового и отчётного периодов, тогда необходимо приводить оценки к сопоставимым условиям. Это весьма нетривиальная задача, учитывая нелинейность всех процессов и потоков энергоресурсов, происходящих в здании.

Хорошо, если при выборе метода оценки достигнутой экономии, можно сузить границы измерений (методы А, В). Тогда не нужно рассчитывать поправки на изменения в энергопотреблении здания, которые не относятся к реализации энергосберегающего мероприятия. В случае, когда расчёт поправок на изменения функционирования всего здания не слишком затруднён, успешно применяется метод С.

А что делать, если и внешние условия значительно менялись, и энергоэффективные меры не изолировать из-за существенных эффектов взаимодействия, либо данные об энергопотреблении за прошлые годы не доступны? Для этого случая как раз и может использоваться метод D, который лишён всех перечисленных недостатков методов А, В и С. Этот супер-метод D – энергетическое моделирование здания.

Энергомоделирование всего здания (метод D) позволяет привести данные энергопотребления к одному погодному году и полностью учесть влияние инженерных систем друг на друга, изменение графиков работы, нагрузки на производственных линиях и пр. Однако на практике в ходе исполнения энергосервисных контрактов данный метод в России не применяется. А ведь адекватно вычисленная экономия для энергосервисной компании очень важна. Отметим, что ГОСТ Р по методу D требует калибровки (подстройки) компьютерной модели по показаниям

счётчиков энергопотребления, информации об актуальных погодных условиях, с внесением в модель изменений, сделанных в ходе ремонтных работ и модернизации в здании. А это дополнительные усилия.

Бизнес энергосервиса стремительно развивается в нашей стране. Следовательно, внедрять энергоэффективные решения в уже существующие объекты – это выгодно. Инвестор должен получить информацию о сроке окупаемости вложений в энергоэффективность и оценку величины ежегодной экономии, на которую он может рассчитывать после окончания срока возврата дополнительных инвестиций. Создание энергетической модели здания ещё на стадии технико-экономических исследований позволит проанализировать эффективность различных технических решений, сформировать итоговый комплекс энергоэффективных мер.

Итак, нами выделено три направления, где использование энергетического моделирования зданий актуально, перспективно и будет востребовано в ближайшее время.

LEED, BREEAM и другие системы сертификации

Если инвестор идёт на процедуру сертификации своего объекта, то величина энергоэффективности всего здания является составной частью баллов, набираемых объектом. Оценка энергоэффективности производится с помощью энергетического моделирования.

Энергосервисные контракты

Детальная достоверная оценка срока окупаемости инвестиций на этапе заключения энергосервисного контракта.

Корректная оценка экономии энергопотребления после реализации энергоэффективных мер при расчётах по энергосервисному контракту.

Проектирование объектов гражданского и промышленного строительства:

- Анализ энергопотребления рассматриваемого объекта.
- Составление комплекса энергоэффективных мер для объекта.
- Выбор эффективных решений с учётом их инвестиционной стоимости и срока окупаемости.

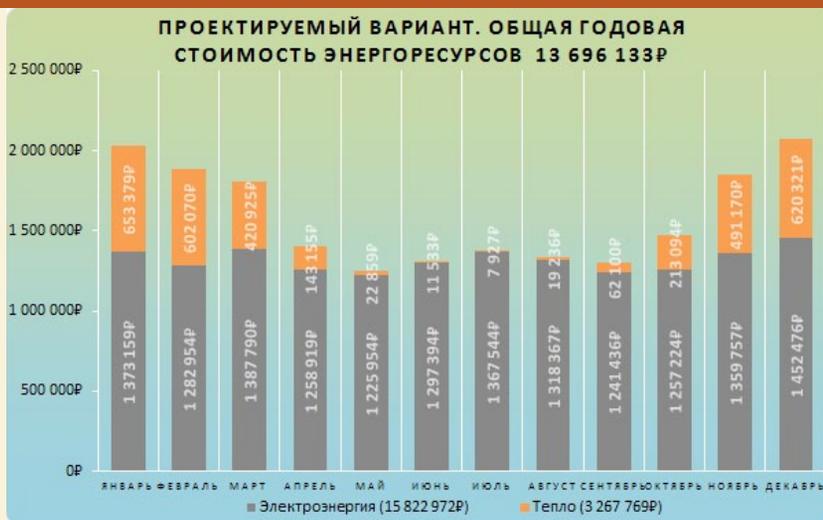
Таким образом, энергетическое моделирование зданий является мощным инструментом для оценки энергетической эффективности проектов, для выбора решений, расчёта стоимости и оценок привлекательности инвестиций.

Энергомоделирование – это труд профессионала в области инженерных систем, ответственного за правильный расчёт. Здесь требуется

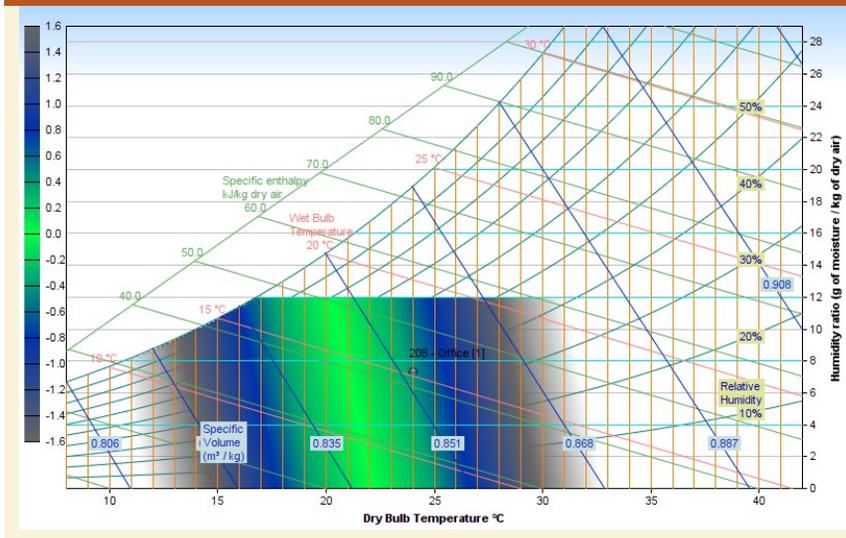
ВКЛАД В ОБЩЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ОБЪЕКТА ОТДЕЛЬНЫМИ ИНЖЕНЕРНЫМИ СИСТЕМАМИ



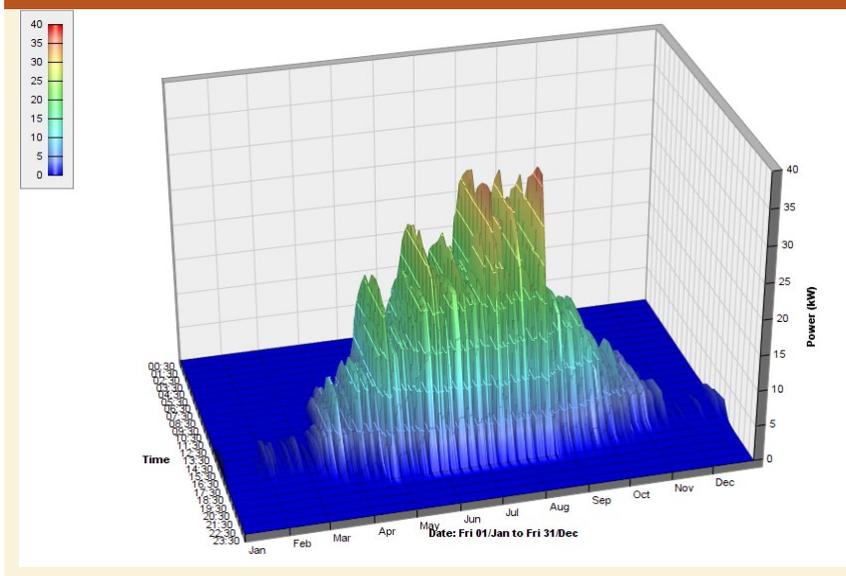
ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ В ТЕЧЕНИЕ ГОДА



ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ В ТЕЧЕНИЕ ГОДА



ЗАТРАТЫ НА ЭНЕРГОРЕСУРСЫ В ТЕЧЕНИЕ ГОДА



специалист, который умеет правильно анализировать результаты моделирования, выявлять возможности экономии, обоснованно выбирать решения для внедрения и ориентироваться в современных энергоэффективных технологиях.

И ко всему этому, энерго моделирование – это кропотливый труд создания модели в компьютер-

ной программе, начиная с построения 3D-геометрии (зачастую далеко не простых форм), задания характеристик для используемых материалов ограждающих конструкций. Необходимо также определить расписания для работы здания, его помещений, всего оборудования (как систем ОВ и КВ, так и технологического оборудования), уставок и пр.

** Формат gbXML позволяет передавать 3D информационную модель в программу для энерго моделирования.

Отметим, что современные программы энерго моделирования интегрированы на уровне формирования данных** в процесс проектирования на базе стандартов BIM (Building Information Modeling). Тот факт, что с конца 2014 года Мосгорэкспертиза приступила к рассмотрению комплексных информационных моделей объектов капитального строительства, открывает дополнительные возможности для внедрения метода.

Пока поле специалистов в данной области весьма узкое, что является тормозом внедрения энерго моделирования, тогда как его функциональность и полезность в проектом процессе безусловна. Недавно было принято решение, ввести преподавание основ энерго моделирования и практические работы в учебный процесс студентов СПбГАСУ (Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета). Заметная часть будущих проектировщиков инженерных систем – это студенты и выпускники кафедры теплогазоснабжения и вентиляции строительных ВУЗов. Пока по России количество компаний/организаций, которые своими силами проводят энергетическое моделирование зданий, можно пересчитать по пальцам.

В следующей статье будут представлены этапы энерго моделирования и результаты анализа комплекса проектных решений уже на конкретном объекте. ●

ОБ АВТОРАХ

Юрий Бубнов – инженер, магистр техники и технологии, Autodesk ВРАС, партнёр ООО «ММ-Технологии».

Дарья Денисихина – к.ф.-м.н., доцент кафедры ТГВ СПбГАСУ, LEED AP BD+C, зам. ген. директора ООО «ММ-Технологии». www.mm-technologies.ru