

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

КОНСОРЦИУМ

ЛОГИКА® ТЕПЛО ЭНЕРГО **МОНТАЖ**

**КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЖКХ**



• КОМПЛЕКТНЫЕ
ПОСТАВКИ

• ПРОЕКТИРОВАНИЕ
МОНТАЖ

• СЕРВИСНОЕ
ОБСЛУЖИВАНИЕ

• РЕМОНТ
ПОВЕРКА

EX PROFESSO – СО ЗНАНИЕМ ДЕЛА

8 800 500 03 70

logika-consortium.ru

АО «Комплектэнергоучет»

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ АЛГОРИТМОВ ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

А. В. Кожевников, генеральный директор ООО «Энергопуть»;

В. Г. Рыжков, генеральный директор ООО «Тансис»;

А. Г. Шпенёв, канд. физ.-мат. наук, научный консультант ООО «Энергопуть»;

С. М. Карпенко, канд. техн. наук, доцент НИТУ «МИСиС»

Ключевые слова: энергосбережение, сбор данных, автоматизированные алгоритмы, информационно-аналитические системы, методология экспресс-анализа потенциала энергосбережения

Убедившись в необходимости проведения экспресс-анализа энергосберегающих возможностей регионов России¹, перейдем к рассмотрению особенностей автоматизированных алгоритмов при реализации Методологии экспресс-оценки потенциала энергосбережения (далее – Методология). Идея создания информационно-аналитических систем с широким использованием автоматизированных алгоритмов возникла в связи с необходимостью преодоления трудностей, связанных со сбором и обработкой большого числа данных об объектах энергопотребления и энергосбережения в муниципальных образованиях (регионах).

Методология представляет собой автоматизированный процесс получения и обработки данных об устройстве и состоянии объектов, установленном на них оборудовании, приборах учета, энергопотреблении, проведенных мероприятиях и т.д. в виде сводной двухмерной матрицы единого формата и размерности. Опираясь на ограниченный круг параметров, Методология позволяет найти инженерно обоснованные решения поставленных задач за счет алгоритмов и программного обеспечения (ПО) информационно-аналитической системы, по существу автоматизирующих (полностью или частично) рассуждения и расчеты экспертов и учитывающих особенности постановки задач заказчиком.

¹ См. статью «Экспресс-анализ потенциала энергосбережения как инструмент повышения энергоэффективности регионов России» в журнале «Энергосбережение» № 7, 2017.

Упрощенная схема построения информационной системы на основе автоматизированных алгоритмов приведена на рис. Ключевые элементы Методологии выделены в отдельные блоки в каждом из функциональных элементов, определяющих конечный результат (сбор информации, моделирование, оценка потенциала энергосбережения).

Сбор информации

При формировании базы данных требуется аккумулировать сведения, собираемые вручную и из автоматизированных источников, а также привести все собранные данные к единой структуре для дальнейшей автоматизированной обработки.

Одной из особенностей Методологии является то обстоятельство, что информация об объектах, собираемая вручную, относится к компетенции сотрудников разных подразделений организации: специалистов отдела эксплуатации, инженерных служб, администрации, бухгалтерии, отдела информационных технологий и т.д. Практика показывает, что при таком способе сбора сведений остро встает вопрос, насколько полученная информация соответствует реальной ситуации на объекте.

Для того чтобы исключить или существенно уменьшить вероятность внесения некорректной информации (например, неверно указанные единицы измерения, порядок

величин, отсутствие данных и т.д.), в системе должна быть предусмотрена проверка вносимых вручную параметров. В Методологии используется проверка сведений:

- на полноту – операция, определяющая, вносился какой-либо параметр в систему (заполненное поле) или нет (пустое поле). Такая проверка не только необходима для понимания наличия данных в системе, но и может использоваться для оперативного контроля со стороны пользователей вышестоящих уровней – как состава, так и качества периодических сведений, вносимых исполнителями;
- на достоверность, которая устанавливает ограничения (граничные условия) для одного параметра (поля системы);
- на непротиворечивость, которая проверяет граничные условия для группы параметров (полей), взаимосвязанных между собой.

Ограничения могут устанавливаться как с использованием возможностей базового ПО, на котором строится система (например, заданием допустимого формата поля), так и путем формирования разработчиком автоматизированного алгоритма проверки, описывающем взаимосвязь параметров или опирающегося на «здравый смысл».

Примеры того, как информационная система должна реагировать на попытку ввода оператором некорректных данных, приведены в табл.

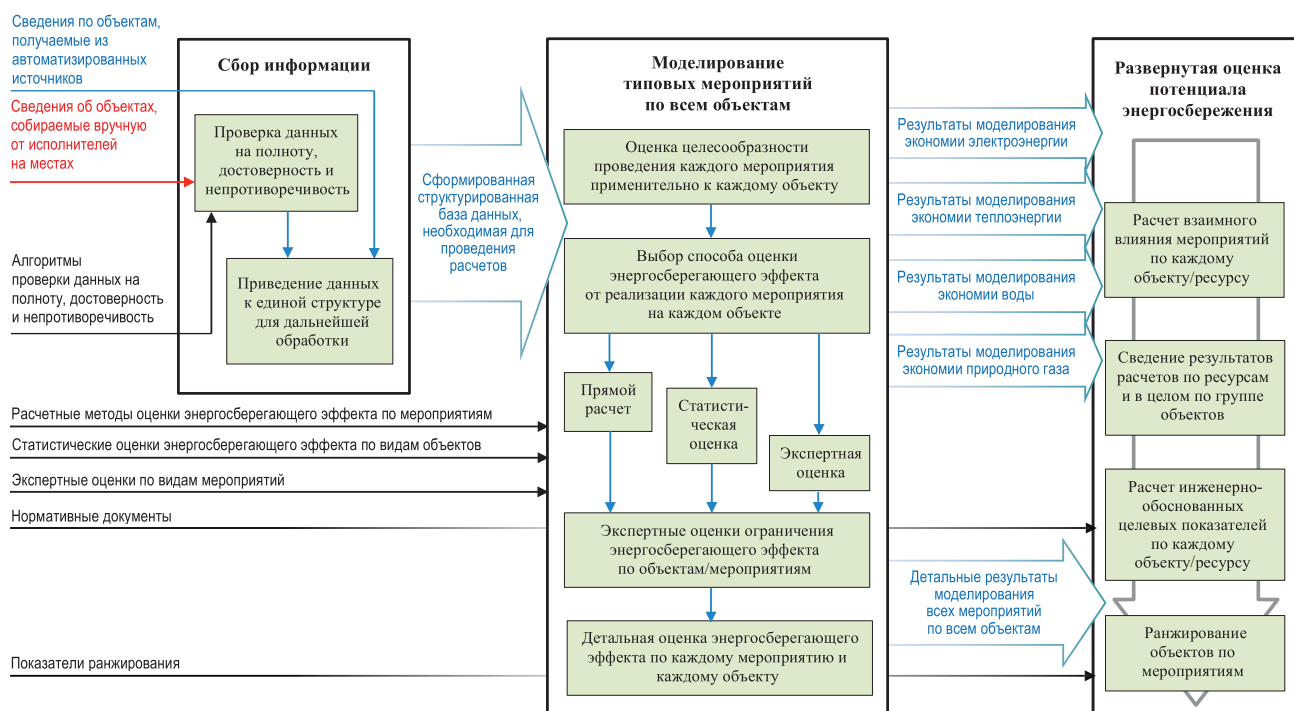


Рис. Упрощенная схема построения информационной системы на основе автоматизированных алгоритмов

В целом опыт авторов, принимавших участие в разработке программ энергосбережения и информационных систем, основанных на Методологии, показывает, что поддержка процессов сбора данных автоматизированными алгоритмами проверки позволяет существенно улучшить степень достоверности в целом при формировании структурированной базы данных, необходимой для проведения дальнейших расчетов.

Выбор типовых энергосберегающих мероприятий по всем объектам

Методология рассматривает понятие потенциала энергосбережения как ответ на вопрос: сколько можно сэкономить ресурсов и каких, если провести все типовые энергосберегающие мероприятия по всем объектам, находящимся под управлением организации, структурного подразделения, муниципального образования, органа исполнительной власти и т.д., т.е. по потребителям ресурсов.

Для решения указанной задачи разрабатываются алгоритмы, которые для каждого объекта из условной матрицы «объект – набор параметров» моделируют каждое из типовых мероприятий, рекомендуемых нормативными документами².

Алгоритмы моделирования каждого из мероприятий, представляющие собой разветвленную цепочку логических и математических действий, имеют общие признаки (см. рис).

Вначале система проверяет целесообразность применения энергосберегающего мероприятия на объекте с учетом всех факторов, описывающих текущее состояние объекта (является ли он обособленным, к каким ресурсам подключен и т.д.). Например, если это объект культурного наследия, аварийный или бесхозный, система должна сделать вывод о нецелесообразности проведения энергосберегающих мероприятий на таком объекте и дальнейшие расчеты не производить.

Если «фильтр целесообразности» пройден, информационная система осуществляет расчет энергосберегающего эффекта по каждому мероприятию на основе использования известных математических методов, технических норм, а также имеющихся статистических данных и экспертных оценок [1–3]. Выбор способа оценки осуществляется в зависимости от вида мероприятия и наличия необходимых данных:

- если данных достаточно, то производится прямой расчет по известным методикам;
- если данных недостаточно, но при этом имеются сведения о достигнутом энергосберегающем эффекте по аналогичным объектам, в том числе информация, накопленная в системе, производится статистическая оценка;

Таблица Действия информационной системы при вводе неверных данных

Действия пользователя	Формат поля	Содержание проверки	Реакция информационной системы (ИС)
Попытка ввести в поле ИС произвольное значение, не соответствующее критериям проверки	Текстовое поле	Нет	Текстовые поля могут содержать произвольные значения (не влияют на дальнейшие расчеты)
	Списковое поле	Достоверность	Не позволяет ввести произвольное значение, предлагает выбор из списка
	Поле с предварительно заданным форматом	Достоверность	ИС сообщает, что значение должно иметь заданный формат*. Введенное некорректное значение не принимается, в текущем поле ИС сохраняется предыдущее значение
	Поле с граничными условиями (заданным диапазоном значений)	Достоверность	ИС сообщает, что значение должно находиться в определенном диапазоне**. Введенное значение не принимается, в текущем поле ИС сохраняется предыдущее значение
Непротиворечивость		ИС сообщает, что вводимое значение противоречит данным, ранее введенным в ИС***. Введенное значение параметра принимается, записывается в ИС. Пользователю предлагается проверить связанные с параметром ранее введенные данные и устранить возникшее противоречие.	

* Например, количество этажей в здании должно быть целым положительным числом больше 0.

** Например, средняя высота потолков в помещениях административного здания должна быть положительным действительным числом в диапазоне от 2 до 6 м.

*** Например, проверяется отношение потребления ресурса в денежном и натуральном выражении. Если это отношение отклоняется от значения тарифа за ресурс в указанном периоде с заданным допуском, выводится сообщение об ошибке.

¹ Приказ Минэкономразвития РФ от 17 февраля 2010 года № 61 «Об утверждении примерного перечня мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, который может быть использован в целях разработки региональных, муниципальных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности».

■ если данных недостаточно и отсутствует необходимая статистика, производится экспертная оценка.

После проведения оценки по одному из трех описанных выше способов, осуществляется расчет других параметров, детализирующих моделирование мероприятия на данном объекте: оценка расходов на реализацию мероприятия, расчеты удельных показателей, экономический эффект от внедрения и т. д.

В результате моделирования система дополняет условную матрицу «объект – набор параметров» детальными характеристиками расчетов всех мероприятий по всем объектам, на основе которых можно проводить дальнейшую обработку информации – агрегировать данные по объектам на верхние уровни, производить выборку, осуществлять сортировку и т. д.

Развернутая оценка потенциала энергосбережения

В Методологии под развернутой оценкой понимается не только величина общего потенциала энергосбережения по видам ресурсов всех объектов муниципального образования (региона), но и возможность получения по каждому объекту, по каждому мероприятию детальной подробной картины, ориентированной на выработку конкретных управленческих решений на каждом уровне иерархии – от организации до региона.

Взаимное влияние мероприятий при моделировании

Практика показывает, что при проведении энергоаудита специалист, проводящий обследование, по его результатам включает в энергетический паспорт всего несколько мероприятий (1-2 по каждому виду ресурса) в программу энергосбережения организации. При этом специалист при выборе мероприятий опирается, как правило, на собственный опыт и предпочтения, а также вынужден одновременно учитывать организационные и финансовые возможности администрации. Расчет взаимного влияния мероприятий, относящихся к одному виду ресурса, как правило, не проводится и итоговый энергосберегающий эффект по этому ресурсу определяется, как сумма эффектов по каждому мероприятию.

При определении потенциала энергосбережения в рамках Методологии предусматривается, что на каждом объекте могут моделироваться десятки мероприятий по всем видам ресурсов. Очевидно, что суммарный энергосберегающий эффект для каждого ресурса в этом

случае не может рассматриваться, как простая сумма эффектов, достигаемых в результате реализации каждого мероприятия в отдельности.

Следует учитывать также, что отдельные мероприятия могут давать эффект не по одному, а по нескольким ресурсам одновременно, и, кроме того, в рамках одного мероприятия возможны раз-

личные сочетания видов эффектов - например, при установке приборов учета более высокого класса точности энергосберегающий эффект отсутствует, но при этом достигается определенный экономический эффект. Очевидно, что оценка взаимного влияния мероприятий при их одновременной реализации на одном объекте в рамках Методологии является нетривиальной задачей.

К моменту написания настоящей статьи авторы находятся в процессе исследований и поиска оптимальных автоматизированных алгоритмов решения данной задачи.

Сведение данных, ранжирование объектов

Полученные и уточненные первичные данные, выверенные результаты расчетов, результаты сравнения расчетных показателей с нормативными, а также дополнительно рассчитанные параметры при помощи алгоритмов Методологии сводятся в единую матрицу «объект – набор параметров – результаты детальных расчетов». Матрица представляет собой своего рода текущий срез состояния энергосбережения муниципального образования (региона), который может использоваться в дальнейшем как основа для мониторинга энергоэффективности проводимых мероприятий, а также для накопления статистических данных. Возможность ранжирования объектов по каждому из мероприятий по выбранным коэффициентам (например, достигнутому энергосберегающему эффекту, сроку окупаемости, стоимости проведения мероприятия и т. д.) дает пользователям дополнительный инструмент для принятия решений, в том числе для установки приоритетов при заключении энергосервисных контрактов.

Перспективы использования Методологии

Практический опыт использования разработанной Методологии показывает возможность ее применения для оценки потенциала энергосбережения муниципального образования любого уровня (области, района, города), т. е. там, где основную долю затрат на ресурсы составляют однотипные объекты: жилые и административные здания, объекты образования, культуры, спорта и т. д., т. е. потребители ресурсов.

Методология экспресс-оценки потенциала энергосбережения позволяет:

- используя административный ресурс, осуществлять сбор общих, инженерно-технических и финансовых сведений обо всех подведомственных административных и жилых зданиях муниципального образования и структурировать полученные первичные данные для последующей компьютерной обработки;
- применяя автоматизированные алгоритмы проверки, осуществлять анализ полноты, достоверности и непротиворечивости собранных сведений и получать подробную объективную картину текущего состояния объектов;
- на основании типовых методик, статистических и экспертных оценок, заложенных в методологию, производить автоматизированные, инженерно обоснованные расчеты энергосберегающего эффекта от применения типовых энергосберегающих мероприятий и затрат на их осуществление для каждого из объектов муниципального образования;
- выполнять развернутую оценку потенциала энергосбережения, т. е. оформлять результаты в виде эргономичных отчетов, содержащих взаимосвязанные таблицы, ранжированные списки объектов, в привязке к каждому ресурсу, а также перечню энергосберегающих мероприятий, с указанием затрат на их проведение и сроков окупаемости;
- устанавливать по результатам оценки потенциала энергосбережения реально достижимые целевые показатели для всех уровней иерархии – от объекта к организации, структурному подразделению, муниципальному образованию, органу исполнительной власти;
- разрабатывать, на основе результатов расчетов, проекты в области энергосбережения, в том числе для энергосервисных контрактов, определяя приоритеты проведения мероприятий для каждого объекта в условиях ограниченного финансирования и при условии достижения требуемых показателей энергоэффективности.
- осуществлять контроль достижения практических результатов в результате внедрения энергосберегающих мероприятий, а также накапливать статистические данные с целью их дальнейшего использования.

В то же время следует отметить, что предлагаемая Методология не охватывает производителей ресурсов, крупные производства, а также предприятия, осуществляющие транспортировку энергетических ресурсов и воды. Во-первых, из-за индивидуальных особенностей предприятий они не укладываются в типовую схему обработки, а во-вторых, на таких крупных объектах, как правило, имеются собственные программы энергосбережения, учитывающие специфику этих предприятий.

Помимо решения локальной задачи по получению развернутой картины состояния энергосбережения в конкретном муниципальном образовании (регионе), разработанная Методология:

- допускает расширение «по горизонтали», т. е. может быть дополнена алгоритмами, позволяющими производить аналогичную оценку и других типов объектов (например, производственных предприятий, не имеющих собственных программ энергосбережения);
- имеет возможность расширения «по вертикали», т. е. интеграции полученной базы данных в программы энергосбережения более высокого уровня;
- может развиваться в сторону «углубления», т. е. увеличения достоверности расчетов за счет дополнительной детализации сведений об объектах обследования, вплоть до составления проектов энергетических паспортов объектов обследования.

Резюмируя, можно с уверенностью сказать, что предложенная Методология экспресс-оценки потенциала энергосбережения дает администрациям разных уровней современный эффективный инструмент, позволяющий оперативно и с минимальными затратами решать задачи повышения энергоэффективности регионов (см. справку).

Литература

1. Методические рекомендации по расчету эффектов от реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. М. : Аналитический центр при Правительстве РФ, 2016. 55 с.
2. Р НП АВОК 5–2006. Рекомендации по оценке экономической эффективности инвестиционного проекта теплоснабжения.
3. Дмитриев А. Н., Табунщиков Ю. А., Ковалев И. Н., Шилкин Н. В. Руководство по оценке экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. М. : АВОК-ПРЕСС, 2005. 122 с. ■