

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЗДАНИЯ

Г.В. Латышев (ООО "СтройГруппАвтоматика")

Показано, что основным отличительным признаком интеллектуального здания (ИЗ) является интеграция всех входящих в него автоматизированных систем и взаимодействие их как единого аппаратно-программного комплекса. Предложен подход к расчету экономической эффективности ИЗ и сроков его окупаемости.

Сегодня только ленивый не обсуждает аспектов, связанных с созданием систем автоматизации зданий и сооружений, объединенных в единый комплекс, именуемый интеллектуальным зданием (ИЗ). Ввиду множественности используемых терминов и понятий определим, что это такое. Интеллектуальным будем называть здание, в котором существует свободно-программируемый механизм задания межсистемного взаимодействия. Другими словами, здание, в котором возможно быстро и с минимальными трудозатратами изменять реакцию одной системы на события или процессы, происходящие в другой. На сегодняшний день подобные комплексы в России создавались в основном по соображениям престижа или же в качестве оправдания выделенных денег. Однако в любом нормальном обществе с нормальной здоровой экономикой во главу угла при выборе системы ставится экономическая целесообразность, то есть при выборе, какое здание создавать — базовое (обычное) или интеллектуальное главным критерием должен быть экономический аспект. Рассмотрим возможные пути к расчету экономической эффективности ИЗ.

Ошибка будет считать, что "базовое" здание является примитивно устроенным. Если обратиться к определению ИЗ — там ничего не сказано об уровне применяемой автоматизации внутри систем жизнеобеспечения здания. Если быть точным, базовое здание может быть построено на дорогостоящей, эффективной и передовой элементной базе, однако связи между системами либо отсутствуют, либо реализованы примитивно и "жестко", без возможности быстро и эффективно их менять.

Экономическое обоснование создания комплекса систем ИЗ основано на экономии тепла и электроэнергии, снижении эксплуатационных затрат. Расчеты, показывающие окупаемость ИЗ в течение 3 лет, впервые были опубликованы компанией Lucent почти 20 лет назад. Именно тогда было положено начало ИЗ как самостоятельного продукта на рынке. К сожалению, современные требования к надежности, масштабируемости и прогнозируемости автоматизации, а также принятая практика и здравый смысл не позволяют полностью придерживаться вышеуказанных постулатов.

Рассмотрим на примере нескольких основных факторов, какие реальные экономические преимущества дает современное ИЗ.

Синхронизация температурных уставок систем водяного радиаторного отопления, воздушного кондиционирования и локальных кондиционеров. В современном здании предусматривается как минимум две системы отопления — водяная радиаторная и воздушная приточная.

Первая означает нагрев помещений посредством батарей отопления, вторая — предварительный нагрев воздуха, подаваемого в помещения. При проектировании стараются рассчитывать производительность радиаторного отопления так, чтобы оно покрывало чуть больше половины теплотребления здания. Остальное теплотребление удовлетворяется за счет нагрева подаваемого воздуха в центральных приточных установках. Однако, невзирая на все расчетные ухищрения, периодически возникают ситуации как недостатка обогрева в части помещений, так и его избытка. В случае недостатка приходится включать электрообогреватели, что обходится примерно в 2 раза дороже штатного режима. В случае избытка обогрева — люди открывают окна, чтобы сбросить избыток тепла на улицу. Дополнительно к перечисленным двум, в части помещений установлены системы локального кондиционирования (всевозможные SPLIT, VRV, и т.д.), которые начинают действовать по своему усмотрению, как только температурные параметры контролируемого помещения выходят за допустимые рамки. Кроме этого, в случае интеграции в единую систему локальных кондиционеров, ИЗ может использовать информацию о температуре в помещениях, которую измеряют средства автоматизации локальных кондиционеров. Таким образом, нет необходимости ставить отдельные датчики температуры воздуха в этих помещениях. Особо следует отметить ситуацию, когда в целях экономии в ночное время и/или в праздничные дни (для офисных помещений) системы отопления переводятся в энергосберегающий режим с пониженными уставками. Должного экономического эффекта в этом случае можно добиться только при синхронном изменении режимов работы всех трех перечисленных систем обогрева. По мнению большинства отечественных и западных специалистов, система синхронизации температурных уставок и индивидуальной регулировки по помещениям дает экономический эффект до 30% среднегодового теплотребления здания.

Своевременное отключение систем локального кондиционирования при открытии окон или отсутствии людей в охлаждаемом помещении. Благодаря интеграции систем охранной сигнализации и контроля доступа с АСУ ИЗ определяется факт наличия людей в охлаждаемом помещении и своевременно выключает локальный кондиционер, позволяя тем самым избежать нецелевого расхода электроэнергии и ресурса кондиционера. Наиболее ярко экономическая эффективность такого решения проявляется в системах гостиничного сервиса. Оценим экономический эффект как 25% суммарного потребления электроэнергии локальными кондиционерами здания.

Перевод систем жизнеобеспечения ряда помещений в энергосберегающий режим на основании анализа информации от систем охранной сигнализации и контроля доступа. При постановке помещения на охрану можно сделать однозначный вывод об отсутствии в нем людей даже в дневное рабочее время. Аналогично можно вычислить отсутствие людей в тех или иных помещениях на основании анализа информации системы контроля доступа. Наоборот, при снятии помещения с охраны необходимо переводить системы жизнеобеспечения в рабочий режим. Будем считать, что интеграция систем жизнеобеспечения здания с АСУ зданием позволяет увеличить время "экономичного режима" до 12 ч в сутки. Снижение уставки на 4°C позволяет снизить теплопотребление в среднем на 18%. Итого имеем эффект около 9% среднегодового теплопотребления здания.

Своевременное выключение освещения в помещениях и зонах на основании датчиков движения и/или анализа информации систем охраны и контроля доступа. Благодаря интеграции с системой охранной сигнализации и системой контроля доступа возникает возможность оперативно выключать/включать свет, снижая отрицательное влияние "человеческого фактора". Специалисты давно вычислили экономическую эффективность подобных решений как 25% годового потребления электроэнергии системами освещения здания.

Прямое снижение расходов на содержание службы эксплуатации здания. Благодаря интеграции на АРМ оператора АСУ здания стекается информация о работе всех систем здания, охваченных интеграцией. Автоматически происходит не только сбор и протоколирование информации и тревожных сообщений, но и их анализ. В большинстве случаев достаточно одного оператора, круглосуточно дежурящего на АРМ, чтобы своевременно находить причину неполадки и вызвать специализированную службу для ее устранения. В противном случае, необходимо держать одного человека на каждые 20 технологических узлов здания. Таким образом, прямой эффект экономии будет равен

$$Q = ([N / 20] - 1) \times S, \quad (1)$$

где N – число технологических узлов здания, охваченных системой ИЗ, S – годовой оклад инженера.

Снижение ущерба от аварий благодаря своевременному их обнаружению и устранению последствий. Для простоты расчетов будем считать, что интенсивность аварий (вероятность возникновения аварии в единицу времени) у обычного здания и ИЗ одинаковы. Стоимость устранения – тоже. Таким образом, отличается время, необходимое для правильного нахождения (диагностирования) причины аварии. Время вынужденного простоя части здания (невозможности выполнять свое функциональное назначение) состоит из времени обнаружения факта аварии, времени диагностирования (нахождения причины аварии) и времени устранения аварии и ее последствий. Пусть D_c – средневзвешенная цена одного часа простоя аварии C , dTc – выигрыш во време-

Таблица

Причина заболевания в базовом здании	Способ предотвращения причины в ИЗ
Сквозняки из-за открытых окон	Синхронизация уставок, предотвращение "перетоп"
Выключенная вентиляция	Своевременная диагностика, снижение времени простоя
Холодные струи воздуха от локальных кондиционеров	Синхронизация уставок, сведение к минимуму необходимости включения локальных кондиционеров
Выключенное радиаторное отопление	Синхронизация уставок, автоматическое включение локальных систем на нагрев, повышение уставок приточных воздушных систем

ни обнаружения. Тогда годовой экономический эффект будет равен:

$$Q_{\text{обнар}} = \sum_c (D_c) dTc \quad (2)$$

Невзирая на точность самой формулы, она не позволяет реально оценить экономическую эффективность данного фактора, поскольку цена часа простоя может быть оценена от нескольких рублей для вспомогательных систем и до многомиллионных сумм (охлаждение серверной комнаты крупного банка). Приведем следующее упрощение:

- будем оценивать цену простоя только самой дорогой системы в здании;
- будем считать, что ИЗ позволяет сократить время простоя в 2 раза.

Экономия на "больничных листах" благодаря снижению заболеваемости наемных сотрудников. Будем считать, что болезнь любого работающего в здании человека ударяет по карману владельца здания. Тот факт, что непосредственную оплату больничного листа сотрудника фирмы – арендатора производит сам арендатор, а не владелец здания, нивелируется относительным снижением рыночной стоимости арендной платы и/или встречным иском арендатора к владельцу здания, если будет выявлено, что причиной болезни явились условия труда в здании. В таблице представлено несколько причин, влияющих на заболеваемость людей в здании, и которые легко устраняются средствами ИЗ.

При расчете экономической эффективности будем исходить из того факта, что среднестатистический сотрудник проводит на больничном (официальном или неофициальном) 3 недели в год (6% времени). Если считать, что именно люди в офисном здании являются производственной силой, имеем экономический эффект 4% годовой прибыли от здания, если считать что заболеваемость снижается в 3 раза. Реальные цифры могут быть гораздо больше (до 9 недель болезни в год, т.е. до 9 раз или 16% годовой прибыли).

Повышение сопротивляемости здания к отрицательным внешним и внутренним факторам. Благодаря интеграционным связям здание может частично восполнять утерю функционала при выходе из строя одних систем за счет изменения параметров других. Так, например, при выходе из строя системы радиаторного отопления ИЗ автоматически увеличит уставку воздушных при-

точных установок, включит локальные кондиционеры помещений на режим электронагрева или инвертора. Это, например, может помочь спасти здание от размораживания во время зимней бури, разбившей часть окон. Другой пример – возможность обнаружения возгорания в помещении по градиенту нарастания температуры более 1°C за 10 минут на основании показаний датчика локального кондиционера. Экономическую эффективность рассчитаем с точки зрения снижения времени простоя работников в здании из-за выхода из строя той или иной системы. В некоторых случаях ИЗ способно вообще исключить простой сотрудников. Положим экономическую эффективность равной двукратному снижению времени простоев, вызванных авариями для тех технологических узлов, где существует частичное перекрытие функционала другими узлами.

Избегание штрафных санкций по превышению температуры обратной воды ИТП. Для начала произведем небольшой экскурс в мир большой энергетики, на современную теплоэлектростанцию. КПД турбины зависит от разности температур до нее и после. Чем больше разность – тем выше КПД. Температура до турбины обуславливается паровым котлом, после – температурой теплоносителя, вернувшегося от городских потребителей. Таким образом, если потребители недорасходовали тепло, это отрицательно сказывается на КПД. При вводе в эксплуатацию каждого ИТП специалисты энергонадзора составляют специальный график, где указано какое должно быть ограничение на температуру обратной воды в зависимости от температуры наружного воздуха. Параметры температуры, давления, расхода прямого (от ТЭЦ к ИТП) и обратного (от ИТП к ТЭЦ) теплоносителя фиксируются специально установленным для этого компьютеризированным теплосчетчиком. В Москве штраф за разовое зафиксированное прибором превышение температуры "обратной" воды составляет 100-кратный среднемесячный тариф. Основная причина превышения температуры обратной воды – ошибки в теплофизических расчетах при проектировании здания. Эффективная борьба с такой ситуацией возможна только при наличии интеграции между системами отопления, вентиляции и кондиционирования. Например, один из приемов – единообразное ограничение максимального положения регулирующих клапанов сразу во всех центральных приточных установках и центральных кондиционерах. При оценке экономической эффективности положим, что в базовом здании инцидент с превышением температуры обратной воды возникает один раз в год; далее в результате вычислений

получаем, что эффективность ИЗ по данному аспекту будет равна коэффициенту 8,3, умноженному на годовое потребление тепла зданием.

Зависимость экономической эффективности ИЗ от его надежности. Для расчета экономической эффективности ИЗ необходимо каждый раз сравнивать эффективность базового здания и ИЗ. По сути, мы оцениваем сам механизм интеграции систем жизнеобеспечения. Однако, как и все реально существующее, этот механизм может ломаться. В те периоды времени, когда он не работает, относительная эффективность ИЗ (а именно ее мы и ищем) равна нулю. Таким образом, необходимо учитывать надежность механизма интеграции при финальном расчете экономической эффективности. Надежность механизма интеграции согласно ГОСТ 27.002-89 "Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения" и ГОСТ 27.003-90 "Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности" формулируется как коэффициент сохранения эффективности.

Пусть X_1 – годовое потребление тепла зданием, X_2 – годовое потребление электроэнергии локальными кондиционерами; N – число технологических узлов в здании; S – годовой оклад инженера; X_3 – годовая стоимость простоев наиболее критичной к простоям системы; X_4 – годовая прибыль от здания; X_5 – годовая стоимость простоев для систем с частичным перекрытием функционала другими системами; $Kэф$ – коэффициент сохранения эффективности механизма интеграции, тогда годовой экономический эффект равен:

$$Qэф = Kэф (X_1 \times 0,3 + X_2 \times 0,25 + ([N/20] - 1) \times S + X_3 \times 0,5 + X_4 \times 0,04 + X_5 \times 0,5 + X_1 \times 8,3).$$

При расчете по такой методике для административного здания Центрального Банка России в г. Рязани период окупаемости составил 3,5 г. Расчет производился в 2004 г. на основании действовавших тогда расценок на тепло, электроэнергию и среднюю зарплату инженерного персонала ЦБ России.

Выводы

В заключение можно сделать вывод, что создание ИЗ в России экономически выгодно. Но желаемый короткий (до 4 лет) период окупаемости достигается только при реализации всех вышеописанных механизмов, использующих интеграцию систем жизнеобеспечения здания. Эффективность здания зависит от надежности механизма интеграции, а следовательно, от методологии построения ИЗ.

*Латышев Григорий Владимирович – ген.директор ООО "СтройГруппАвтоматика".
Контактный телефон (495) 987-42-98. E-mail: latyshev@lon.ru*

Негосударственное образовательное учреждение "Учебный центр РТСофт"

12-14 ноября 2007 г.

проводит учебный курс по теме: "CoDeSys-пакет программирования промышленных контроллеров".

Цель курса: дать базовые знания для промышленных контроллеров ThinkIO.

Контактный телефон (495) 742-96-54.

[Http://www.rtssoft-training.ru](http://www.rtssoft-training.ru)